



**Certificación ISO 9001:2000 ‡
Laboratorios acreditados por EMA §**

HACIA UNA ARQUITECTURA NACIONAL PARA LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

Jorge A Acha Daza
Juan Carlos Espinosa Rescala

**Publicación Técnica No 251
Sanfandila, Qro, 2004**

**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Hacia una arquitectura nacional
para los sistemas inteligentes de
transporte**

**Publicación Técnica No 251
Sanfandila, Qro, 2004**

Esta investigación se realizó en la Coordinación de Integración del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte por el Dr Jorge A Acha Daza y el Ing Juan Carlos Espinosa Rescala. Se agradecen los comentarios del Ing Roberto Aguerrebere Salido, Coordinador de Integración del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte. La edición respectiva estuvo a cargo de los autores y de la Lic Alejandra Gutiérrez Soria

Índice

Índice de tablas	VII
Índice de figuras	IX
Resumen	XI
Abstract	XIII
Resumen ejecutivo	XV
Objetivo	XXII
Alcances	XXII
1. Introducción	1
1.1 Congestionamientos y seguridad	1
1.2 Sistemas inteligentes de transporte, ITS	3
1.3 La necesidad de una arquitectura para los ITS	3
1.4 Una arquitectura ITS para México	4
1.5 Organización del reporte	5
2. Servicios a los usuarios	7
2.1 Servicios a los usuarios en las arquitecturas ITS ya existentes	7
2.2 Selección de los servicios al usuario para la arquitectura ITS México	22
3. Descripción de servicios de ITS al usuario para México	33
3.1 Apoyo al viajero	33
3.1.1 Acceso a información	33
3.1.1.1 Información previa al viaje	33
3.1.1.2 Reservaciones y vehículos compartidos	34
3.1.2 Apoyo al viajero	35
3.1.2.1 Apoyo al viajero en tránsito (navegación)	35

3.1.2.2 Selección de rutas	37
3.1.2.3 Información de servicios al viajero	39
3.2 Servicios centrales	43
3.2.1 Administración del tránsito y de la demanda de viajes	43
3.2.1.1 Control de tránsito	43
3.2.1.2 Administración de la demanda de viajes	45
3.2.2 Administración del transporte público	50
3.2.2.1 Administración del transporte público	50
3.2.2.2 Transporte público personalizado	53
3.2.2.3 Seguridad para el usuario del transporte público	55
3.2.3 Administración de vehículos de carga	56
3.2.3.1 Procesos de administración de vehículos comerciales	57
3.2.3.2 Administración de carga intermodal	58
3.2.4 Administración de emergencias	58
3.2.4.1 Administración de incidentes y desastres	58
3.2.4.2 Respuesta a incidentes con materiales peligrosos	62
3.2.4.3 Notificación automática de emergencias y personal de seguridad	63
3.2.4.4 Administración de vehículos de emergencia	64
3.2.5 Administración de cuotas	65
3.2.5.1 Servicio de pago electrónico	65
3.2.6 Administración de fletes y carga	67
3.2.6.1 Administración de flotillas comerciales	67
3.2.6.2 Operaciones y mantenimiento	67
3.2.7 Administración de emisiones	68
3.2.7.1 Verificación y reducción de emisiones	68

3.2.8 Proveedor de servicios de información	69
3.2.8.1 Función de datos almacenados	69
3.2.8.2 Administración de condiciones ambientales (clima y medio ambiente)	77
3.3 Carretero	77
3.3.1 Carretera	77
3.3.1.1 Seguridad basada en infraestructura	77
3.3.1.2 Inspección automática de seguridad al lado del camino	80
3.3.1.3 Operaciones de mantenimiento y construcción	81
3.3.2 Inspección de vehículos de carga	89
3.3.2.1 Liberación electrónica de vehículos comerciales	89
3.4 Vehículo	90
3.4.1 Seguridad en la conducción de vehículos	90
3.4.1.1 Eliminación de colisiones basada en los vehículos	90
3.4.1.2 Operación automática de vehículos	93
3.4.1.3 Mejoras a la seguridad basada en sensores	94
3.4.1.4 Activación de restricciones al movimiento antes de impactos	94
3.4.2 Vehículos de transporte público y comercial	95
3.4.2.1 Monitoreo de seguridad a bordo del vehículo	95
4. Propuesta de arquitectura nacional ITS para México	99
4.1 Arquitectura lógica	99
4.2 Arquitectura física	100
4.3 Actores involucrados	101
4.4 Propuesta de arquitectura	102
5. Conclusiones y recomendaciones	105
Referencias	107

ANEXO A. Lista de preguntas, por categoría, que habrá que responder durante el ingreso de datos al programa “Turbo Architecture V2.0” **109**

Índice de tablas

Tabla 2.1	Servicios al usuario de los ITS de acuerdo con el Departamento de Transporte de los EUA	8
Tabla 2.2	Servicios al usuario de los ITS propuestos en la arquitectura canadiense de ITS	9
Tabla 2.3	Sub-servicios al usuario de los SIT propuestos en la arquitectura canadiense de ITS	10
Tabla 2.4	Servicios al usuario de los SIT propuestos en la arquitectura de ITS Japón	14
Tabla 2.5	Clasificación de los servicios al usuario: EUA, Canadá, Japón y Europa	16
Tabla 2.6	Selección de servicios al usuario	25
Tabla 2.7	Servicios al usuario de la arquitectura ITS México, listados por orden de importancia	29
Tabla 2.8	Servicios al usuario de la arquitectura ITS México, listados de acuerdo con su paquete de servicios	30

Índice de figuras

Figura 4.1. Arquitectura lógica simplificada de los niveles superiores	98
Figura 4.2. Diagrama de la arquitectura de los niveles superiores	99

Resumen

Los Sistemas Inteligentes de Transporte, ITS, comúnmente se aceptan como una herramienta útil para mejorar la operación de un sistema de transporte. Las ventajas que ofrecen los hacen muy atractivos para los responsables de su operación. Sin embargo, las pocas aplicaciones que se han desarrollado en México, carecen de un marco común que las haga más útiles. Esta carencia provoca que el equipo resulte obsoleto en poco tiempo y que presente problemas de compatibilidad.

Se presentan algunas generalidades que una arquitectura ITS para México debería incorporar, a fin de tener un desarrollo ordenado de los servicios que incluye. Partiendo de la definición de los servicios al usuario, señala los elementos necesarios para lograr ese marco común. Se incluye una serie de recomendaciones a considerar para el desarrollo e implantación de una arquitectura ITS en México.

Abstract

ITS is widely accepted as a useful tool for improving the operation of a transport system. The many advantages it offers make it highly appealing for transport officials. However, the few applications of ITS already implemented in Mexico lack of a common framework that can make them more useful and connected. This causes equipment to be quickly obsolete and have compatibility problems.

This work explores some generalities that an ITS architecture for Mexico should incorporate in order to have an orderly development of services it will include. From the definition of the user services, this work sets the elements needed to have a common framework. It also presents some aspects to consider for developing and implementing an ITS architecture in Mexico.

Resumen ejecutivo

Introducción

Hoy en día, uno de los problemas más críticos que enfrenta el autotransporte es el constante incremento en la demanda y el consiguiente aumento en los niveles de congestión, provocando estos últimos fuertes pérdidas económicas para la sociedad ya que el tiempo perdido por los viajeros a causa de las demoras, es tiempo no aprovechado y que no representa ningún beneficio. Además, los efectos nocivos en el medio ambiente por la contaminación de los vehículos automotores, son cada vez una mayor preocupación.

Existen dos enfoques para la solución de los problemas provocados por los congestiones. Por el lado de la oferta, el incremento de la capacidad mediante la construcción de nuevos caminos, el mejoramiento de las vías existentes y el uso de mejores controles de tránsito, son medidas comúnmente propuestas (Acha Daza, 1999).

Por el lado de la demanda, se recomiendan acciones tales como establecer horarios flexibles de trabajo, a fin de lograr la distribución de la demanda y abatir la cantidad de vehículos en circulación en horas pico; aumentar las cuotas de estacionamiento en zonas donde se desee estimular el uso del transporte público; incrementar los impuestos a los combustibles, o permisos de circulación; carriles preferentes para vehículos con alta ocupación; usar tecnologías de transmisión remota de información (telemática); y el uso de peajes por congestión, técnica en la que se realizan cargos monetarios por el uso de ciertas vialidades o la entrada a zonas restringidas en una población. Para lograr reducir significativamente los niveles de congestión, se requiere una combinación de medidas tanto por el lado de la demanda como por el de la oferta.

La seguridad en la operación de los sistemas de autotransporte es otra preocupación importante para los operadores de estos sistemas, debido al alto costo tanto humano como social y económico, que los accidentes tienen en una sociedad.

Además de los problemas de congestión y de seguridad asociados al transporte terrestre existen otros de menor importancia, pero que muestran problemas de un uso ineficiente de la infraestructura vial y que provocan pérdidas de productividad. Van desde encontrar un lugar para estacionarse, sin tener que buscar durante media hora en el centro de una ciudad, detenerse a pagar en una caseta de cobro, cargar efectivo todo el tiempo para cubrir el boleto del transporte público, hasta procesos más complejos asociados a la operación de vehículos comerciales, como detenerse a verificar el peso de la unidad o la mercancía transportada.

Sistemas inteligentes de transporte, ITS

Dentro de las tecnologías existentes para aliviar los problemas de congestionamientos, mejorar las condiciones de seguridad de operación del autotransporte terrestre, así como hacer más eficiente la infraestructura vial o la operación de los vehículos comerciales, se encuentran las conocidas como Sistemas inteligentes de transporte (SIT o ITS, por sus siglas en inglés).

Se espera que al aplicar las nuevas tecnologías de procesamiento de información, comunicaciones, control y electrónica, los ITS creen caminos, vehículos y usuarios "más inteligentes". Se espera también que con ellas mejore la operación y seguridad de los sistemas de transporte al proveer rutas más eficientes a los viajeros, e incluso ofrecer itinerarios que utilicen diversos modos de transporte; agilizar los procesos de cobro de cuotas o inspección de vehículos comerciales y equipar a los autotransportes con mecanismos de advertencia de colisiones, o salida de los caminos; e incluso dotarlos con equipo capaz de tomar el control del vehículo en caso necesario (Acha Daza, 1999).

Los ITS son una nueva forma de trabajar en equipo compartiendo información, e inclusive sistemas entre los actores involucrados tanto de la misma dependencia como de diferentes dependencias y jurisdicciones. Los ITS no resuelven por sí mismos los problemas de transporte, requieren la intervención de personas en actividades complementarias de gestión y de operación.

La necesidad de una arquitectura de ITS

Para aprovechar cada uno de los beneficios que los ITS ofrecen y aquellos que se desarrollen en el futuro, es necesario que los sistemas y el equipo utilizado sean compatibles a fin de lograr una adecuada y correctamente dirigida transferencia de información, y que ésta pueda emplearse en los diversos servicios que las tecnologías ITS ofrezcan. Una arquitectura ITS es necesaria para proveer el marco que permita un adecuado desarrollo e implantación de los ITS y de los servicios a los usuarios que éstos proporcionen.

Una arquitectura ITS para México deberá definir los elementos y su interrelación para asegurar que los sistemas, equipos y servicios relacionados con ITS que se desarrollen en México sean compatibles, y que puedan utilizarse en las distintas regiones del país. La arquitectura buscará coordinar las acciones de los sectores público y privado para la adecuada implantación de las tecnologías ITS en México. Sin embargo, habrá que buscar que la arquitectura ITS sea lo suficientemente flexible para que no limite las opciones de los oferentes de servicios a los usuarios.

Una arquitectura nacional de ITS no deberá ser el diseño de un sistema. Su papel será definir el marco en el cual se desarrollen diferentes diseños de sistemas que busquen satisfacer las necesidades particulares, presentes y futuras de los

usuarios, pero sin dejar de lado los conceptos de compatibilidad e interoperabilidad.

Una arquitectura ITS para México deberá definir las funciones que deben llevarse a cabo para implantar un servicio al usuario, el equipo o entidades físicas en donde llevar a cabo estas funciones, los flujos de información e interfaces entre los diferentes componentes físicos y los requerimientos de comunicación para que los flujos de información puedan realizarse. Además, definir los estándares necesarios para lograr la interoperabilidad a nivel regional, nacional e incluso internacional.

Para desarrollar una arquitectura de ITS, ITS Japón recomienda el siguiente procedimiento: 1) definir con detalle los servicios que se ofrecerán a los usuarios de los ITS; 2) diseñar la arquitectura lógica, también llamada arquitectura funcional; 3) diseñar la arquitectura física; y 4) identificar aquellos elementos susceptibles de estandarización (ITS Japón, 2002).

Atendiendo al desarrollo de la arquitectura canadiense de los ITS, antes de iniciar el proceso descrito en el párrafo anterior, en este trabajo se llevó a cabo una revisión del estado del arte de las diferentes arquitecturas ITS en el mundo.

En la primera aproximación para determinar los servicios al usuario que deberá ofrecer la arquitectura ITS en México, se llevó a cabo una jerarquización de los distintos servicios. Se tomó como modelo cualquiera de las arquitecturas ITS de los EUA; sin embargo, habrá que considerar las condiciones de México para elegir aquellos servicios que sean claramente utilizables y agregar los que respondan exclusivamente a nuestras necesidades particulares. Habrá también que establecer el orden de prioridad en el que deberán desarrollarse los servicios, a fin de no ofrecer servicios que no sean utilizados y/o que resulten muy costosos.

Para determinar los servicios al usuario que ofrecerá la arquitectura ITS para México, habrá que buscar la participación de diferentes sectores que representen a los grupos de usuarios; a las empresas, que serán las que desarrollen los servicios a los usuarios; a los distintos niveles de gobierno que definirán el marco legal de los ITS en México y, que muy probablemente sean los encargados de construir y administrar la infraestructura para los ITS.

La tabla 1 presenta el orden en el que los servicios al usuario de la Arquitectura ITS México deberían desarrollarse. Aquellos a desarrollarse en el corto y mediano plazos aparecen en negritas en la misma tabla y son en total 20. Los que aparecen en texto normal serían los susceptibles a desarrollarse sólo en el largo plazo, o no desarrollarse.

La descripción de cada uno de los servicios al usuario se presenta en el cuerpo de este documento.

Tabla 1
Servicios al usuario de la arquitectura ITS México listados por orden de importancia

Servicio al usuario
Administración del transporte público
Información de servicios al viajero
Información previa al viaje (peatones, conductores)
Administración de vehículos de emergencia
Monitoreo de seguridad a bordo del vehículo
Procesos de administración de vehículos comerciales
Inspección al lado del camino
Control de tránsito
Proveer información de ocurrencia de restricciones al tránsito
Seguridad para el usuario del transporte público
Servicios de pago electrónico
Administración de flotillas comerciales
Administración de condiciones ambientales (clima y medio ambiente)
Administración de la demanda de viajes
Respuesta a incidentes con materiales peligrosos
Verificación y reducción de emisiones
Activación de restricciones al movimiento antes de impactos
Liberación electrónica de vehículos comerciales
Administración de carga intermodal
Eliminación de colisiones basada en los vehículos
Selección de rutas
Administración de incidentes y desastres
Apoyo al viajero en tránsito (navegación)
Operaciones de mantenimiento y construcción
Operaciones y mantenimiento
Reservaciones y vehículos compartidos
Seguridad basada en infraestructura
Mejoras a la seguridad basada en sensores
Notificación automática de emergencias y personal de seguridad
Transporte público personalizado
Sistemas de carreteras automáticas
Operación automática de vehículos

Funciones de información almacenada

Propuesta de arquitectura nacional ITS para México.

Arquitectura lógica

La arquitectura lógica representa una visión funcional de los servicios ITS al usuario. Define las especificaciones de funciones o procesos requeridos para llevar a cabo los servicios ITS al usuario, y la información o flujo de datos que requieren intercambiarse entre estas funciones. El proceso de descomposición funcional inicia con la definición de aquellos elementos que se encuentran dentro de la arquitectura y los que no. Por ejemplo, los viajeros son externos a la arquitectura, pero el equipo que utilizan para obtener o aportar información está adentro.

Arquitectura física

La arquitectura física parte de las funciones definidas en la arquitectura lógica en clases, y a un menor nivel, subsistemas, con base en la similitud funcional de las especificaciones del proceso y la ubicación donde se realizarán las funciones.

Actores involucrados

Se identificaron a los siguientes actores para las categorías en que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT podría encabezar los esfuerzos para impulsar el desarrollo de los ITS en México:

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)
- Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF)
- Unidad de Autopistas de Cuota (UAC)
- Dirección General de Servicios Técnicos
- Dirección General de Carreteras Federales
- Dirección General de Conservación de Carreteras
- Dirección General de Planeación y Centros
- Aeropuertos y Servicios Auxiliares
- Dirección General de Puertos y Marina Mercante
- Dirección General de Tarifas, Transporte Ferroviario y Multimodal
- Caminos y Puentes Federales/FARAC/AMICO

- Cámara Nacional del Autotransporte de Carga (CANACAR)
- Cámara Nacional del Autotransporte de Pasajeros y Turismo (CANAPAT)
- Asociación Nacional del Transporte Privado (ANTP)
- Policía Federal Preventiva
- Administración General de Aduanas

Propuesta de arquitectura

El desarrollo de una propuesta de arquitectura ITS para un país o una región requiere el manejo de mucha información que incluye la definición de los servicios al usuario, identificación de los actores involucrados, sus interrelaciones, los flujos de información entre ellos, etc. Integrar toda esta información en forma ordenada, clara y sistemática para poderla actualizar de forma sencilla e iniciar el “proceso” de desarrollo de una Arquitectura ITS, se convierte en una tarea compleja si se quisiera realizar manualmente.

Se identificó una herramienta de trabajo desarrollada en los EUA denominada “Turbo Architecture” en su versión 2.0, para apoyar la elaboración de arquitecturas ITS.

Tomando como base las categorías de los servicios al usuario en que la SCT podría encabezar el esfuerzo para el desarrollo de la Arquitectura Nacional ITS para México se vació la información de todos ellos conforme lo requiere el programa de cómputo “Turbo Architecture”.

Las categorías incorporadas para la construcción de la arquitectura nacional ITS propuesta fueron las siguientes:

- Operación de vehículos comerciales
- Cobro electrónico de peaje
- Administración de la operación de carreteras
- Operaciones de mantenimiento y construcción de carreteras
- Información regional a viajeros

El programa ofrece varias salidas que permiten visualizar el resultado de la arquitectura elaborada. Es recomendable que estas salidas se analicen directamente con el programa; y por ese motivo no se presentan en este documento. Para el caso en que fueron incorporadas todas las categorías, las salidas que ofrece el programa resultan poco claras y entendibles.

Algunos puntos a destacar del desarrollo de este trabajo son los siguientes:

- Esta propuesta de arquitectura ITS para México es una de tantas alternativas que responden a los servicios al usuario identificados
- Los servicios al usuario para México, identificados en este trabajo son el resultado de un ejercicio académico de revisar los que otros países han identificado, e identificar mediante una evaluación cualitativa de algunos criterios de selección, aquellos que pudieran servir para el caso de México
- Es indispensable contar con una herramienta de cómputo que facilite la integración y visualización de la información que sirve de insumo para armar la Arquitectura ITS
- La construcción de una arquitectura ITS es un esfuerzo a nivel nacional con la participación activa de todos los participantes
- La construcción de una arquitectura ITS es un proceso dinámico y continuo, no un producto único y estático
- La construcción de una arquitectura ITS requiere recursos humanos y económicos organizados que permitan su desarrollo e implantación
- Se requieren recursos humanos que conozcan y estén enterados de qué es ITS, para apoyar el desarrollo de la arquitectura nacional ITS
- El desarrollo de este trabajo permitió un acercamiento al proceso de construcción de una arquitectura ITS, y de los aspectos que hay que tomar en consideración para su desarrollo
- El beneficio de desarrollar este trabajo recae en haber estado expuesto al proceso de construcción de una Arquitectura, más que la arquitectura propuesta en si

Se recomienda también:

- Profundizar en el proceso de construcción de una arquitectura ITS con orientación a elaborar una metodología para el desarrollo de la misma, en la que se logre una participación activa y continua de los actores involucrados
- Considerar que la propuesta de arquitectura ITS para México en este trabajo es sólo un ejercicio académico, y tiene que tomarse como tal. Una arquitectura ITS debe ser incluyente, y requiere una participación de todos los actores involucrados
- Identificar y revisar con profundidad las herramientas de cómputo disponibles para el desarrollo de arquitecturas ITS a fin de conocer todas

sus ventajas y limitaciones con el propósito de recomendar alguna de ellas para ser utilizada a lo largo del desarrollo de la arquitectura nacional ITS

- Realizar talleres de trabajo en los que participen todos o la mayoría de los actores involucrados, para identificar los problemas y necesidades a nivel nacional que pudieran ser atendidos de una u otra forma mediante aplicaciones de ITS
- Llevar a cabo seminarios de capacitación profesional sobre lo que es ITS
- Identificar el mecanismo organizacional/institucional que permita establecer el proceso de participación organizada y continua, de los diferentes actores participantes
- Dar seguimiento a los avances en otros países sobre el desarrollo de sus Arquitecturas

Objetivo

El objetivo de este documento es presentar los resultados de la segunda fase del proyecto “Arquitectura ITS para México”, cuyo propósito fue revisar lo generado hasta la fecha en el área por otros países y regiones, como EUA., Canadá, Japón y Europa, con el fin de proponer una arquitectura nacional ITS para México.

Alcances

Se presentan los resultados de las actividades desarrolladas para cumplir con el objetivo del proyecto e incluye las siguientes secciones: i) introducción; ii) servicios a los usuarios; iii) descripción de servicios de ITS al usuario para México; iv) arquitectura nacional ITS para México; v) conclusiones y recomendaciones; y vi) referencias bibliográficas.

1 Introducción

Consciente de la importancia de la aplicación de nuevas tecnologías en el transporte del país, el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) ha desarrollado, desde hace poco más de seis años, una línea de investigación sobre Sistemas inteligentes de transporte (ITS por sus siglas en Inglés). Como parte de esta línea de investigación, recientemente se desarrollo el proyecto “Arquitectura ITS para México”, cuyos resultados se presentan en este documento.

1.1 Congestionamientos y seguridad

Hoy en día, uno de los problemas más críticos que enfrenta el autotransporte es el constante incremento en la demanda y el consiguiente aumento en los niveles de congestionamiento, debido a la falta de una infraestructura con capacidad suficiente, en particular en zonas urbanas para satisfacer esos niveles de demanda.

Los congestionamientos provocan fuertes pérdidas económicas para la sociedad, ya que el tiempo perdido por los viajeros a causa de las demoras es tiempo no aprovechado y sin ningún beneficio. Además, los efectos nocivos en el medio ambiente por la contaminación de los vehículos automotores, son cada vez una mayor preocupación. Nuestro país, con su cada vez más alto nivel de desarrollo económico y concentración de población en zonas metropolitanas, no está exento de sufrir las consecuencias de la insuficiencia de capacidad de su infraestructura vial, y ya es común oír hablar de las horas que muchos viajeros pasan para acudir a sus centros de actividad en zonas metropolitanas, como la de la Ciudad de México.

Existen dos enfoques para la solución de los problemas provocados por los congestionamientos. Por el lado de la oferta, el incremento de la capacidad mediante la construcción de nuevos caminos, el mejoramiento de las vías existentes, y el uso de mejores controles de tránsito son medidas comúnmente propuestas (Acha Daza, 1999). Sin embargo, estas medidas enfrentan comúnmente problemas de financiamiento, espacio para la construcción de nuevos caminos o la ampliación de los ya existentes, y aspectos relacionados con su impacto ambiental.

Por el lado de la demanda, se recomiendan acciones tales como el establecimiento de horarios flexibles de trabajo, a fin de lograr la distribución de la demanda y abatir la cantidad de vehículos en circulación en horas pico; aumento en las cuotas de estacionamiento en las zonas en la que se desee estimular el uso del transporte público; incremento de los impuestos a los combustibles o permisos de circulación, buscando reducir el uso o la adquisición de vehículos; carriles preferentes para vehículos con alta ocupación, estimulando de esta forma el uso de vehículos colectivos; el uso de tecnologías de transmisión remota de

información (telemática) que permiten esquemas como el del trabajo en casa, reduciendo la necesidad de trasladarse a los centros de trabajo; y el uso de peajes por congestiónamiento, técnica en la que se realizan cargos monetarios por el uso de ciertas vialidades o la entrada a zonas restringidas de una población, de acuerdo con el nivel de congestiónamiento prevaleciente en la zona. Para lograr reducir significativamente los niveles de congestiónamiento se requiere una combinación de medidas tanto por el lado de la demanda como por el lado de la oferta.

Para tener un impacto notorio en la capacidad de los sistemas de transporte terrestre, la construcción de infraestructura requiere fuertes gastos. Sin embargo, el incremento en la capacidad del sistema vial así logrado es, en un plazo no muy largo, superado por el aumento en la demanda. Como consecuencia, los caminos aparecen de nueva cuenta congestionados, requiriéndose de nuevas ampliaciones.

Las medidas para el control de la demanda son generalmente menos costosas. Éstas buscan reducir la cantidad de usuarios que circulan en las redes de caminos, o redistribuirlos espacial y/o temporalmente para de esa forma, reducir los niveles de congestiónamiento, vía un uso más eficiente de las redes viales.

La seguridad en la operación de los sistemas de autotransporte es otra preocupación importante para los operadores de estos sistemas, debido al alto costo tanto humano, como social y económico que los accidentes tienen para una sociedad. Sólo en el caso del autotransporte carretero en México, de acuerdo con cifras de la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST, 1999), de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en 1998 se registraron en las carreteras de jurisdicción federal 56,319 accidentes, con un saldo de 4,566 personas fallecidas, 31,129 heridas y daños materiales por un monto de 1,133.387 millones de pesos. A las cifras anteriores habría que agregar las correspondientes a carreteras de jurisdicción estatal, y aquellas de los ocurridos en vialidades urbanas. Las cifras mostradas dan una idea de lo importante que resultaría el abatir la cantidad de accidentes y su severidad si se contara con los medios para hacerlo.

Además de los problemas de congestiónamientos y de seguridad asociados al transporte terrestre existen otros de menor importancia, pero que muestran problemas de un uso ineficiente de la infraestructura vial, y que provocan pérdidas de productividad. Éstos van desde encontrar un lugar para estacionarse sin tener que buscar media hora en el centro de una ciudad; detenerse a pagar una cuota en una caseta de cobro; tener que cargar efectivo todo el tiempo para cubrir el boleto del transporte público; hasta procesos más complejos, asociados a la operación de vehículos comerciales, como detenerse a verificar el peso de la unidad o la mercancía transportada.

1.2 Sistemas inteligentes de transporte

Dentro de las tecnologías, actualmente existentes, para aliviar los problemas de congestionamientos, mejorar las condiciones de seguridad de operación del autotransporte terrestre, así como hacer más eficiente el uso de la infraestructura vial o la operación de los vehículos comerciales, se encuentran las tecnologías conocidas como sistemas inteligentes de transporte (SIT o ITS por sus siglas en inglés). La incorporación en años recientes, de nuevas tecnologías en la recolección de información de tránsito, las telecomunicaciones e informática a los sistemas de transporte, ha dado lugar a este nuevo concepto: los llamados ITS. Este conjunto de tecnologías representa en algunos casos, como la operación de semáforos, una mejor forma de hacer las cosas, pero en otros como es la asignación dinámica del tránsito, conceptos enteramente nuevos (Iteris, 2002).

Se espera que al aplicar las nuevas tecnologías de procesamiento de información, comunicaciones, control y electrónica, los ITS creen caminos, vehículos y usuarios "más inteligentes". Se espera también que la aplicación de estas tecnologías mejore la operación y seguridad de los sistemas de transporte al proveer rutas más eficientes a los viajeros, e incluso, ofrecer itinerarios que utilicen diversos modos de transporte, agilizar los procesos de cobro de cuotas o inspección de vehículos comerciales y equipar a los vehículos con mecanismos de advertencia de colisiones o salida de los caminos, e incluso dotarlos de equipo capaz de tomar el control del automotor en caso necesario (Acha Daza, 1999).

Con el propósito de contar con una definición sencilla de lo que son los ITS, que sirva de referencia para entender este trabajo, podría darse la siguiente definición:

“ITS es la aplicación de tecnología avanzada de captura y proceso de información, comunicaciones y control para mejorar la eficiencia y seguridad en un sistema de transporte”

Los ITS son una nueva forma de trabajar en equipo compartiendo información, e inclusive sistemas entre los actores involucrados, tanto de la misma dependencia como de diferentes dependencias y jurisdicciones. Los ITS no resuelven por sí mismos los problemas de transporte, requieren la intervención de personas en actividades complementarias de gestión y de operación.

1.3 La necesidad de una arquitectura de ITS

Para aprovechar cada uno de los beneficios que las tecnologías ITS ofrecen actualmente y aquellos que se desarrollen en el futuro, es necesario que los sistemas y el equipo utilizado sean compatibles a fin de alcanzar una adecuada y correctamente dirigida transferencia de información, y que ésta pueda emplearse en los diversos servicios que las tecnologías ITS ofrezcan. Una arquitectura ITS es necesaria para proveer el marco que logre un adecuado desarrollo e implantación de los ITS y de los servicios a los usuarios que éstos proporcionen. No contar con

una arquitectura significaría que los diversos prestadores de servicios desarrollaran sistemas incompatibles entre sí, y que pudieran usarse en una región, pero no en otra o que sirvieran únicamente por un tiempo y resultaran obsoletos después.

1.4 Una arquitectura ITS para México

Una arquitectura ITS para México deberá definir los elementos y su interrelación para asegurar que los sistemas, equipos y servicios relacionados con ITS que se desarrollen en México sean compatibles, y que puedan utilizarse en sus distintas regiones. La arquitectura deberá buscar coordinar las acciones de los sectores público y privado para la adecuada implantación de las tecnologías ITS en México. Sin embargo, deberá buscarse que la arquitectura ITS sea lo suficientemente flexible para lograr que no limite las opciones para los oferentes de servicios a los usuarios.

Una arquitectura nacional de ITS no tendrá que ser el diseño de un sistema. Su papel será definir el marco en el cual se puedan desarrollar diferentes diseños de sistemas que busquen satisfacer las necesidades particulares, presentes y futuras de los usuarios, pero sin dejar de lado los conceptos de compatibilidad e interoperabilidad.

Una arquitectura ITS para México habrá de definir las funciones que deben llevarse a cabo para implantar un servicio al usuario (por ejemplo, solicitar una ruta para llegar a un destino o información de tránsito en una ciudad), el equipo o entidades físicas en donde se llevarán a cabo estas funciones (por ejemplo, el automóvil o dispositivos a un lado de las carreteras), los flujos de información e interfaces entre los diferentes componentes físicos y los requerimientos de comunicación para que los flujos de información puedan realizarse (comunicaciones por cable o inalámbricas).

Además, deberá definir los estándares necesarios para lograr la interoperabilidad a nivel regional, nacional e incluso internacional. En este último aspecto, será conveniente atender los desarrollos de estándares en nuestros países socios en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, y tratar de participar activamente en esos desarrollos. La adopción de estándares comunes en los tres países redundará en beneficios mutuos.

Para desarrollar una arquitectura de ITS, ITS Japón recomienda seguir el siguiente procedimiento: 1) definir con detalle los servicios que se ofrecerán a los usuarios de los ITS; 2) diseñar la Arquitectura Lógica, también llamada Arquitectura Funcional; 3) diseñar la Arquitectura Física; y, 4) identificar aquellos elementos susceptibles de estandarización (ITS Japón, 2002).

Atendiendo al desarrollo de la arquitectura canadiense de los ITS es recomendable que antes de iniciar el proceso descrito en el párrafo anterior, se

lleve a cabo una revisión del estado del arte de las diferentes arquitecturas ITS en el mundo. Esto ayudará a evitar malas experiencias en el desarrollo de la arquitectura ITS nacional.

1.5 Organización del reporte

Este trabajo sigue el procedimiento recomendado por la arquitectura japonesa de los ITS descrito arriba. En este primer capítulo se presenta una introducción al trabajo. El segundo presenta el esquema seguido para la selección de los servicios al usuario que se propone ofrezcan los ITS en México. El tercer capítulo describe los servicios al usuario para la arquitectura ITS en México. El cuarto comprende una propuesta de arquitectura nacional ITS para México. Finalmente, el quinto capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones.

2 Servicios a los usuarios

Se describen la selección de los servicios a los usuarios y los servicios mismos que se espera ofrezca la arquitectura ITS para México. Los servicios se seleccionaron basándose en diversos factores a fin de determinar aquellos que son susceptibles de aplicación en el corto, mediano y largo plazos en el país.

2.1 Servicios a los usuarios en las arquitecturas ITS ya existentes

Después de llevar a cabo la revisión de las arquitecturas ITS en el mundo y siguiendo la recomendación de ITS Japón, la siguiente actividad en el desarrollo de una arquitectura ITS para México es determinar los servicios al usuario que se espera proporcionen los ITS en nuestro país. En la primera aproximación, realizada para este trabajo, se llevó a cabo una jerarquización de los distintos servicios, la cual se detalla más adelante en este capítulo.

Para la determinación definitiva de los servicios al usuario que ofrecerá la arquitectura ITS para México, deberá buscarse la participación de diferentes sectores que representen los grupos de usuarios, a las empresas, quienes serán las que desarrollen los servicios a los usuarios, al igual que se ha hecho en los EUA y Canadá, y a los diversos niveles de gobierno, que definirán el marco legal de los ITS en México y, muy probablemente, sean los encargados de construir y administrar la infraestructura para los ITS. Lamentablemente, el ejercicio de participación de los diferentes actores de los ITS en México queda fuera de los alcances de este proyecto, pero debe establecerse como una actividad complementaria al mismo.

Para desarrollar la selección de los servicios al usuario de la arquitectura ITS México, se puede tomar como modelo cualquiera de las arquitecturas ITS existentes. Sin embargo, habrá que considerar las condiciones propias de México para elegir aquellos servicios que sean claramente utilizables aquí, y agregar los que respondan exclusivamente a nuestras necesidades particulares. Habrá también que establecer el orden de prioridad en el que se desarrollarán los servicios, a fin de no ofrecer servicios que no sean utilizados y/o que resulten muy costosos.

En el caso de las arquitecturas ITS existentes, los servicios a los usuarios se han agrupado en paquetes de servicios interrelacionados para su aplicación en la solución de los problemas del transporte terrestre. Diversas entidades en el mundo relacionadas con ITS han llevado a cabo este trabajo, como la primera actividad en el desarrollo de una arquitectura de ITS. Enseguida se presentan las clasificaciones de los servicios de ITS en EUA, Canadá y Japón.

A la fecha, el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT) ha identificado treinta y dos servicios (Iteris, 2002). La lista de estos servicios y su correspondiente paquete se presenta en la tabla 2.1. El apéndice de este reporte incluye la descripción detallada de los servicios al usuario en la arquitectura ITS de los EUA. Para el DOT, definir los servicios que se utilizarán para satisfacer las necesidades de los usuarios, tendrá entre otras ventajas, evitar que se desarrollen servicios que resulten incompatibles en entidades vecinas.

Tabla 2.1
Servicios al usuario de los ITS de acuerdo con el departamento de transporte de los EUA

Paquete de servicios al usuario	Servicios al usuario
Administración de viajes y de transporte	1) Información antes de salir de viaje 2) información para el conductor en tránsito 3) Selección de rutas 4) Reservaciones y vehículos compartidos 5) Información de servicios para el viajero 6) Control de tránsito 7) Administración de incidentes 8) Administración de la demanda de viajes 9) Verificación y reducción de emisiones 10) Información de intersecciones ferrocarril carretera
Operaciones de transporte público	11) Administración del transporte público 12) Información para el viajero en tránsito 13) Transporte público personalizado 14) Seguridad para el usuario del transporte público
Pago electrónico	15) Servicios de pago electrónico
Operaciones de vehículos comerciales	16) Liberación electrónica de vehículos comerciales 17) Inspección automática de seguridad al lado de los caminos 18) Monitoreo de seguridad a bordo de las unidades 19) Procesos de administración de vehículos comerciales 20) Respuesta a incidentes con materiales peligrosos 21) Administración de flotillas comerciales
Manejo de emergencias	22) Notificación de emergencias y personal de seguridad 23) Administración de vehículos de emergencia
Sistemas avanzados de control de vehículos y seguridad	24) Eliminación de colisiones longitudinales 25) Eliminación de colisiones laterales 26) Eliminación de colisiones en intersecciones 27) Mejoras visuales para evitar choques 28) Alertas de seguridad 29) Activación de restricciones al movimiento antes de los impactos 30) Operación automática de vehículos
Manejo de información	31) Funciones de información almacenada
Administración de mantenimiento y construcción de caminos	32) Operaciones de mantenimiento y construcción

Fuente: Iteris, 2000

ITS Canadá (Borges et al, 2001), por su parte, ha identificado treinta y cinco servicios para los usuarios, tres más que los identificados para la arquitectura ITS

de los EUA. De estos treinta y cinco, veintinueve se basan en los servicios propuestos en la arquitectura ITS de EUA. Los restantes seis fueron desarrollados específicamente para la arquitectura canadiense de ITS y buscan reflejar las diferencias entre las dos naciones y la participación de diferentes interesados. La Tabla 2.2 presenta los servicios al usuario propuestos en la arquitectura canadiense de ITS y su correspondiente paquete.

Tabla 2.2
Servicios al usuario de los ITS propuestos en la arquitectura canadiense de ITS

Paquete de servicios al usuario	Servicios al usuario
Servicios de información al viajero	1) Información al viajero 2) Selección de rutas y navegación 3) Reservaciones y vehículos compartidos 4) Información de servicios para el viajero
Servicios de administración del tránsito	5) Control de tránsito 6) Administración de incidentes 7) Administración de la demanda de viajes 8) Administración de condiciones ambientales 9) Operaciones y mantenimiento* 10) Advertencia dinámica automática y vigilancia* 11) Seguridad de usuarios no automovilistas en los caminos* 12) Seguridad y control en intersecciones multimodales
Servicios de transporte público	13) Administración del transporte público 14) Información para el viajero en tránsito 15) Transporte público personalizado 16) Seguridad para el usuario del transporte público
Servicios de pago electrónico	17) Servicios de pago electrónico
Operación de vehículos comerciales	18) Liberación electrónica de vehículos comerciales 19) Inspección automática de seguridad al lado de los caminos 20) Monitoreo de seguridad a bordo de las unidades 21) Procesos de administración de vehículos comerciales 22) Administración de carga intermodal* 23) Administración de flotillas comerciales
Servicios de administración de emergencias	24) Notificación de emergencias y personal de seguridad 25) Planeación del movimiento y respuesta a incidentes con materiales peligrosos 26) Administración de respuestas a desastres* 27) Administración de vehículos de emergencia
Sistemas de seguridad y control de vehículos	28) Eliminación de colisiones basada en los vehículos 29) Eliminación de colisiones basada en la infraestructura 30) Mejoras a la seguridad en la conducción basada en sensores 31) Alertas de seguridad 32) Activación de restricciones al movimiento antes de los impactos 33) Operación automática de vehículos
Servicios de almacenamiento de información	34) Administración de datos de clima y medio ambiente* 35) Funciones de información almacenada

* Función desarrollada para la arquitectura ITS canadiense.

Fuente: Borges et al, 2001

La arquitectura canadiense de los ITS ha desarrollado también una lista de sub-servicios asociados a cada uno de los servicios descritos en la tabla 2.2. Esta lista se presenta en la tabla 2.3.

Tabla 2.3
Sub-servicios al usuario de los SIT propuestos en la arquitectura canadiense de ITS.

Servicios de información al viajero	
1) Información para viajeros 1.1 Difundir información para viajeros 1.2 Información interactiva para viajeros 1.3 Información en tiempo real para compartir vehículos	3) Reservaciones y vehículos compartidos 3.1 Información para compartir vehículos 3.2 Información en tiempo real para reservar lugar en vehículos compartidos
2) Selección de rutas y navegación 2.1 Selección autónoma de rutas 2.2 Selección dinámica de rutas 2.3 Selección de rutas basada en un proveedor de servicios de información 2.4 Estimación del tránsito y predicción 2.5. Dispositivos de señalamiento en el interior del vehículo	4) Información de servicios para el viajero 4.1 Sección amarilla para viajeros 4.2 Reservación y compra de servicios 4.3 Administración de estacionamientos 4.4 Administración regional de estacionamientos
Servicios de administración del tránsito	
5) Control del tránsito 5.1 Monitoreo del flujo de tránsito en redes 5.2 Control de superficie en calles 5.3 Control en carreteras 5.4 Control regional del tránsito 5.5 Disseminación de información del tránsito 5.6 Centro virtual de control del tránsito 5.7 Monitoreo del flujo de tránsito basado en vehículos moviéndose en la red 5.8 Estimación y predicción del tránsito	9) Operaciones y mantenimiento 9.1 Administración del mantenimiento de infraestructura 9.2 Zonas inteligentes de trabajo
	10) Advertencia dinámica automática y vigilancia 10.1 Advertencia dinámica en caminos 10.2 Límite de velocidad variable y vigilancia 10.3 Cumplimiento de señalamientos
6) Administración de incidentes 6.1 Coordinación de administración de incidentes 6.2 Sistemas de predicción de incidentes	11) Seguridad de usuarios no automovilistas en los caminos 11.1 Sistemas de advertencia de uso mixto 11.2 Protección automática de usuarios no automovilistas en los caminos

Continuación de la Tabla 2.3

7) Administración de la demanda de viajes 7.1 Administración de carriles para vehículos de alta ocupación 7.2 Administración de carriles reversibles 7.3 Administración de la demanda prevista	12) Seguridad y control en intersecciones multimodales 12.1 Control básico de cruces a nivel 12.2 Control avanzado de cruces a nivel 12.3 Coordinación de operaciones modales
8) Administración de condiciones ambientales 8.1 Monitoreo de condiciones ambientales en los caminos 8.2 Administración de emisiones 8.3 Sistemas de información del clima en caminos 8.4 Monitoreo basado en vehículos	

Servicios de transporte público	
13) Administración del transporte público 13.1 Rastreo de vehículos de transporte público 13.2 Operaciones de transporte público de ruta fija 13.3. Administración de pasaje y tarifas 13.4 Mantenimiento de transporte público 13..5 Coordinación multimodal 13.6 Protección de conexiones multimodales	14) Información para el viajero en tránsito 14.1 Información para el viajero en tránsito 15) Transporte público personalizado 15.1 Transporte público personalizado 16) Seguridad para el usuario del transporte público 16.1 Seguridad para el usuario del transporte público

Servicios de pago electrónico	
17) Servicios de pago electrónico 17.1 Cobro electrónico de cCuotas 17.2 Pago electrónico de estacionamiento 17.3 Pago de servicios de transporte público 17.4 Pago de servicios para el viajero	

Continuación de la Tabla 2.3

Operaciones de vehículos comerciales	
<p>18) Liberación electrónica de vehículos Comerciales</p> <p>18.1 Liberación electrónica</p> <p>18.2 Liberación en cruces de fronteras internacionales</p> <p>18.3 Peso en Movimiento</p>	<p>21) Procesos de administración de vehículos comerciales</p> <p>21.1 Procesos de administración de vehículos comerciales</p>
<p>19) Inspección automática de seguridad al lado de los caminos</p> <p>19.1 Sistemas de soporte de inspecciones</p> <p>19.2 Lectura automática de los componentes de seguridad del vehículo</p>	<p>22) Administración de carga intermodal</p> <p>22.1 Monitoreo de carga en tránsito</p> <p>22.2 Administración de la interface intermodal</p>
<p>20) Monitoreo de seguridad a bordo de las unidades</p> <p>20.1 Monitoreo de seguridad a bordo de las unidades</p>	<p>23) Administración de flotillas comerciales</p> <p>23.1 Administración de flotillas</p> <p>23.2 Administración de carga</p> <p>23.3 Mantenimiento de la flotilla de vehículos comerciales.</p>

Servicios de administración de emergencias	
<p>24) Notificación de emergencias y personal de seguridad</p> <p>24.1 Personal de seguridad</p> <p>24.2 Soporte en catástrofes</p>	<p>26) Administración de respuestas a desastres</p> <p>26.1 Comando y control en desastres</p> <p>26.2 Diseminación de información en desastres</p>
<p>25) Planeación del movimiento y respuesta a incidentes con materiales peligrosos</p> <p>25.1 Planeación del movimiento y respuesta a incidentes con materiales peligrosos</p>	<p>27) Administración de vehículos de emergencia</p> <p>27.1 Administración de respuesta a emergencias</p> <p>27.2 Rutas para vehículos de emergencia</p>

Continuación de la Tabla 2.3

Sistemas de seguridad y control de vehículos	
28) Eliminación de colisiones basada en los vehículos 28.1 Sistemas de advertencia lateral 28.2 Eliminación de colisiones laterales 28.3 Sistemas de advertencia longitudinal 28.4 Eliminación de colisiones longitudinales	31) Alertas de seguridad 31.1 Monitoreo de la seguridad del vehículo 31.2 Monitoreo de la seguridad del conductor
29) Eliminación de colisiones basada en la infraestructura 29.1 Advertencia de colisiones en intersecciones 29.2 Eliminación de colisiones en intersecciones	32) Activación de restricciones al movimiento antes de los impactos 32.1 Activación de restricciones al movimiento antes de los impactos
30) Mejoras a la seguridad en la conducción basada en sensores 30.1 Mejoras a la seguridad en la conducción basada en sensores	33) Operación automática de vehículos 33.1 Operación automática de vehículos

Servicios de almacenamiento de información	
34) Administración de datos de clima y medio ambiente 34.1 Combinación de datos del camino y del clima 34.2 Diseminación de información del medio ambiente 34.3 Meso y micro predicción de las condiciones del camino	35) Funciones de información almacenada 35.1 Mercado de información almacenada 35.2 Almacenamiento de información 35.3 Almacenamiento virtual de información

Fuente: Borges et al, 2001

Al igual que los EUA y Canadá, ITS Japón ha definido también una estructura para los servicios al usuario, la cual se presenta en la tabla 2.4.

Tabla 2.4.
Servicios al usuario de los ITS propuestos en la arquitectura de ITS Japón.

Área de desarrollo	Servicios al usuario
Avances en sistemas de navegación	1) Proveer información de guía en rutas 2) Proveer información relacionada al destino
Sistemas de cobro electrónico de cuotas	3) Cobro electrónico de cuotas
Asistencia para una conducción segura	4) Proveer información acerca de las condiciones de manejo y del camino 5) Advertencia de peligros 6) Ayuda para conducir 7) Sistemas de carreteras automáticas
Optimización de la administración del tránsito	8) Optimización del flujo de tránsito 9) Proveer información acerca de las restricciones de tránsito cuando ocurran incidentes
Incrementar la eficiencia en la administración de caminos	10) Mejora de las operaciones de mantenimiento 11) Administración de vehículos comerciales especiales 12) Proveer información de peligros en los caminos
Soporte para el transporte público	13) Proveer información del transporte público 14) Asistencia para las operaciones del transporte público y su administración
Incrementar la eficiencia en la operación de vehículos comerciales	15) Asistencia para la administración de operaciones de vehículos comerciales 16) Formación automática de pelotones de vehículos comerciales
Soporte para peatones	17) Proveer rutas para peatones 18) Eliminación de accidentes peatón vehículo
Soporte para la operación de vehículos de emergencia	19) Notificación automática de emergencias 20) Proveer rutas para vehículos de emergencia y soporte para las actividades de ayuda
	21) Utilización de información en una sociedad de información y telecomunicaciones avanzadas

Fuente: ITS Japan, 2002

Con base en las tablas anteriores se construyó la tabla 2.5, la cual concentra la información de la estructura de los servicios propuestos por las arquitecturas de los EUA, Canadá, Japón y Europa.

La clasificación se hizo tomando como base la arquitectura de ITS de los EUA, haciendo algunas modificaciones de acuerdo con los servicios identificados en los cuatro sistemas analizados (Apoyo al viajero, Servicios centrales, carretero y vehículo) a fin de sintetizar y ser inclusivo en cuanto a los objetivos de cada tipo de servicio.

Es importante aclarar que en Europa, la lógica para la clasificación de los servicios al usuario es distinta a la de los EUA, Canadá y Japón. La arquitectura ITS para Europa se centra más en los objetivos que se persiguen con los servicios que en los servicios ofrecidos. Por tanto, el nivel siguiente en Europa va directamente a las aplicaciones de los ITS, abarcando varias de las categorías utilizadas para la clasificación de los servicios.

La clasificación de los servicios al usuario presentada en la tabla 2.5 resulta muy útil en la selección de los servicios que se espera ofrezcan los ITS en México, ya que elimina la necesidad de buscar servicios compatibles con cada una de las arquitecturas estudiadas.

En la siguiente sección se describe el proceso seguido para seleccionar los servicios al usuario, que considerará la arquitectura ITS para México.

Tabla 2.5
Clasificación de Servicios al usuario: E.U.A., Canadá, Japón, Europa.

Servicios	E.U.A.	Canadá	Japón	Europa
1. Apoyo al viajero				
1.1 Acceso a información				Información de viaje y turística
1.1.1 Información previa al viaje (peatones, conductores)				
	1) Información antes de salir de viaje	1) Información al viajero	2) Proveer información relacionada al destino 17) Proveer rutas para peatones	
1.1.2 Reservaciones y vehículos compartidos				
	4) Reservaciones y vehículos compartidos	3) Reservaciones y vehículos compartidos		
1.2 Apoyo al viajero				
1.2.1 Apoyo al viajero en tránsito (navegación)				
	2) Información para el conductor en tránsito	2) Selección de rutas y navegación	4) Proveer información acerca de las condiciones de manejo y del camino 5) Advertencia de peligros 6) Ayuda para conducir	
1.2.2 Selección de rutas				
	3) Selección de rutas	2) Selección de rutas y navegación	1) Proveer información de guía en rutas	
1.2.3 Información de servicios para el viajero				
	5) Información de servicios para el viajero	4) Información de servicios para el viajero	13) Proveer información del transporte público	
1.2.4 Información al viajero en tránsito en transporte público				
	12) Información para el viajero en tránsito	14) Información para el viajero en tránsito		

2. Servicios Centrales				Información de tránsito y transporte público. Movilidad multimodal
2.1 Administración del tránsito y de la demanda de viajes				
2.1.1 Control de tránsito				
	6) Control de tránsito	5) Control de tránsito	8) Optimización del flujo de tránsito 18) Eliminación de accidentes peatón-vehículo	
2.1.2 Administración de la demanda de viajes				
	8) Administración de la demanda de viajes	7) Administración de la demanda de viajes		
2.1.3 Proveer información de ocurrencia de restricciones al tránsito				
			9) Proveer información acerca de las restricciones de tránsito cuando ocurran incidentes	
2.2 Administración del transporte público				
2.2.1 Administración del transporte público				
	11) Administración del transporte público	13) Administración del transporte público		
2.2.2 Transporte público personalizado				
	13) Transporte público personalizado	15) Transporte público personalizado		
2.2.3 Seguridad para el usuario del transporte público				
	14) Seguridad para el usuario del transporte público	10) Advertencia dinámica automática y vigilancia 16) Seguridad para el usuario del transporte público		
2.2.4 Operaciones y mantenimiento				
		9) Operaciones y mantenimiento	14) Asistencia para las operaciones del transporte público y su administración	

2.3 Administración de vehículos de carga			
2.3.1 Procesos de administración de vehículos comerciales			
	19) Procesos de administración de vehículos comerciales	21) Procesos de administración de vehículos comerciales	15) Asistencia para la administración de operaciones de vehículos comerciales 11) Administración de vehículos comerciales especiales 16) Formación automática de pelotones de vehículos comerciales
2.3.2 Administración de carga intermodal			
		22) Administración de carga intermodal	
2.4 Administración de emergencias			
2.4.1 Administración de incidentes y desastres			
	7) Administración de incidentes	6) Administración de incidentes 26) Administración de respuestas a desastres	
2.4.2 Respuesta a incidentes con materiales peligrosos			
	20) Respuesta a incidentes con materiales peligrosos	25) Planeación del movimiento y respuesta a incidentes con materiales peligrosos	
2.4.3 Notificación automática de emergencias y personal de seguridad			
	22) Notificación de emergencias y personal de seguridad	24) Notificación de emergencias y personal de seguridad	19) Notificación automática de emergencias
2.4.4 Administración de vehículos de emergencia			
	23) Administración de vehículos de emergencia	27) Administración de vehículos de emergencia	20) Proveer rutas para vehículos de emergencia y soporte para las actividades de ayuda

2.5 Administración de cuotas		
2.5.1 Servicios de pago electrónico		
	15) Servicios de pago electrónico	17) Servicios de pago electrónico
		3) Cobro electrónico de cuotas
2.6 Administración de fletes y carga		
2.6.1 Administración de flotillas comerciales		
	21) Administración de flotillas comerciales	23) Administración de flotillas comerciales
		10) Mejora de las operaciones de mantenimiento
2.7 Administración de emisiones		
2.7.1 Verificación y reducción de emisiones		
	9) Verificación y reducción de emisiones	
2.8 Proveedor de servicios de información		
2.8.1 Funciones de información almacenada		
	31) Funciones de información almacenada	35) Funciones de información almacenada
2.8.2 Administración de condiciones ambientales (clima y medio ambiente)		
	8) Administración de condiciones ambientales	21) Utilización de información en una sociedad de información y telecomunicaciones avanzadas
	34) Administración de datos de clima y medio ambiente	

3. Carretero				Carreteras equipadas con control de señales coordinadas, detección de incidentes, sistemas de administración. Cruces fronterizos equipados para revisión aduanal automática
3.1 Carretera				
3.1.1 Seguridad basada en infraestructura				
	10) Información de intersecciones ferrocarril carretera	29) Eliminación de colisiones basada en la infraestructura 12) Seguridad y control en intersecciones multimodales 11) Seguridad de usuarios no automovilistas en el camino	12) Proveer información de peligros en los caminos	
3.1.2 Inspección al lado del camino				
	17) Inspección automática de seguridad al lado del camino	19) Inspección automática de seguridad al lado del camino		
3.1.3 Operaciones de mantenimiento y construcción				
	32) Operaciones de mantenimiento y construcción			
3.1.4 Sistemas de carreteras automáticas				
			7) Sistemas de carreteras automáticas	
3.2 Inspección de vehículos de carga				
3.2.1 Liberación electrónica de vehículos comerciales				
	16) Liberación electrónica de vehículos comerciales	18) Liberación electrónica de vehículos comerciales		

4. Vehículo				
4.1 Seguridad en la conducción de vehículos			Sistemas del vehículo (mapas digitales, asistencia al conductor, autobús multimedia e integración de equipo de cuota, tacógrafo digital, computadora a bordo)	
4.1.1 Eliminación de colisiones basada en los vehículos				
	24) Eliminación de colisiones longitudinales 25) Eliminación de colisiones laterales 26) Eliminación de colisiones en intersecciones	28) Eliminación de colisiones basada en los vehículos		
4.1.2 Operación automática de vehículos				
	30) Operación automática de vehículos	33) Operación automática de vehículos		
4.1.3 Mejoras a la seguridad basada en sensores				
	27) Mejoras visuales para evitar choques	30) Mejoras a la seguridad en la conducción basada en sensores		
4.1.4 Activación de restricciones al movimiento antes de impactos				
	29) Activación de restricciones al movimiento antes de los impactos	32) Activación de restricciones al movimiento antes de los impactos		
4.2 Vehículos de transporte público y comerciales				
4.2.1 Monitoreo de seguridad a bordo del vehículo				
	18) Monitoreo de seguridad a bordo del vehículo 28) Alertas de seguridad	20) Monitoreo de seguridad a bordo de las unidades 31) Alertas de seguridad		

2.2 Selección de los servicios al usuario para la arquitectura ITS México

La identificación de los servicios al usuario de un país o región se basa en la identificación de los problemas y necesidades de ese país o región, mediante la participación activa de todos los actores involucrados. Esto conlleva un esfuerzo y participación muy importante (en tiempo y recursos) de los actores.

Dadas las limitaciones de tiempo y recursos para realizar esta etapa, la cual es la base para el desarrollo de la arquitectura, en este proyecto se optó por revisar los servicios al usuario identificados en otros países, y se llevó a cabo una evaluación para seleccionar aquellos con mayor oportunidad para aplicarse en México.

Para la evaluación de los servicios al usuario para la arquitectura ITS México, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

1. Se construyó una tabla en la que se listaron en la primera columna, los servicios al usuario que ofrece la arquitectura de los ITS en EUA. Se consideró esta arquitectura como base, ya que es con la que la arquitectura de ITS para México pudiera requerir un mayor grado de compatibilidad por su cercanía geográfica. Esta tabla se presenta con el número 2.6.
2. En la misma tabla (tabla 2.6) se incluyeron siete columnas que definen los criterios de selección de los servicios al usuario. Los criterios utilizados son: a) *Existencia de antecedente*. En el que se señala si se tiene o no conocimiento de un servicio similar que se esté ofreciendo en México. b) *Necesidad*. Con este criterio se establece si se considera que el servicio es necesario. c) *Complejidad tecnológica*. Considera el grado de complejidad tecnológica que implica la implantación del servicio. d) *Complejidad de instrumentación*. Comprende el grado de involucramiento necesario por parte de los distintos actores para la implantación del servicio y las dificultades asociadas para la coordinación de esos actores. e) *Beneficio*. Identifica hacia quién estará orientado el beneficio de la implantación del servicio. f) *Costo total*. Establece el orden de magnitud del costo de la implantación del servicio. g) *Tiempo de implantación*. Estima el tiempo necesario para lograr la instalación y puesta en operación de los componentes del servicio.
3. A cada uno de los criterios de selección se le asignó una escala de acuerdo con lo siguiente: para la existencia de antecedente, se utilizaron los valores 0 si se considera que no hay antecedente, y 1 si se tiene. Para la necesidad, los valores utilizados son 1 si se considera poca necesidad del servicio, 2 si la necesidad es media, y 3 si es mucha. Para la complejidad tecnológica los valores son 1 si se considera que es alta, 2 si se estima como media, y 3 si es baja. Para la complejidad de instrumentación se aplicó la misma escala que para el caso de la complejidad tecnológica. Para el criterio de selección beneficio, los valores utilizados son 1 si se espera que el beneficio sea sólo

para el administrador del sistema de transporte, 2 si se espera que el beneficio sea para el sector transporte, y 3 si el beneficio del servicio es para el público en general. El costo total se clasifica con 1 para el costo alto, 2 para uno medio, y 3 para uno bajo. Finalmente, el tiempo de implantación se clasifica con 1 para un largo plazo, 2 para un mediano plazo, y 3 para un corto plazo.

4. Se asignaron valores para ponderar el peso de cada uno de los criterios de decisión. Así, el ponderador de la existencia de antecedente es 0.05; 0.25 para necesidad; 0.10 para complejidad tecnológica; 0.10 para complejidad de instrumentación; 0.25 para beneficio; 0.15 para costo total; y 0.1 para el tiempo de implantación.

Tanto la escala para la clasificación de criterios de selección como los ponderadores fueron seleccionados después de numerosas discusiones al respecto, de manera arbitraria por los autores de este reporte. Los valores asignados reflejan la propia experiencia de los responsables del trabajo y pudieran ser modificados en futuras revisiones del mismo.

5. Una vez definidas las escalas de clasificación y los ponderadores, se procedió a asignar los valores listados en la tabla 2.6, se obtuvo el índice como el promedio ponderado de los criterios de selección y se procedió a seleccionar los servicios de la arquitectura ITS México de acuerdo con lo siguiente: aquellos servicios cuyo promedio ponderado está por encima del promedio general serán los seleccionados para iniciar su implantación en México en el corto y mediano plazos. Los servicios cuyo promedio ponderado está por debajo del promedio serán susceptibles de desarrollarse en el largo plazo, o no desarrollarse.

Tabla 2.6
Selección de Servicios al Usuario.

	Criterios							
	Existencia de antecedente	Necesidad	Complejidad tecnológica	Complejidad instrumentación	Beneficio	Costo total	Tiempo de puesta en operación	Índice
1. Apoyo al viajero								
1.1 Acceso a información								
1.1.1 Información previa al viaje (peatones, conductores)	1	3	3	1	3	3	3	2.70
1.1.2 Reservaciones y vehículos compartidos	0	1	3	1	3	2	3	2.00
1.2. Apoyo al viajero								
1.2.1 Apoyo al viajero en tránsito (navegación)	0	3	1	1	3	2	2	2.20
1.2.2 Selección de rutas	1	3	1	1	3	2	2	2.25
1.2.3 Información de servicios al viajero	0	3	3	3	3	3	3	2.85
2. Servicios Centrales								
2.1 Administración del tránsito y de la demanda de viajes								
2.1.1 Control de tránsito	1	3	2	3	3	1	3	2.50

2.1.2 Administración de la demanda de viajes	0	3	3	1	3	2	2	2.40
2.1.3 Proveer información de ocurrencia de restricciones al tránsito	1	3	2	1	3	3	2	2.50
2.2 Administración del transporte público								
2.2.1 Administración del transporte público	1	3	3	3	3	3	3	2.90
2.2.2 Transporte público personalizado	1	1	2	3	3	1	1	1.80
2.2.3 Seguridad para el usuario del transporte público	0	3	3	1	3	2	3	2.50
2.2.4 Operaciones y mantenimiento	1	3	2	2	1	2	3	2.05
2.3 Administración de vehículos de carga								
2.3.1 Procesos de administración de vehículos comerciales	1	3	3	1	3	3	2	2.60
2.3.2 Administración de carga intermodal	1	3	3	1	2	2	3	2.30
2.4 Administración de emergencias								
2.4.1 Administración de incidentes y desastres	0	3	3	1	3	1	2	2.25
2.4.2 Respuesta a incidentes con materiales peligrosos	1	3	3	1	3	1	3	2.40
2.4.3 Notificación automática de emergencias y personal de seguridad	0	3	3	1	1	2	2	1.90
2.4.4 Administración de vehículos de emergencia	1	3	3	2	3	3	2	2.70
2.5 Administración de cuotas								

2.5.1 Servicios de pago electrónico	1	2	3	3	3	2	3	2.50
2.6 Administración de fletes y carga								
2.6.1 Administración de flotillas comerciales	1	3	3	3	2	2	3	2.50
2.7 Administración de emisiones								
2.7.1 Verificación y reducción de emisiones	1	3	3	2	3	1	2	2.40
2.8 Proveedor de servicios de información								
2.8.1 Funciones de información almacenada	0	2	3	1	1	1	1	1.40
2.8.2 Administración de condiciones ambientales (clima y medio ambiente)	1	3	3	1	3	2	2	2.45
3. Carretero								
3.1 Carretera								
3.1.1 Seguridad basada en infraestructura	1	3	1	1	3	1	1	2.00
3.1.2 Inspección al lado del camino	1	2	3	2	3	3	3	2.55
3.1.3 Operaciones de mantenimiento y construcción	0	2	2	2	2	3	3	2.15
3.1.4 Sistemas de carreteras automáticas	0	1	1	1	3	1	1	1.45
3.2. Inspección de vehículos de carga								
3.2.1 Liberación electrónica de vehículos comerciales	0	3	3	2	2	2	3	2.35

4. Vehículo								
4.1 Seguridad en la conducción de vehículos								
4.1.1 Eliminación de colisiones basada en los vehículos	0	3	2	1	3	2	2	2.30
4.1.2 Operación automática de vehículos	0	1	1	1	3	1	1	1.45
4.1.3 Mejoras a la seguridad basada en sensores	0	2	2	2	3	1	2	2.00
4.1.4 Activación de restricciones al movimiento antes de impactos	0	3	3	1	3	2	2	2.40
4.2 Vehículos de transporte público y comerciales								
4.2.1 Monitoreo de seguridad a bordo del vehículo	1	3	3	2	3	2	3	2.65

El promedio general de los índices es 2.28.

De acuerdo con el criterio establecido para la selección de los servicios al usuario de la arquitectura ITS México, los servicios a desarrollarse en el corto y mediano plazos serían los indicados en negritas en la tabla 2.7 y cuyo índice está por encima de 2.28. Aquellos, cuyo índice está por debajo de 2.28 serán susceptibles de desarrollarse sólo en el largo plazo o no desarrollarse. Los servicios se listan por orden de importancia conforme al valor de su índice y siguen la nomenclatura utilizada en la tabla 2.6.

Tabla 2.7
Servicios al usuario de la arquitectura ITS México listados por orden de importancia.

Servicio al usuario	Índice
2.2.1. Administración del transporte público	2.90
1.2.3. Información de servicios al viajero	2.85
1.1.1. Información previa al viaje (peatones, conductores)	2.70
2.4.4. Administración de vehículos de emergencia	2.70
4.2.1. Monitoreo de seguridad a bordo del vehículo	2.65
2.3.1. Procesos de administración de vehículos comerciales	2.60
3.1.2. Inspección al lado del camino	2.55
2.1.1. Control de tránsito	2.50
2.1.3. Proveer información de ocurrencia de restricciones al tránsito	2.50
2.2.3. Seguridad para el usuario del transporte público	2.50
2.5.1. Servicios de pago electrónico	2.50
2.6.1. Administración de flotillas comerciales	2.50
2.8.2. Administración de condiciones ambientales (clima y medio ambiente)	2.45
2.1.2. Administración de la demanda de viajes	2.40
2.4.2. Respuesta a incidentes con materiales peligrosos	2.40
2.7.1. Verificación y reducción de emisiones	2.40
4.1.4. Activación de restricciones al movimiento antes de impactos	2.40
3.2.1. Liberación electrónica de vehículos comerciales	2.35
2.3.2. Administración de carga intermodal	2.30
4.1.1. Eliminación de colisiones basada en los vehículos	2.30
1.2.2. Selección de rutas	2.25
2.4.1. Administración de incidentes y desastres	2.25
1.2.1. Apoyo al viajero en tránsito (navegación)	2.20
3.1.3. Operaciones de mantenimiento y construcción	2.15
2.2.4. Operaciones y mantenimiento	2.05
1.1.2. Reservaciones y vehículos compartidos	2.00
3.1.1. Seguridad basada en infraestructura	2.00
4.1.3. Mejoras a la seguridad basada en sensores	2.00
2.4.3. Notificación automática de emergencias y personal de seguridad	1.90
2.2.2. Transporte público personalizado	1.80

3.1.4. Sistemas de carreteras automáticas	1.45
4.1.2. Operación automática de vehículos	1.45
2.8.1. Funciones de información almacenada	1.40

Como puede observarse en la tabla 2.7, los servicios al usuario que se propone ofrezcan los ITS en México en el corto y mediano plazos son 20. En la tabla 2.8 se reproduce la primera columna de la tabla 2.6, indicando en negritas los servicios al usuario que se propone sean ofrecidos por los ITS en México. Esta nueva tabla ayuda a identificar los paquetes de servicios a desarrollar dentro de la arquitectura ITS México.

Tabla 2.8.
Servicios al usuario de la arquitectura ITS México listados de acuerdo con su paquete de servicios.

1. Apoyo al vViajero
1.1 Acceso a información
1.1.1 Información previa al viaje (peatones, conductores)
1.1.2 Reservas y vehículos compartidos
1.2 Apoyo al viajero
1.2.1 Apoyo al viajero en tránsito (navegación)
1.2.2 Selección de rutas
1.2.3 Información de servicios al viajero
2. Servicios centrales
2.1 Administración del tránsito y de la demanda de viajes
2.1.1 Control de tránsito
2.1.2 Administración de la demanda de viajes
2.1.3 Proveer información de ocurrencia de restricciones al tránsito
2.2 Administración del transporte público
2.2.1 Administración del transporte público
2.2.2 Transporte público personalizado
2.2.3 Seguridad para el usuario del transporte público
2.2.4 Operaciones y mantenimiento
2.3 Administración de vehículos de carga
2.3.1 Procesos de administración de vehículos comerciales
2.3.2 Administración de carga intermodal
2.4 Administración de emergencias
2.4.1 Administración de incidentes y desastres
2.4.2 Respuesta a incidentes con materiales peligrosos

Continuación de la Tabla 2.8

2.4.3 Notificación automática de emergencias y personal de seguridad
2.4.4 Administración de vehículos de emergencia
2.5 Administración de cuotas
2.5.1 Servicios de pago electrónico
2.6 Administración de fletes y carga
2.6.1 Administración de flotillas comerciales
2.7 Administración de emisiones
2.7.1 Verificación y reducción de emisiones
2.8 Proveedor de servicios de información
2.8.1 Funciones de información almacenada
2.8.2 Administración de condiciones ambientales (clima y medio ambiente)
3. Carretero
3.1 Carretera
3.1.1 Seguridad basada en infraestructura
3.1.2 Inspección al lado del camino
3.1.3 Operaciones de mantenimiento y construcción
3.1.4 Sistemas de carreteras automáticas
3.2 Inspección de vehículos de carga
3.2.1 Liberación electrónica de vehículos comerciales
4. Vehículo
4.1 Seguridad en la conducción de vehículos
4.1.1 Eliminación de colisiones basada en los vehículos
4.1.2 Operación automática de vehículos
4.1.3 Mejoras a la seguridad basada en sensores
4.1.4 Activación de restricciones al movimiento antes de impactos
4.2 Vehículos de transporte público y comerciales
4.2.1 Monitoreo de seguridad a bordo del vehículo

En el siguiente capítulo se describen en forma detallada, los servicios al usuario de la arquitectura ITS para México.

3 Descripción de los servicios al usuario

3.1 Apoyo al viajero

Consiste de servicios al usuario diseñados para usar sistemas y tecnologías avanzados para administrar información y ayudar a los viajeros a decidir cuándo conducir y la ruta a seguir, así como las oportunidades para reservar viajes compartidos y otros servicios al viajero.

3.1.1 Acceso a información

3.1.1.1 Información previa al viaje

Tiene como objetivo construir un entorno vial/carretero seguro y agradable para conductores, peatones y usuarios de los sistemas de transporte, incluyendo a la gente mayor o con problemas de movilidad. Para proporcionar la información se usan diferentes medios de difusión, como son: números telefónicos, Internet o kioscos.

La información previa al viaje [Pre-trip Travel Information, PTTI], permite asistir a los viajeros en la toma de decisiones del viaje, efectuar estimaciones de tiempo de viaje y decisiones de ruta previas al inicio del viaje. Consiste de cuatro funciones fundamentales: 1) información de servicios disponibles; 2) información de la situación actual; 3) servicio de planeación de viaje; y 4) acceso al usuario.

La información se integra de los modos de transporte existentes y se presenta al usuario para la toma de decisiones.

1. La Información de servicios disponibles incluye información programada de rutas de transporte público, horarios de transporte público, información complementaria de horarios, opciones de transbordo, tarifas, servicio de viajes compartidos.

2. La información de la situación actual incluye el estado vigente de los servicios de transporte, condición actual de incidentes, accidentes, construcción/mantenimiento de vialidades, rutas alternas, velocidades en rutas específicas, condiciones de estacionamiento en áreas clave, horarios de eventos próximos o actuales, condiciones climáticas.

3. El servicio de planeación de viaje basado en parámetros específicos del usuario, incluye las necesidades de información para planear un viaje próximo, itinerario estimado, selección modal, condiciones de viaje en tiempo real; además de proporcionar al usuario la capacidad de elegir las mejores condiciones de viaje según sus necesidades y preferencias específicas tanto de horarios, comodidad y

condiciones climáticas, mediante itinerarios alternos a un primer itinerario calculado.

El PTTI permitirá a los usuarios especificar un destino deseado, una ubicación de salida planeada, la hora de salida deseada, la hora de llegada deseada, sus rutas o segmentos de rutas preferidas, sus modos de transporte preferidos y las condiciones climáticas preferidas.

Aparte de los parámetros especificados por el usuario, el PTTI deberá usar factores adicionales para la planeación de viajes.

El PTTI considerará las condiciones actuales y previstas de viaje al calcular un itinerario de viaje.

4. El Acceso al usuario permite que los usuarios tengan acceso al sistema desde múltiples ubicaciones, desde sus hogares, su lugar de trabajo, sitios generadores de viajes, dispositivos personales portátiles, y a través de varios tipos de medios electrónicos.

Los medios de acceso deben cumplir con la legislación establecida para el caso.

3.1.1.2 Reservaciones y vehículos compartidos

Este servicio expande el mercado de transporte automotor compartido al proveer información en tiempo real de viajes compartidos, junto con reservaciones y asignación de vehículos. Este servicio incluirá también un servicio de pago de tarifas a los proveedores.

El ITS deberá incluir una función de reservación y vehículos compartidos [Ride Matching and Reservation, RMR]. Este servicio proporcionará a los viajeros información de proveedores de viajes compartidos. Sus tres funciones principales son: 1) Solicitud de viaje compartido, 2) Servicios de proveedores de transporte, y 3) Procesamiento de información. Este servicio también incluirá un servicio de cobro a los proveedores.

1. La RMR deberá incluir la capacidad de solicitud de viaje compartido, que otorga la capacidad para que un viajero solicite un viaje, incluyendo al menos teléfonos (incluyendo servicios para gente discapacitada) y kioscos.

Se proveerá al viajero la capacidad de solicitar un itinerario específico, indicando: fecha, hora de salida y llegada, origen, destino, restricciones o determinadas preferencias.

Brindará al viajero opciones disponibles para compartir el viaje, basadas en la solicitud del viaje y un itinerario específico. Adicionalmente incluirá la capacidad de llevar a cabo el enlace de viajes en tiempo real, mediante el contacto instantáneo entre conductor y pasajero.

2. La RMR deberá incluir una función de servicio de proveedores de transporte, que incluya la capacidad de que los proveedores tengan vinculada su contabilidad con un despacho central. Incluye protecciones electrónicas contra fraudes y abusos. Automáticamente se generarán los reportes y documentación financiera necesarios.

Los servicios proveedores de transporte permiten a los operadores comerciales como taxis y minibuses que sean incluidos como opciones para viajeros solicitantes.

3. La RMR habrá de incluir una función de procesamiento de información, que enlace rápidamente las preferencias y demandas de viajeros solicitantes con los servicios disponibles de los proveedores. Tiene la capacidad de despacho para transacciones financieras de viajes compartidos.

Reúne los servicios disponibles de todos los modos de viaje, incluyendo:

- Autobús
- Ferrocarril
- Minibús
- Autobús expreso
- Servicio comercial
- Servicio especializado
- Autos compartidos

Los servicios de procesamiento de información deberán proveer la infraestructura de información para conectar a los consumidores y proveedores. También deben facilitar la capacidad de obtener información de mercado para asistir en las operaciones y en la planeación de mejora de los servicios.

3.1.2. Apoyo al viajero

3.1.2.1 Apoyo al viajero en tránsito (navegación)

Para mantener un flujo de tránsito seguro y continuo a pesar de condiciones naturales difíciles de cada región, se difundirá información relativa las condiciones de lluvia, nieve, niebla, viento y agua, además de información relativa a las restricciones de transporte.

Información al viajero en ruta

La función de información al viajero en ruta [En-Route Driver Information, DI], permite a los conductores tener información en ruta, que le permite conocer rutas alternas según su destino. Consiste de dos funciones principales: 1) notificación al conductor, y 2) señales a bordo.

El decremento potencial del tránsito puede generar beneficios en seguridad carretera, reducción de contaminación ambiental, y reducción de congestionamientos.

1. La DI deberá instrumentarse de tal forma que resulte benéfica al sistema de transporte y al público, ayudando a mejorar la seguridad vial/carretera, y a reducir congestionamientos.

La DI tendrá que diseñarse de tal forma que permita una implantación en dos fases. Para lo cual en el corto plazo, deberá incluir una capacidad dirigida a aquellas características que puedan implantarse en el esquema actual. En el largo plazo, deberá incluir una capacidad dirigida a aquellas características factibles de implantarse cuando el resto del ITS sea propagado.

2. La notificación al conductor puede instrumentarse en dos fases (corto y largo plazo). La fase de corto plazo incluye información al viajero dentro de un área limitada de difusión.

La DI deberá incluir la capacidad de proveer a los viajeros información precisa relativa a las opciones disponibles de viaje y su estatus de disponibilidad operacional. Deberá proporcionar información al viajero para eludir áreas congestionadas, información para que elijan modo de transporte para evitar congestionamientos, y proporcionar la capacidad para que los conductores obtengan información de viaje en sus vehículos.

En el largo plazo, deberá incluirse la capacidad de brindar información al viajero en todas las áreas geográficas.

3. En el corto plazo, las señales a bordo, habrán de incluir la capacidad de cubrir las necesidades más inmediatas de los viajeros. La función de señales a bordo en el corto plazo comprenderá la capacidad de proveer asistencia a los individuos con visión reducida, proporcionar asistencia de guiado a individuos en áreas que no le son familiares y en áreas donde frecuentemente hay condiciones de poca visibilidad, vientos fuertes, temperaturas extremas y derrumbes.

En el corto plazo, la función de señales a bordo deberá instrumentarse de tal forma que acreciente las señales existentes, así como las señales de control (por ejemplo, señales de alto), y las señales de advertencia (por ejemplo, señales de precaución).

En el corto plazo, la función de señales a bordo tendrá que habilitar una interface con el usuario que le permita el acceso a las capacidades del sistema.

En el largo plazo, la función de señales a bordo de DI deberá incluir la capacidad para servir las más de las necesidades del viajero, e integrarse con otras capacidades del sistema ITS.

En el largo plazo, la función de señales a bordo requerirá brindar la capacidad de emitir advertencias, cuya función permitirá controlar el contenido de los mensajes de precaución para las condiciones ambientales.

La función de señales a bordo deberá proveer la capacidad de utilizar datos de los sensores climáticos en la vialidad, como insumos para mensajes de advertencia, de condiciones carreteras, y recordatorios de precaución.

3.1.2.2 Selección de rutas

Guiado de ruta

Este servicio proporciona al usuario instrucciones acerca de las vueltas que debe realizar y otras maniobras para llegar a los destinos seleccionados. De manera simple, un usuario introduce un destino y será provisto de una ruta fija recomendada. De forma más dinámica, el usuario recibirá instrucciones seleccionadas en el curso del viaje al destino. Puede incluir información que tome en consideración las condiciones del tránsito.

Este servicio deberá incluir una función de guiado de ruta [Route Guidance, RG], que ayudará al viajero con instrucciones para destinos seleccionados. Consiste de cuatro funciones: 1) proveer instrucciones, 2) modo estático, 3) modo tiempo real, y 4) interface con el usuario.

1. La RG habrá de incluir la capacidad de proporcionar instrucciones a los viajeros para la ubicación de destinos seleccionados. Esta función debe emitir instrucciones con base en información de las condiciones actuales de los sistemas de transporte. La información actualizada de las condiciones del sistema de transporte con base en la que se dan instrucciones a los viajeros, deben incluir:

- Condiciones actuales de tránsito
- Estatus de los sistemas de transporte público
- Horarios de los sistema de transporte público
- Eventos que influyen las rutas de viaje
- Calles cerradas

- Eventos peatonales
- Zonas no peatonales

La información al viajero tendrá que ser simple y fácil de comprender, proporcionando instrucciones del sentido de las vueltas que deben tomarse, incluyendo:

- Calles particulares
- Caminos
- Andadores
- Instalaciones de transporte público

2. La RG deberá incluir un modo estático para la difusión de información a los viajeros. El modo estático emitirá a los viajeros información en mapas de caminos e información de horarios de los sistemas de transporte público

El modo estático debe contar con comunicaciones en dos sentidos entre el viajero y la infraestructura. Este tipo de comunicaciones da la capacidad para captar el destino deseado del viajero, y proporcionar instrucciones al viajero basadas en la ruta calculada por la infraestructura.

3. La RG incluirá un modo en tiempo real, que utilice información actualizada de las condiciones de viaje para proporcionar la información siguiente, con mejor desempeño que el modo estático: información de condiciones de tránsito e información dinámica de horarios de tránsito.

El modo en tiempo real incluye la capacidad de operar con procesadores de selección de ruta ubicados en unidad móvil, o en procesadores de selección de ruta instalados en la infraestructura del sistema de transporte, o en ambos.

Este tipo de sistemas basado en equipos móviles, debe comprender la capacidad de recibir información de la infraestructura y usarla para la determinación de rutas. En este caso, el sistema se denotará como un sistema de tiempo real basado en infraestructura.

El modo en tiempo real deberá brindar la capacidad para la operación autónoma de los sistemas de base móvil.

4. La RG tendrá que incluir una función de interface con el usuario, que proporcione la capacidad para que los viajeros tengan acceso al sistema mediante el uso de dispositivos interactivos, que incluyen:

- Exhibición [display] visual

- Teclados [keypads]
- Dispositivos sensibles al contacto [touch devices]
- Voz generada por computadora
- Sistema de reconocimiento de voz

Los sistemas móviles deben usar la mejor información disponible para proveer información de ruta.

Los sistemas móviles necesitan proveer la capacidad para que los viajeros individuales construyan la ruta seleccionada para ellos.

Los sistemas móviles deben permitir la construcción de rutas para viajeros basada en ciertas condiciones especificadas por el viajero, que incluyan evitar autopistas de tipo expreso, y evitar transbordos con transporte público masivo

Los sistemas basados en infraestructura deben permitir que los viajeros individuales definan la selección de ruta; deben usar la información de destino del viajero para estimar la demanda extra en el sistema de transporte, y entonces, proporcionar ruteo al viajero basada en esta demanda estimada.

3.1.2.3 Información de servicios al viajero

Con el objetivo de mejorar la comodidad al conducir, se distribuye información del tránsito a través del sistema de navegación, que es compatible con la función a solicitud y con las unidades de difusión de información; de tal forma que pueda seleccionarse el comportamiento óptimo relativo a la ruta y tiempo de viaje, haciendo una mejor distribución del flujo de tránsito.

La información de tránsito comprende información de congestionamiento de tránsito para cada ruta óptima, tiempo requerido al destino, información de restricciones al tránsito, además de información actualizada de disponibilidad de estacionamientos.

La información también se distribuye a los hogares y oficinas para apoyar a los conductores en la decisión previa al viaje acerca de un plan de viaje eficiente.

Adicionalmente, se distribuye información de servicios regionales del destino a través del equipo del vehículo al ser solicitada, información de áreas de servicio/estacionamiento, y las estaciones al lado del camino en las carreteras.

Información de servicios al viajero

El servicio de información de servicios al viajero proporciona al viajero acceso a información del tipo de la “sección amarilla”, que incluye una diversidad de servicios e instalaciones relativas a viajes. La información deberá ser accesible al

viajero en su hogar u oficina para apoyar a la planeación previa al viaje y en ruta, ya sea en el vehículo o en instalaciones públicas, tales como terminales de transporte público o estaciones de descanso en carreteras.

El ITS deberá incluir una función de información de servicios al viajero [Traveler Services Information, TSI]. Esta función proporciona al viajero información de servicios e instalaciones con el propósito de asistirlo previo al inicio del viaje, o durante el viaje. Las funciones que se incluyen son:

1. El TSI deberá incluir una función de recepción de información, que proporciona y mantiene una base de datos de servicios de tipo local disponibles a los viajeros. Permite adquirir información actualizada relativa a servicios al viajero, al nivel local, incluyendo condiciones, estatus y disponibilidad de estos servicios. También incluye información de la disponibilidad de servicios a conductores y turistas locales.

Este servicio deberá tener la capacidad para integrarse con la información para planeación del viaje.

Tendrá la capacidad de apoyar a las transacciones financieras requeridas para cobro a los viajeros en la compra de boletos y reservaciones.

Este servicio deberá incluir la capacidad de tener conectividad interactiva entre los usuarios, proveedores y patrocinadores de los servicios.

2. El TSI deberá incluir una función de acceso a información, que habilite a los viajeros a solicitar y recibir información general local. Permitirá a los viajeros y centros solicitar y recibir información de la ubicación de instalaciones y de la calidad de servicios específicos locales, que incluyen información de:

- Hospedaje
- Alimentos
- Estacionamientos
- Horarios de operación
- Actividades turísticas
- Eventos diarios o especiales
- Disponibilidad de instalaciones médicas/asilo, incluyendo nivel de servicio
- Estaciones de gasolina cercanas
- Instalaciones locales de protección

El acceso a información habilitará la capacidad para que los viajeros soliciten acciones específicas a los proveedores de servicios locales, como reservaciones de hospedaje y de restaurantes.

Este servicio permitirá a los viajeros tener acceso a información sin importar el modo de transporte que utilice. Permitirá el acceso a servicios de información de viaje a través de los siguientes métodos:

- Avisos en radio de carretera
- Líneas telefónicas
- Computadoras en casa
- Computadoras en oficina
- Computadoras a bordo
- Kioscos en áreas públicas
- Dispositivos portátiles personales

Este servicio permitirá el acceso a información de servicios de transporte desde kioscos públicos ubicados en áreas de descanso, centros de actividad, atracciones turísticas, plazas de servicios, y aeropuertos, entre otros.

Información en ruta del transporte público

El servicio de información en ruta de transporte público provee a los viajeros información en tiempo real de transporte público y de ocupación de los vehículos, proporcionando la posibilidad de elegir alternativas de viaje una vez que el viajero está en ruta.

El servicio de información en ruta del transporte público [En-Route Transit Information, TI] proporciona a los viajeros información en tiempo real del transporte público y de vehículos de alta ocupación, permitiendo alternativas de viaje una vez que el viajero está en ruta. Consiste de tres funciones principales, 1) distribución de información; 2) recepción de información; y 3) procesamiento de información. Este servicio integra información proveniente de diferentes modos de transporte público y la presenta a los viajeros para la toma de decisiones.

1. La TI deberá incluir una función de distribución de información que disemine la información a los viajeros.

La distribución de información comprenderá la capacidad de contar con una red de información, que permita dotar a los usuarios con información relativa al viaje en tiempo real mientras se encuentran en tránsito.

La red de información permitirá difundir información a los viajeros que serán asistidos en la toma de decisiones con relación a transbordos, y para modificaciones de sus viajes (incluyendo intermodales e intramodales).

La red de información deberá proveer a todos los usuarios información proveniente de una sola fuente con el objetivo de garantizar consistencia a todos los usuarios.

La distribución de información incluirá una característica de interface con el usuario, que permitirá a los usuarios tener acceso a información de viaje en lugares fijos, como paradas de transporte público.

Las interfaces con el usuario en paradas de transporte público habrán de tener dispositivos visuales interactivos, además de proporcionar mensajes auditivos, que contengan: notificación de llegadas inminentes de transporte público, e identificación de la ruta de los vehículos de transporte público que llegan.

Las interfaces con el usuario en paradas de transporte público deberán proporcionar información a individuos que están discapacitados físicamente.

Las ubicaciones fijas de interfaces con el usuario deberán contar con interfaces de video interactivo (por ejemplo, televisión por cable) en kioscos, en centros de información de transporte, puntos de transferencia, y paraderos. Estos lugares permitirán utilizar redes locales de ATM's para proporcionar información de viaje a los usuarios.

La interface con el usuario permitirá a los usuarios el acceso a información de viaje en unidades móviles. Estas unidades facilitarán a los usuarios tener acceso a información de viaje mientras se encuentran a bordo de vehículos de transporte público. Esto será factible mediante el uso de señales de mensajes variables y de dispositivos portátiles personales, además tendrá la capacidad de emitir mensajes audibles a los usuarios a bordo.

2. TI incluirá una función de recepción de información para obtener aquellos datos usados para la generación de la información de transporte público en ruta.

La recepción de información permitirá la continua actualización con información en tiempo real de cada sistema de transporte público, incluyendo todos los modos de transporte posibles, y todos los proveedores de servicio de transporte dentro del área de jurisdicción. Incluye los servicios regionales de transporte público especiales [Regional Paratransit Services], proveedores públicos y privados.

3. TI incluirá una función de procesamiento de Información para procesar aquellos datos usados para la generación de información de transporte público en ruta.

El procesamiento de información deberá incluir una característica de recolección de información para obtener datos de las operaciones de transporte público,

incluyendo horarios, servicio real proporcionado, y opciones de transbordo describiendo servicios disponibles y sus horarios asociados.

La recolección de información deberá obtener las condiciones del transporte público, incluyendo datos actuales de vialidad/carretera y datos de tránsito.

El procesamiento de información tendrá que incluir una característica de integración de información, debiendo recopilar, almacenar y mantener datos en línea.

La integración de información deberá recolectar datos de los sistemas de tránsito y transporte público, incluyendo sistemas de transporte público, servicios de administración de tránsito y programas de viajes compartidos.

3.2 Servicios centrales

3.2.1 Administración del tránsito y de la demanda de viajes

Consiste en servicios al usuario diseñados para utilizar sistemas y tecnologías avanzados a fin de mejorar la eficiencia y operación de la infraestructura de transporte de superficie existente y crear condiciones más seguras para los viajeros.

3.2.1.1 Control de tránsito

El Control de tránsito [Traffic Control, TC] administra el movimiento del tránsito en calles y carreteras. Incluye controles en calles a nivel, tales como sistemas de señales de tránsito, sistemas adaptables de control de tránsito y técnicas de control de autopistas, tales como medición de rampas y control de carriles.

Para mejorar la seguridad de tránsito, instalaciones de tránsito, y el ambiente carretero, se implementan controles de señales óptimas para la red vial completa en áreas muy congestionadas y áreas con vialidades dañadas.

Para administrar el tránsito se utiliza la navegación móvil para el conductor que cuenta con equipo a bordo y unidades de difusión de información.

El control de tránsito permite la administración eficiente del tránsito en las calles y carreteras. Incluye cuatro funciones: 1) optimización del flujo de tránsito; 2) vigilancia del tránsito; 3) control del tránsito; y 4) proveer información de tránsito. Este servicio además incluirá el control de la red de sistemas de señales con eventual integración del control de autopistas.

1. El TC deberá incluir una función de optimización del flujo de tránsito, que utilizará estrategias de control que buscan maximizar la eficiencia del tránsito.

Administrará el tránsito en las calles, carreteras. Tendrá como objetivo minimizar los tiempos de demora, el uso de energéticos y los impactos en la calidad del aire debidos al tránsito.

La optimización del flujo de tránsito cubrirá un área que incorpore varias jurisdicciones. Deberá integrar el control de sistemas de redes de señales con el control de carreteras, además de incluir características que permitan dar tratamiento preferencial a los vehículos de transporte público y a vehículos de alta ocupación (HOV).

La optimización del flujo de tránsito habrá de instrumentarse de tal forma que optimice el movimiento del tránsito en un área geográfica extensa, e incluir una función de control que responda a la demanda actual y a la esperada. Deberá además facilitar el desvanecimiento de los congestionamientos de tránsito.

La optimización del flujo de tránsito permitirá predecir los patrones de viaje. Deberá incluir el uso de datos obtenidos relativos a la vigilancia del tránsito, como retroalimentación a las estrategias de control. La instrumentación de la función de control, obliga incluir estrategias que consideren al menos los factores humanos y el comportamiento y expectativas del conductor/viajero.

2. El TC deberá incluir una función de vigilancia del tránsito, que incluirá una función de detección vehicular con capacidad de detectar vehículos con precisión en un modo de tiempo real. La detección de vehículos debe incluir la capacidad para determinar aquellos vehículos que son de alta ocupación (HOV).

La vigilancia del tránsito implica incluir una función de recolección de datos para permitir la recopilación de datos para determinar el flujo de tránsito y su proyección. La función de recolección de datos retroalimentará rápidamente los datos de tránsito para los procesos de control.

La vigilancia del tránsito debe tener una alta capacidad de vigilancia en un área que incluya varias jurisdicciones. Esta vigilancia deberá recopilar datos de velocidad y flujo, y cubrirá una gran cantidad de segmentos de vialidad/camino.

Este servicio deberá permitir la recopilación de mediciones detalladas de tránsito en lugares específicos, además de incluir una función para procesar datos para el manejo de la información de tránsito obtenida. El área vigilada recopilará suficientes datos para proporcionar al sistema el conocimiento de las condiciones existentes.

La función de procesamiento de datos deberá combinar y procesar los datos de tránsito de múltiples fuentes y horarios con el objetivo de mejorar la precisión de la imagen de las condiciones actuales del tránsito. Esta función deberá procesar datos de tránsito para generar proyecciones de corto plazo de las condiciones de tránsito. Esto facilitará mediciones detalladas del tránsito en lugares específicos.

3. El TC deberá incluir una función de control de dispositivos de tránsito, que incluya la capacidad de control en tiempo real adaptiva al tránsito. Esta parte de la función de control de dispositivos se aplica a un área extensa que incluya varias jurisdicciones; además de instrumentarse de manera integrada, y consistente para evitar la generación de conflictos en controles.

El control de área extensa deberá instrumentarse de tal forma que permita que los vehículos de transporte público, de alta ocupación y de atención a emergencias médicas, tengan preferencia sobre otros vehículos.

Esta función permitirá ejercer control sobre los dispositivos utilizados en el control de tránsito. El control de dispositivos debe incluir la capacidad de control de la señalización de tránsito, incluyendo la modificación rápida de parámetros de señalización para responder a los requerimientos de tránsito.

El control de dispositivos incluirá la capacidad de control dinámico de señales de tránsito, de control de medición de rampas en autopistas, de ejercer el control dinámico sobre la infraestructura (tales como carriles reversibles, restricciones de vuelta, etc). El control de dispositivos deberá comunicar los datos de control de los siguientes dispositivos: señales de tránsito, medición de rampas, señales de información, carriles de alta ocupación, apoyo a operadores humanos.

La vigilancia del tránsito debe incluir una función de procesamiento de datos para procesar los datos de tránsito. El control de dispositivos deberá proveer al operador la capacidad de dominar manualmente los sistemas de control automáticos.

El control de dispositivos deberá proveer al operador la capacidad de respuesta con un sistema de cambios adaptivos para permitir una respuesta coordinada con otros centros de administración de tránsito.

4. El control de dispositivos proporcionará información de control de tránsito a otros elementos del ITS, que incluye la navegación a bordo, planeación de viaje, sistemas de ruteo, y sistemas de administración de flotas.

3.2.1.2 Administración de la demanda de viajes

La administración de la demanda de viajes [Travel Demand Management, TDM] generará datos y comunicará estrategias de control y administración que apoyen y faciliten la implantación de programas, políticas y reglamentación de administración de demanda de viajes. Los datos deberán incluir, por ejemplo, tiempos de viaje, ocupación del vehículo, disponibilidad de estacionamientos y niveles de contaminación vehicular. Consiste de dos funciones principales: 1) incremento de la eficiencia del sistema de transporte, y 2) proveer una amplia variedad de opciones de movilidad.

1. La TDM incluirá una función de comunicaciones que permitirá enviar la información necesaria para instrumentar las estrategias de administración y control en respuesta a las políticas y reglamentaciones.

La función de comunicaciones contendrá la capacidad de enviar y recibir la información y las tarifas necesarias para instrumentar las estrategias de administración y control que respondan a ambientes, condiciones y políticas cambiantes, necesarias para incluir acciones en:

- Estacionamientos
- Carriles de alta ocupación (HOV)
- Centros de transporte público
- Lugares de empleo
- Instalaciones de cuota
- Instalaciones de información de viaje (y viajero)
- Instalaciones para compartir vehículos

La función de comunicaciones permitirá enviar la información y datos necesarios para instrumentar las estrategias de administración y control que respondan a ambientes, condiciones y políticas cambiantes necesarias para incluir:

- Datos de sensores
- Monitoreo de vehículos individuales
- Disponibilidad en estacionamientos
- Utilización de datos

La función de comunicaciones deberá proveer la capacidad de recibir información y datos de operadores de transporte y/o usuarios que delinean su estatus actual, necesidades y nivel de actividad.

La función de comunicaciones deberá incluir la capacidad de comunicaciones en dos sentidos con otros servicios al usuario, incluyendo:

- Planeación previa al viaje
- Anuncios de transporte público en ruta
- Información al conductor

- Reservación y viajes compartidos
- Pago electrónico
- Control de tránsito

2. La TDM deberá contener una función de procesamiento, que proveerá la capacidad de generar estrategias de administración y control que faciliten la instrumentación de políticas y reglamentaciones diseñadas para orientar lo siguiente:

- Reducción de viajes vehiculares
- Carriles y rampas de vehículos de alta ocupación
- Administración y control de estacionamientos
- Transporte público y viajes compartidos
- Información y detección de contaminación del aire/emisiones
- Conocimiento público de alternativas de viaje

La función de procesamiento deberá proveer capacidades para propiciar la habilidad de instrumentar y reforzar las políticas federales, estatales y locales.

Las estrategias desarrolladas por la función de procesamiento deberán incluir el guiado para la operación de sistemas físicos que:

- Monitoreen el tránsito
- Informen a los viajeros
- Cobren cuotas
- Detecten el tránsito

La función de procesamiento deberá proveer la capacidad de guiado para la definición de precios y control en acciones en al menos:

- Estacionamientos
- Carriles de alta ocupación
- Centros de transporte público
- Centros de empleo

- Instalaciones de cuota
- Instalaciones de información de viaje
- Instalaciones para viajes compartidos

La función de procesamiento permitirá desarrollar estrategias para la instrumentación de políticas y reglamentaciones que cubran:

- Usuarios y proveedores de servicio del sector público
- Usuarios y proveedores de servicio del sector privado
- Aspectos de legalidad
- Ley de privacidad
- Arreglos multi-jurisdiccionales

La función de procesamiento permitirá generar estrategias de administración y control que respondan dinámicamente a cambios ambientales, condiciones y políticas. Contemplará el control de instalaciones para vehículos de alta ocupación que incluyen carriles, rampas y áreas de estacionamiento.

La función de procesamiento generada dinámicamente, de estrategias de administración y control de instalaciones para vehículos de alta ocupación deberá incluir como factores: requerimientos de ocupación de automóviles y prioridad en rampas para tipos de vehículos seleccionados.

La función de procesamiento generada dinámicamente, de estrategias de administración y control tendrá que incluir la fijación de tarifas de carreteras que responda a la necesidad de control de congestionamientos a insertarse en:

- Precios de usuarios y de cuotas
- Tarifas de transporte público ajustados junto con casetas de cobro
- Precio según la hora de uso en el día (por ejemplo, horas con tarifas gratis).

La función de procesamiento generada dinámicamente, de estrategias de administración y control cubrirá la administración y control de estacionamientos que incluya:

- Estructura de precios
- Asignación de vehículos seleccionados

- Señales de mensajes variables.

La función de procesamiento generada dinámicamente, de estrategias de administración y control para administración y control de estacionamientos debe estar basada en factores que incluyan disponibilidad de estacionamientos y datos de utilización.

Esta función debe incluir la capacidad de responder a la necesidad de control de contaminación mediante la generación de mensajes para señales variantes que incluyan: informar sobre cuotas más altas e informar sobre tarifas de estacionamiento más altas.

La función de procesamiento generada dinámicamente, de estrategias de administración y control para control de contaminación del aire debe estar basada en factores que comprendan:

- Datos de sensores
- Monitoreo de vehículos individuales
- Bases de datos de vehículos individuales

La función de procesamiento generada dinámicamente, de estrategias de administración y control deberá responder a la necesidad de los viajeros de cambiar de modos de transporte mediante la generación de mensajes para señales variantes que incluyan:

- Dónde se requiere hacer el cambio de modo
- Cómo se requiere hacer el cambio de modo
- Por qué se requiere hacer el cambio de modo.

3. La administración de demanda de viajes incluirá una función de controles/sensores, que proveerá la capacidad de recopilar información necesaria para la generación de estrategias de administración y control, que abarquen:

- Disponibilidad de estacionamientos
- Niveles de ocupación
- Ocupación de vehículos
- Niveles de contaminación vehicular.

3.2.2 Administración del transporte público

Comprende transporte público urbano, suburbano y rural de ruta fija, desvío de rutas y modos que respondan a la demanda y operados por autobús, tren pesado, tren ligero, tren suburbano y minibús o taxi compartido. Las formas de transporte de distancia corta que no involucren a sólo un ocupante de automóvil deben beneficiarse de estos servicios.

3.2.2.1 Administración del transporte público

Para mejorar la comodidad de los usuarios del transporte público, se proporciona apoyo para tomar medidas de transporte flexible, horarios y zonas factibles de salida y transbordo, para cubrir las necesidades de los usuarios de transporte público.

Toda la información, incluyendo estatus de la operación, ocupación de asientos, tarifas e impuestos y disponibilidad en estacionamientos de las instalaciones de transporte público, se distribuye para implantar el uso óptimo del transporte público. La información se trasmite a unidades terminales en hogares, oficinas, equipos a bordo, y a unidades de difusión de información instaladas en los caminos, terminales, paradas de autobús y áreas de servicio en carreteras.

El servicio al usuario de administración del transporte público [Public Transportation Management, PTM] aplica los sistemas electrónicos avanzados para vehículos y usa los datos generados por estos modos para mejorar el servicio al público. Incluye la operación de vehículos e instalaciones, planeación y programación y administración de personal.

1. La administración del transporte público debe incluir una función de operación de vehículos y edificaciones [Operation of Vehicles and Facilities, OVF]. Proporciona control asistido por computadora de la operación de vehículos y sus establecimientos asociados.

Para habilitar la automatización de operaciones de vehículos y establecimientos OVF, deberá proveer la capacidad de recolectar los datos necesarios, como:

- Carga del vehículo de pasajeros por parada de autobús y segmento de viaje
- Tiempos de corrida de autobús entre puntos de referencia
- Recolección de tarifas según categoría de tarifa
- Condición de operación del conductor de línea
- Millaje/kilometraje por autobús individual

- Reportes de ubicación de vehículos en tiempo real

La OVF deberá incluir la capacidad de comando y control [CC], que permita la capacidad de comando y control de vehículos [VCC] en tiempo real.

El VCC permitirá comparar la información recibida con especificaciones de condiciones de operación predeterminadas y detectar cualquier desviación. Permitirá la transmisión de desviaciones percibidas al control central, y difundir cualquier desviación detectada; además emitirá automáticamente instrucciones correctivas al conductor, incluyendo correcciones de ruta y cambios en paradas.

Cuando el CC detecta que un vehículo se ha desviado de lo programado, proveerá la capacidad para determinar automáticamente el escenario óptimo para retornar el vehículo o flota a lo programado.

El CC incluirá la capacidad de control integrado de tránsito que proporcione señales de tránsito de prioridad cuando se requiera para ajustes en la programación de vehículos de transporte público en las señales de tránsito (por ejemplo, centralizadas o distribuidas).

El CC incluirá las capacidades computacionales para ser localizado ya sea a bordo y/o en ubicaciones remotas.

2. La PTM deberá incluir una función de planeación y programación de servicios [Planning and Scheduling Services, PSS] para automatizar la planeación y fijación de horarios de las operaciones de transporte público.

La PSS incluirá la capacidad de planear, que debe ejecutarse fuera de línea, a partir de datos almacenados que fueron recolectados en tiempo real.

La planeación de PSS deberá incorporar el procesamiento de los datos, de tal forma que permita mejoras en las rutas y servicios.

La PSS tendrá que incluir la capacidad de generación de horarios. Esta función deberá recolectar datos para la generación de horarios, incluyendo: tiempo de recorrido en segmentos de ruta, ascenso de pasajeros en cada parada, e información de ganancias. Para ello habrá que emplear los datos recopilados en el desarrollo automático o semi-automático de horarios del sistema de transporte.

La función de generación de horarios de PSS permitirá imprimir los horarios. Además difundirá los horarios a kioscos y Centros de Administración de Transporte. Esta función posibilitará actualizar automáticamente al sistema operador de servicios al usuario con los horarios actuales además de información complementaria.

3. La administración de transporte público deberá incluir una función de Administración de Personal [Personnel Management, PM] para facilitar la administración tanto de conductores como de personal de mantenimiento.

La administración de personal incluirá una función de administración de personal de mantenimiento [Maintenance Personnel Management, MPM], que automáticamente dará seguimiento a los veh-km de cada autobús en tiempo real. Los datos de recorrido por autobús se usarán para generar automáticamente programas de mantenimiento preventivo específicos para cada autobús.

La MPM garantizará automáticamente que se provea al personal de servicio la información para las actividades de mantenimiento de autobuses. Asignará automáticamente los técnicos de servicio según nivel de capacitación al trabajo de autobuses individuales. La MPM registrará y verificará que el trabajo de mantenimiento haya sido ejecutado.

El manejo de personal deberá adicionar una función de administración de conductores [Driver Personnel Management, DPM], que genere automáticamente asignaciones de conductores individuales a rutas, corridas y vehículos.

La DPM asignará los conductores a las rutas y corridas de manera equitativa, tratando de minimizar el trabajo y los costos extra.

En la generación equitativa de conductores, la DPM deberá incluir factores relativos a las preferencias y calificación de los conductores, que incorporen: antigüedad, preferencia de horario, asignación en el estacionamiento, calificación del vehículo.

La DPM deberá dar seguimiento automáticamente y validar las horas de trabajo de cada conductor.

4. La PTM integrará una función de comunicaciones, que permita establecer comunicación de voz en dos vías entre los conductores del vehículo y la central.

Las comunicaciones de PTM deberán permitir las comunicaciones de datos en dos vías entre autobuses y las instalaciones de control (por ejemplo, datos de sensores y posición de autobuses).

Las comunicaciones OVF permitirán enviar información de instalaciones individuales a instalaciones centrales para su procesamiento y análisis.

Como apoyo a la respuesta a la detección de una emergencia a bordo, las comunicaciones OVF permitirán a los despachadores informar a la policía, bomberos, paramédicos, conductor (inicio de notificación de alarma silenciosa).

La PTM deberá usar una red estándar abierta de comunicación de vehículo para equipo electrónico a bordo.

3.2.2.2 Transporte público personalizado

Transporte público personalizado

1. El transporte público personalizado [Personalized Public Transit, PPT] incluirá una función de solicitud de viaje compartido, que permita a un viajero individual solicitar un viaje especificando el origen y destino del viaje, hora y fecha, además de señalar requerimientos de equipo o manejo especial.

La solicitud de viaje compartido hará factible notificar al solicitante que se ha realizado la asignación del viaje, incluyendo la hora en la que se espera que el vehículo acuda al punto de salida.

La solicitud de viaje compartido deberá incluir la capacidad de notificar al solicitante que la llegada del vehículo de transporte público esté próxima.

2. El PPT deberá incluir una función de asignación de vehículos, que utilice la disponibilidad de vehículos, requerimientos especiales y de información de viajes compartidos solicitados para determinar las asignaciones y ruteo de vehículos.

Para operaciones de ruta aleatorias la asignación de vehículos deberá asignar el origen y destino del viaje.

Para operaciones de ruta flexible la asignación de vehículos controlará la forma en que se desvían los autobuses de ruta fija.

Para operaciones de ruta aleatoria con base en reservaciones, la asignación de vehículos permitirá planear las rutas que optimicen la programación de los vehículos considerando las necesidades de los pasajeros.

La asignación de vehículos deberá permitir seleccionar la mejor combinación entre las necesidades del solicitante y los vehículos disponibles.

La asignación de vehículos proveerá servicios con vehículos autorizados de propiedad pública y privada.

Con el objetivo de servir a los viajeros en horarios de baja demanda (por ejemplo en las noches y fines de semana), la asignación de vehículos proveerá servicio las 24 horas del día, siete días a la semana.

La asignación de vehículos hará la asignación de vehículos de rutas dentro de cuatro manzanas del punto de origen del solicitante.

La asignación de vehículos deberá contar con un sistema en tiempo real, y permitir cubrir solicitudes de viajes inmediatas cuando se tenga capacidad disponible para un viajero o carga adicional.

3. El PPT deberá incluir una función de recolección de datos, que incluya sensores a bordo para monitorear la localización de vehículos, ascenso de pasajeros, cobro de tarifas.

La recolección de datos procesará y almacenará datos recopilados para que estén disponibles para ajustes de programación en tiempo real y para análisis y planeación fuera de línea.

La recopilación de datos deberá dar apoyo al cobro fuera de línea de las tarifas pagadas por las agencias.

4. El PPT incluirá una función de procesamiento de información. El PPT debe ser instrumentado de tal forma que el procesamiento de información pueda ser ubicado centralmente o distribuirse.

El procesamiento de información empleará información para intentar minimizar el tiempo que cada pasajero debe viajar.

El procesamiento de información permitirá automatizar la asignación de conductores a vehículos.

5. El PPT adicionará una función de Comunicación, que permitirá vincular a todos los servicios del PPT a una única entidad.

La función de comunicaciones brindará una capacidad de comunicaciones en dos sentidos entre los vehículos y una central, para comunicaciones de voz y comunicaciones de datos.

La función de comunicaciones permitirá que los sensores de datos (ya sea directa o procesada) transmitan desde los vehículos a una oficina central o estación de despacho.

La función de comunicaciones permitirá la transferencia de datos entre puntos dispersos y la base central, incluyendo datos de los vehículos y datos de sitios donde se ubican los pasajeros.

Transporte público en respuesta a la demanda

El servicio de transporte público en respuesta a la demanda involucra el uso de vehículos de transporte público con rutas flexibles que ofrecen un servicio más cómodo a los usuarios. Estos vehículos incluyen autobuses pequeños, taxis, o autobuses de transporte público de ruta fija, que son desviados de su ruta preestablecida para recoger y dejar pasajeros.

Dicho servicio lleva a cabo la asignación y monitoreo automático de conductores, así como el ruteo y programación de vehículos para responder a la demanda de servicios de transporte público. Utiliza la localización automática de vehículos para monitorear el estado actual de la flota de transporte público y apoya la asignación

de los recursos de la flota para dar servicio a solicitudes entrantes de servicio de transporte público tomando en cuenta las condiciones de tránsito.

El subsistema de servicio de información podrá ser operado por un centro de administración del transporte público o ser independiente, o ser operado por un proveedor de servicio. En el primer escenario, el viajero hace una solicitud directa de un servicio específico de transporte público para discapacitados. En el segundo escenario, una tercera parte que es proveedora del servicio determina cuál es un medio viable para satisfacer la solicitud del viajero y emplear comunicaciones para hacer una reservación para el viajero.

3.2.2.3 Seguridad pública para el usuario del transporte

Para mejorar el aprovechamiento con una operación segura y continua de las instalaciones de transporte público y la eficiencia de su administración se ofrece apoyo a través de la recolección de datos en tiempo real del estatus de operación de las instalaciones de transporte público. Se lleva a cabo el despacho aplicando prioridades necesarias, y distribuyendo la información recopilada a las compañías de transporte público como datos básicos.

Seguridad pública para el usuario del transporte

El servicio de seguridad en el transporte público [Public Travel Security, PTS] apoya las aplicaciones innovadoras de tecnología para mejorar la seguridad de este transporte. La seguridad incluye la protección del transporte público en calles con riesgo criminal, mantener un ambiente de seguridad real y percibida, y desarrollar medidas técnicas innovadoras para responder a incidentes.

1. PTS incluirá áreas de seguridad específicas, que abarque todas las áreas físicas relacionadas con los viajes en transporte público, comprendiendo:

- Áreas de parada de autobús
- Áreas de estacionamiento y de ascenso
- Ascenso a vehículos de transporte público
- Kioscos
- Sitios de transbordo de transporte público

Todas las áreas de seguridad deben contar con alarmas activas para el viajero. Deberán existir alarmas silenciosas activas a bordo de vehículos de transporte público, que sean capaces de ser activadas por el conductor.

El PTS incluirá una función de sensores de seguridad [Security Sensors, SS], que permita la tecnología de sensores requerida para alertar a los operadores y a la policía acerca de incidentes potenciales.

Los SS contendrán sistemas de audio y video en ubicaciones clave, incluyendo áreas de descanso, para monitorear las actividades.

3. El PTS adicionará una función de sensores de alerta personal [Personal Sensors Ítems, PSI]. Los PSI para viajes compartidos deberán incluir la capacidad de que los involucrados sean identificados.

Los PSI permitirán que los viajeros recurran al el pago electrónico para eliminar la necesidad de llevar efectivo consigo y para reducir el manejo de efectivo.

4. El PTS incluirá una función de administración y control de seguridad [Security Management and Control, SMC], que permita recibir información de alarma mediante sistemas de comunicación electrónica.

El SMC incluirá equipamiento de monitoreo para asistir en la respuesta a incidentes terroristas.

El SMC permitirá que los operadores de transporte público dirijan y controlen las operaciones de flotas de tal forma que apoyen al ejercicio de la ley y a los organismos de respuesta a emergencias, con transporte flexible y responsable para grandes cantidades de personas.

El SMC permitirá generar respuestas coordinadas pre planeadas a incidentes, además de permitir apoyar a los múltiples organismos coordinados de respuesta a incidentes.

Advertencia y vigilancia dinámica automática

El servicio de advertencia y vigilancia dinámica automática proveerá a los servicios que advierten a los vehículos o a los conductores de un peligro inminente, y aportará un refuerzo electrónico de control y regulación del tránsito.

3.2.3 Administración de vehículos de carga

Está principalmente relacionado con el movimiento de carga, y se centra en servicios que mejoran la administración de flotas del sector privado y en la movilidad de la carga, y en que principalmente moderniza las funciones regulatorias/gubernamentales.

3.2.3.1 Procesos de administración de vehículos comerciales

La función de proceso administrativo de vehículos comerciales [Commercial Vehicle Administrative Process, CVAP], permite mejorar sustancialmente la eficiencia del transporte; reducir el tránsito comercial y mejorar la seguridad del transporte; la administración de las operaciones se apoya en la recolección en tiempo real del estatus de operación de los camiones y autobuses turísticos y se distribuye como datos básicos a los operadores de transporte. Consiste en tres subservicios que incluyen la compra electrónica de credenciales, el reporte y revisión automática de kilometraje y combustible, y revisión electrónica en frontera internacional.

1. El CVAP deberá comprender una función de compra electrónica de credenciales [Electronic Purchase of Credentials, EPC] con capacidades que incluyan:

- Credenciales electrónicas anuales
- Credenciales electrónicas temporales
- Pantallas de insumo para computadora de formas de orden
- Permisos múltiples
- Permisos para situaciones específicas
- Pago electrónico
- Procesamiento automático de solicitudes.

2. El CVAP deberá incluir una función de reporte y revisión automática de kilometraje y combustible [Automated Mileage and Fuel Reporting and Auditing, AMFRA], que comprenda:

- Envío trimestral de reportes
- Bitácora electrónica del vehículo
- Datos de compra de combustible
- Crear y auditar reportes de impuestos.

3. El CVAP comprenderá una función de revisión electrónica en frontera internacional [Internacional Border Electronic Clearance, IBEC], que permita revisar electrónicamente vehículos al cruzar la frontera con EUA. El IBEC tendrá que permitir revisar al conductor, a la carga y al vehículo.

El IBEC deberá manejar una función de registros electrónicos que habilite la certificación de carga que cruza la frontera con la capacidad de verificar lo siguiente:

- Identidad del conductor
- Remitente
- Naturaleza de la carga
- Seguridad de la carga
- Registros de credenciales
- Cuotas pagadas
- Identificación del vehículo
- Peso del vehículo.

3.2.3.2 Administración de carga intermodal

El servicio de administración de carga intermodal provee a los sistemas que monitorean el estatus de la carga en tránsito, y en las terminales de carga.

El mejoramiento de la eficiencia de la logística se apoya en el establecimiento de centros logísticos sistematizados automáticos avanzados, envíos compartidos, y distribuyendo información de retroalimentación.

Múltiples vehículos comerciales con las funciones de conducción automáticas son manejados continuamente manteniendo un intervalo vehicular apropiado.

3.2.4 Administración de emergencias

Contiene servicios al usuario que se relacionan directamente a la detección, notificación y respuesta a incidentes de emergencia y no emergencia, que ocurren en las carreteras o en lugares adyacentes.

3.2.4.1 Administración de incidentes y desastres

Administración de incidentes

La administración de incidentes [Incident Management, IM] refuerza las capacidades existentes para identificar incidentes, formular acciones de respuesta, y apoyar el inicio y continuación de la coordinación de acciones de respuesta.

Para prevenir desastres secundarios inducidos por un accidente de tránsito, se lleva a cabo la detección rápida del accidente y el control de tránsito pertinente, y se distribuye la información de restricción al tránsito a los conductores a través del equipo a bordo, y de las unidades de difusión de información.

La administración de incidentes identificará incidentes, formulará acciones de respuesta, y apoyará la coordinación inicial y de seguimiento de dichas acciones. Consiste en cuatro funciones principales: 1) identificación de incidentes; 2) formulación de respuesta; 3) instrumentación de respuesta; y 4) pronóstico de condiciones de riesgo.

1. La administración de incidentes deberá proveer una función de identificación de incidentes, que incluya la capacidad de identificar incidentes pronosticados. Esta función tiene que emplear información de las siguientes fuentes, cuando estén disponibles:

- Sensores de flujo de tránsito
- Sensores ambientales
- Fuentes de seguridad pública
- Fuentes mediáticas
- Fuentes de información climáticas
- Proveedores de transporte
- Patrocinadores de eventos especiales
- Algoritmos de predicción de condiciones de riesgo

La función de identificación de incidentes deberá determinar las características siguientes de cada incidente pronosticado:

- Tipo (incluyendo riesgos del terreno)
- Extensión
- Severidad
- Ubicación
- Duración esperada

Esta función determinará el impacto del flujo de tránsito esperado de cada incidente pronosticado. Incluirá la capacidad de identificar los incidentes existentes (tanto planeados como no previsibles).

La función de identificación de incidentes manejará información de los siguientes tipos de fuentes, cuando estén disponibles para identificar los incidentes existentes:

- Sensores de flujo de tránsito
- Sensores ambientales
- Fuentes de seguridad pública
- Fuentes mediáticas
- Fuentes de información climáticas
- Proveedores de transporte
- Viajeros.

La función de identificación de incidentes deberá determinar y monitorear continuamente, al menos las características siguientes de cada incidente existente:

- Tipo (incluyendo riesgos de terreno)
- Extensión
- Severidad
- Ubicación
- Duración esperada.

La función de identificación de incidentes determinará y monitoreará continuamente el impacto del flujo de tránsito actual y esperado de cada incidente existente.

2. La IM deberá proveer una función de formulación de respuesta, para diseñar acciones de respuesta apropiadas a cada incidente identificado, y reconsiderar las acciones cuando sea necesario. Esta función debe proponer y facilitar la programación apropiada de aquellos incidentes pronosticados que pueden programarse para minimizar incidentes potenciales, impactos de incidentes, y/o recursos requeridos para la administración de incidentes.

La función de formulación de respuesta propondrá y facilitará el despacho apropiado de vehículos de respuesta a emergencias, y de vehículos de servicio para incidentes.

Esta función propondrá y facilitará el control apropiado de señales y otros controles de tránsito para reducir el impacto del flujo de tránsito en un incidente.

3. La IM incluirá una función de Instrumentación de respuesta, para proporcionar los servicios para implantar una respuesta coordinada con los organismos apropiados.

La función de instrumentación de respuesta, comprenderá las siguientes capacidades de apoyo a decisiones necesarias para instrumentar acciones coordinadas de respuesta a incidentes de las instituciones participantes. La instrumentación de respuesta debe permitir la selección/determinación coordinada de los procedimientos, incluyendo rutas alternas, necesarias para la resolución de cada incidente y proporcionar los procedimientos a aquellos organismos que responden al incidente.

Esta función tiene que proporcionar el estatus de todos los recursos necesarios para la resolución de incidentes a aquellos organismos que responden al incidente.

La función de instrumentación de respuesta permitirá el vínculo entre la administración de incidentes y todos los otros servicios al usuario necesarios para instrumentar las acciones de respuesta a incidentes. Deberá tener la capacidad de difundir la información relativa al estatus de respuesta al resto de los organismos y servicios al usuario.

4. La IM proveerá la capacidad de pronosticar condiciones de riesgo, que incluya la ubicación en tiempo y espacio de las condiciones de riesgo que puedan provocar un incidente.

Administración de respuestas a desastres

El servicio de respuesta y administración de respuesta a desastres coordinará estrategias de respuesta desde un centro de control virtual, y difundirá la información a organismos e individuos de las condiciones del tránsito, rutas de desvío, etc.

Este servicio se orienta a dar respuesta a desastres de gran escala, como pueden ser desastres naturales, como avalanchas, temblores, inundaciones o desastres provocados por el hombre; tal es el caso de derrames de químicos, terrorismo o accidentes aéreos.

La información a difundir puede incluir guiado de evacuación a los viajeros vía administración del tránsito, y proveedores de servicios de información.

3.2.4.2 Respuesta a incidentes con materiales peligrosos

Respuesta a incidentes con materiales peligrosos

El servicio de respuesta a incidentes con materiales peligrosos [Hazardous Materials (HAZMAT) Incident Response, HIR] se centra en proveer información a organismos de respuesta a incidentes en la escena del evento.

1. La HIR deberá incluir una función de notificación de incidentes con materiales peligrosos [HAZMAT Incident Notification, HIN].

La HIN tendrá que adicionar la capacidad de proveer reforzamiento y respuesta a equipos HAZMAT con información precisa y puntual acerca del contenido de la carga, cuando el vehículo está involucrado en un incidente.

La HIN deberá tener la capacidad de proveer la siguiente información:

- Hora del incidente
- Ubicación del incidente
- Materiales involucrados.

2. La HIR deberá suministrar un punto focal de operación [Operation Focal Point, OFP] para iniciar las respuestas apropiadas.

La OFP deberá ser capaz de ser instrumentada ya sea como despacho centralizado, o con varias unidades o vehículos de despacho descentralizados.

La OFP proveerá la capacidad para los centros de despacho existentes de recibir las llamadas, determinar los requerimientos de respuesta, y dirigir llamadas de peligro a los organismos pre-establecidos.

La OFP dotará de la capacidad a los operadores de coordinarse con otros organismos y servicios de respuesta que incluyan:

- Autoridades de transporte local/estatal
- Departamentos de policía
- Patrulla de caminos
- Servicios médicos de emergencia
- Organismos de protección ambiental
- Equipos de HAZMAT

- Remolque y otros servicios de cortesía.

3. La HIR deberá involucrar una función de comunicaciones [Communications, COMM], que permita la capacidad de enviar señales de peligro a un punto focal.

Las COMM deberá proveer la capacidad de relevo de información de peligro a unidades de respuesta en tiempo real; además permitir la capacidad de enviar datos desde cualquier ubicación cubriendo todas las áreas.

Las COMM permitirán la capacidad de vínculos/interfaces con diversas redes existentes, y brindar la capacidad a los conductores de viajar de región a región sin ajuste manual de equipo.

3.2.4.3 Notificación automática de emergencias y personal de seguridad

El servicio de notificación automática de emergencias y personal de seguridad [Emergency Notification and Personal Security, ENPS], suministra la capacidad a los usuarios de activar manualmente una señal de alerta como un freno mecánico o colisiones sin lesiones. Un sistema automatizado podría ayudar a mitigar las consecuencias de una colisión seria mediante el envío automático de información relativa a la ubicación, naturaleza y severidad de la colisión a un despachador de servicios de emergencia y/o a un hospital y personal de emergencia.

1. La ENPS deberá incluir una función de seguridad del conductor y del personal [Driver and Personal Security, DPS].

La DPS habrá de tener una capacidad de señal de peligro iniciada manualmente para proveer la primera alerta de que un incidente ha ocurrido, incluyendo:

- Servicios médicos requeridos
- Daños en propiedad menores sólo en choques
- Averías
- Ubicación de vehículos
- Identificación de vehículos.

La DPS deberá proporcionar la capacidad de cancelar una solicitud manual de ayuda previamente emitida, o bien enviar una señal de conocimiento al conductor para indicar que la señal fue recibida y que la ayuda está en camino.

La DPS adicionará la capacidad de que los sensores a bordo del vehículo detecten automáticamente problemas en el vehículo y en ciertos casos, envíen automáticamente la señal de peligro adecuada.

2. La ENPS deberá ejercer una función de notificación automática de colisión [Automated Collision Notification, ACN], que proveerá la capacidad de identificar automáticamente que ha ocurrido una colisión.

La ACN permitirá transmitir información instantáneamente acerca de la ocurrencia de una colisión.

Los sensores de choque ACN incluirán la capacidad de dar información acerca de la dimensión del daño del choque.

Cuando se envía la notificación de colisión, la ACN deberá enviar información pertinente acerca de la colisión, incluyendo:

- Que el vehículo se ha involucrado en una colisión
- Ubicación precisa del vehículo
- Severidad de la colisión y/o heridos.

3. El ITS incluirá una función de monitoreo remoto de seguridad y emergencias [Remote Security and Emergency Monitoring, RSEM], para crear un ambiente de seguridad en áreas remotas.

El RSEM comprenderá áreas de seguridad específicas. Las áreas de seguridad incluirán todas las áreas físicas relacionadas con viajes, como son: paradas de descanso y áreas de picnic; áreas de estacionamiento y viajes compartidos; áreas de información turística y de viajes; carreteras remotas; áreas de asistencia de emergencias y áreas de obras.

Todas las áreas de seguridad contendrán alarmas para ser activadas por el viajero, o bien ser activadas automáticamente en las áreas de seguridad para robos, vandalismo, incendios, etc.

El RSEM deberá ejercer una función de sensores de seguridad (SS). Los SS facilitarán la operación de la tecnología de sensores requerida para alertar a los operadores y a la policía acerca de incidentes potenciales, además de incluir sistemas de video y de audio en ubicaciones clave para monitorear las actividades.

3.2.4.4 Administración de vehículos de emergencia

Los vehículos especiales pueden ser administrados adecuadamente mediante el uso de una aplicación electrónica para el paso de vehículos especiales y procesamiento de operaciones, generando una base de datos de rutas permitidas de transporte, identificando las rutas de transporte reales de los vehículos permitidos, y la identificación automática del peso de la carga de los vehículos que pasan con la escala de pesos vehiculares.

El servicio de [Emergency Vehicle Management, EVM] está orientado a reducir el tiempo desde la recepción de la notificación de un incidente y el tiempo de vehículos de emergencia a la escena mediante un despachador de servicios de emergencia.

1. El servicio de EVM incluirá un sistema de administración de flotas de vehículos de emergencia, que mantenga el estatus de disponibilidad de vehículos de emergencia.

El sistema de administración de flotas de vehículos de emergencia determinará los vehículos de emergencia más adecuados para responder a un incidente, y despachará los vehículos de respuesta a incidentes al incidente.

2. Además el EVM deberá incluir un sistema de guiado de ruta, que mantenga información en tiempo real acerca de las condiciones del tránsito en áreas urbanas y rurales, de la ubicación de vehículos de emergencia, y de los destinos de los vehículos de emergencia, así como proporcionará a los vehículos de emergencia las rutas apropiadas.

3. El servicio de EVM deberá incluir un sistema de prioridad de señales, que mantenga información en tiempo real de las fases de señales, la ubicación de vehículos de emergencia y rutas de los vehículos de emergencia; además de determinar las secuencias de fases de señales para señales relevantes.

3.2.5 Administración de cuotas

Consiste de sólo un servicio al usuario, el de pago electrónico. Este servicio proporciona a los viajeros un medio común de pago electrónico para todos los modos y servicios de transporte.

3.2.5.1 Servicio de pago electrónico

El servicio de pago electrónico [Electronic Payment] permite a los viajeros pagar el servicio de transporte por medios electrónicos. También puede servir a una diversidad de funciones que no son de transporte y que pueden integrarse con tarjetas de crédito y de débito en bancos, y otras transacciones financieras.

Se lleva a cabo el cobro electrónico de cuotas sin que el vehículo se detenga en la caseta, para eliminar el congestionamiento de tránsito; mejorar la comodidad del conductor al hacer pagos sin manejar efectivo, y reducir los costos administrativos.

Los servicios de pago electrónico facilitan a los viajeros pagar por servicios de transporte a través de medios electrónicos. Consiste en cuatro funciones: 1) cobro electrónico de cuotas; 2) cobro electrónica de tarifas; 3) pago electrónico de estacionamientos; y, 4) integración de servicios de pago electrónico.

1. El Pago Electrónico proveerá la capacidad de cobro electrónico de cuotas [Electronic Toll Collection, ETC], que permita que los operadores de vehículos paguen cuotas sin detener sus vehículos; así como lograr la instrumentación de estructuras de precios para necesidades determinadas localmente.

El ETC proveerá la confirmación de la transacción a cada cliente. Incluirá la capacidad de identificar a aquellos vehículos y/u operadores que violen su proceso de cobro de cuotas. Además deberá adecuar el cobro individual a los transportistas comerciales. Permitirá automáticamente el acceso y procesamiento de la documentación requerida de cada vehículo comercial. Sin embargo, tendrá que ser instrumentado de tal forma que reduzca el costo del cobro de cuotas, y consiga minimizar las oportunidades de fraude.

2. El pago electrónico incluirá la capacidad de cobro electrónico de tarifas [Electronic Fare Collection, EFC], que deberá instrumentarse de tal forma que el viajero sea capaz de usar una tarifa media compatible para todos los servicios de transporte de superficie.

El EFC permitirá instrumentar estructuras de tarifas variables y flexibles; además de ser capaz de identificar medios de pago inválidos o anulados, y permitir el pago de los servicios por una tercera persona.

Para aquellos sistemas que requieren elegibilidad especial, el EFC permitirá verificar la elegibilidad de pasajeros.

El EFC tendrá que ser instrumentado de tal forma que permita la expansión a otros usos del medio de pago, tales como pago de teléfono, compras, etc; incluir la capacidad de recopilar los datos requeridos para determinar niveles precisos de pasajeros, y que los pasajeros paguen tarifas sin detenerse.

4. El ITS deberá incluir una característica de integración de servicios de pago Electrónico [Electronic Payment Services Integration, EPSI], que permita fusionar pagos electrónicos hechos por el uso de varios modos de transporte a un único sistema integrado e integrar estructuras de tarifas y cuotas de varios organismos.

La EPSI recopilará y proveerá datos para desarrollar estrategias de precios que favorezcan a ciertos modos o rutas de transporte.

La EPSI deberá instrumentarse de tal forma que asegure su difusión a los múltiples organismos en límites políticos sin degradar los servicios que provee.

5. El ITS deberá proveer la capacidad de Fijación de Precios en Carreteras [Roadway Pricing, RP], para permitir instrumentar varias políticas de fijación de cuotas en carreteras.

Las políticas de fijación de cuotas deberán ser carreteras capaces de instrumentarse mediante RP, incluyendo cuotas variables.

La RP permitirá instrumentar estrategias de fijación de cuotas carreteras, desarrolladas por otros servicios, que alivien los congestionamientos, así como la definición de cuotas carreteras, desarrollada por otros servicios, que puedan ser usadas para influir la selección modal.

3.2.6 Administración de fletes y carga

3.2.6.1 Administración de flotillas comerciales

El servicio de administración de flotillas comerciales [Commercial Fleet Management, CFM] proveerá comunicaciones en tiempo real para la ubicación, despacho y seguimiento de vehículos entre conductores, despachadores de vehículos comerciales y proveedores de transporte intermodal, reduciendo las demoras a los conductores y proveyendo a los conductores y despachadores de vehículos comerciales información en tiempo real de ruta, en respuesta a congestionamientos o incidentes. La administración de flotas comerciales incluye la administración de flotas de taxis.

La CFM deberá incluir la capacidad de que proveer a los conductores y despachadores comerciales de información de ruteo en tiempo real en respuesta a congestionamientos o incidentes, así como permitir la capacidad de comunicaciones en tiempo real entre conductores de vehículos, despachadores y proveedores de transporte intermodal.

3.2.6.2 Operaciones y mantenimiento

El servicio de operaciones y mantenimiento [Operations and Maintenance] proveerá a los organismos gubernamentales y a los contratistas los recursos para administrar las operaciones y mantenimiento de flotas de vehículos y de equipos, además de monitorear y administrar el flujo de tránsito alrededor de zonas de obras.

Se incluyen vehículos de mantenimiento, construcción y de servicios especiales, como palas de nieve y camiones de arena o sal. Este servicio incluye sistemas basados en la infraestructura que monitorean la ubicación del vehículo, su estatus, y los resultados de los sensores (sensores ambientales y de superficie carretera) que están instalados en el vehículos. También se incluye a los sistemas dentro de este tipo de vehículos que generan esta información y la envían al centro o sistema de control.

3.2.7 Administración de emisiones

3.2.7.1 Verificación y reducción de emisiones

Un ITS deberá incluir una función de prueba y mitigación de emisiones [Emissions Testing and Mitigation, ETAM]. Esta función proveerá a los gobiernos locales y estatales la capacidad de reforzar sus estrategias de control de calidad del aire; y el monitoreo de emisiones en un área extensa y al lado del camino. La información recopilada de ETAM será utilizada por la administración de demanda de tránsito en el Centro de Administración del Tránsito, para mitigar la contaminación y ser provisto para reforzar a los organismos para obligar a los infractores a cumplir con estándares.

1. ETAM deberá incluir un monitoreo de contaminación en un área extensa [Wide Area Pollution Monitoring, WAPM], que dará apoyo a las estrategias de control de calidad del aire mediante la determinación del nivel de emisiones de precursores del ozono en todos los sectores del área.

Por su parte, el WAPM deberá ser capaz de detectar el nivel de emisiones de precursores de ozono con un alto grado de precisión; y tener la capacidad de determinar aquellos sectores, dentro del área monitoreada, cuyas emisiones excedan los estándares de emisiones.

El WAPM contará con la capacidad de auto-calibrarse automáticamente, proveer datos estadísticos de la calidad del aire al Centro de Administración de Tránsito (TMC), proporcionar datos de calidad del aire a los valores monitoreados de contaminación, y proporcionar los datos necesarios acerca de los violadores de los estándares de emisiones para reforzar los estándares de calidad del aire.

2. El ETAM deberá incluir capacidades para la detección de contaminación a un lado del camino [Roadside Pollution Assessment, RPA], que capte el nivel de emisión de precursores de ozono con un alto grado de precisión.

La RPA será capaz de detectar vehículos en movimiento dentro de su área de monitoreo, cuyas emisiones violen el estándar de emisiones. Ser capaz de auto-calibrarse automáticamente, leer datos de diagnóstico de vehículos equipados para determinar el estatus de operación del vehículo, determinar los datos de registro de vehículos sospechosos ya sea mediante placas vehiculares o a través de identificación automática del vehículo, además de determinar si los vehículos sospechosos no cumplen con los estándares de emisiones para tal vehículo, de los datos de registro respectivos.

La RPA tendrá la capacidad de proporcionar datos estadísticos de calidad del aire al TMC, proporcionar los datos de calidad del aire de los valores monitoreados de contaminación, además de datos necesarios para alertar a los conductores del vehículo que no cumplen de su violación mediante señales al lado del camino o mediante dispositivos a bordo.

La RPA deberá contar con la capacidad de proveer los datos necesarios acerca de los vehículos violadores para reforzar los estándares de calidad del aire.

3.2.8 Proveedor de servicios de información

Incluye la recopilación, fusión y difusión de datos de clima y ambientales. También incluye el almacenamiento y distribución de datos históricos de transporte.

3.2.8.1 Función de datos almacenados

El ITS deberá proveer una función de datos almacenados [Archived Data] para controlar el almacenamiento y distribución de datos de ITS. El servicio al usuario de datos almacenados [Archived Data User Service, ADUS] proporciona los depósitos de archivo histórico de datos [Historical Data Archive Repositories] a la vez que controla la funcionalidad de archivo para todos los datos de ITS con cinco principales funciones: 1) control de datos operacionales para manejar la integridad de datos de operaciones; 2) importación y verificación de datos para obtener datos históricos de la función de control de datos operacionales; 3) archivo automático de datos históricos para archivar permanentemente los datos; 4) distribución automática de datos almacenados, que integra la planeación, seguridad, operaciones, y comunidades de investigación a ITS y procesa los productos de datos para estas comunidades; y 5) la interface a la comunidad ITS que proporciona al ITS una interface común con todos los usuarios de ITS para la especificación y obtención de productos de datos. El ADUS ayuda a obtener la meta de información del ITS de intercambio y reúso no ambiguo de datos, e información a todas las áreas funcionales.

1. La función de datos almacenados deberá proveer un sistema archivo de datos históricos [Historical Data Archive, HDA], para ITS; e incluir depósitos de datos operativos recibidos del equipo de campo o de dispositivos recolectores de datos. Además de depósitos permanentes de datos históricos. Los depósitos de HDA deberán incluir depósitos de meta-datos y meta-atributos.

El HDA proporcionará seguridad al sistema de datos de ITS. Deberá ser capaz de emplear soluciones de seguridad; prevenir pérdida de datos; ser capaz de prevenir acceso no autorizado a depósitos de datos de ITS; y proveer una interface segura para apoyo en línea de la interface al usuario de ITS.

El HDA deberá ser capaz de apoyar las funciones analíticas en línea para permitir a los usuarios analizar datos de las fuentes múltiples u obtener datos para sus aplicaciones fuera de línea.

2. La función de datos almacenados comprenderá una función de control de datos operativos [Operational Data Control, ODC] para garantizar la integridad de los datos operacionales tal como se reciben del equipo de campo, o de los dispositivos recolectores de datos; tener la capacidad de recibir y almacenar todos

los datos operativos de ITS, tal como se reciben de la fuente. El ODC garantizará que los datos operativos de ITS estén en formato apropiado.

El ODC deberá mantener el esquema de meta-datos para todos los datos de ITS que entran al sistema, así como tener la capacidad de asignar los siguientes meta-atributos, cuando estén disponibles, a los datos operativos de ITS durante el proceso de archivo:

- El equipo usado para recopilar los datos
- Las condiciones bajo las que se recopilan los datos
- El estatus del equipo al momento de la recolección

El ODC aplicará la verificación del control de calidad definido por el usuario, de los datos de ITS, y anotar los resultados en los meta-archivos apropiados; ser capaz de asignar los meta-atributos a los datos, indicando los métodos utilizados para llevar a cabo la síntesis y agregación, y las transformaciones (por ejemplo, reconstruir los datos originales o construir nuevos elementos de datos).

El ODC tendrá capacidad de recopilar los datos seleccionados por el usuario, y archivar, en depósitos de datos, los datos operativos de ITS tal como son recibidos del equipo de campo o de dispositivos de recolección de datos; tener capacidad de mantener la integridad de todos los datos operativos recibidos; y difundir réplicas de datos a los usuarios operativos de ITS en tiempo real. Deberá ser capaz de llevar a cabo una fusión de datos sobre datos replicados para los usuarios operativos casi en tiempo real.

3. La función de datos almacenados incluirá una función de importación y verificación de datos [Data Import and Verification, DIV], para obtener datos históricos de la función de control de datos operativos.

La DIV deberá ser capaz de importar los datos operativos de ITS seleccionados de los depósitos operativos de ITS de operaciones de autopistas de ITS que incluyan:

- Datos observados de flujo de tránsito en autopistas
- Prioridades de medición de rampas
- Datos operativos de medición de rampas
- Datos observados de video y visuales de autopistas
- Ritmos de flujos en autopistas generados por el Centro de Administración del Tránsito

El DIV deberá ser capaz de importar datos de Cobro Electrónico de Cuotas del ITS, y de datos de arterias de ITS que incluyan:

- Prioridades de señales de tránsito
- Datos operativos de señales de tránsito
- Datos observados de video y visuales de arterias
- Ritmos de flujos en arterias generados por el Centro de Administración del Tránsito
- Datos observados de flujo de tránsito en arterias

El DIV podrá importar datos de tránsito público y de viajes compartidos que incluyan:

- Datos de intensidad de uso del transporte público
- Datos de rutas de transporte público que incluya cambios de horarios
- Solicitudes de viajes compartidos
- Origen/destino multimodal
- Tarifas
- Mantenimiento de vehículos
- Datos de administración de personal

El DIV podrá importar datos de administración de incidentes de ITS que incluyan:

- Características del Incidente
- Llegadas de trenes a intersecciones carretera-ferrocarril
- Datos de despacho de vehículos de emergencia
- Datos de ubicación de vehículos de emergencia
- Identificación de zonas en construcción y de trabajo
- Datos de solicitud en emergencias
- Datos de vigilancia en video

- Respuesta a emergencias

El DIV podrá importar datos de operaciones de vehículos comerciales que incluyan:

- Datos de identificación de la carga
- Datos de actividad de flotas
- Datos de empaque de materiales peligrosos
- Datos de cruces fronterizos
- Datos de seguridad a bordo de vehículos comerciales
- Datos de origen/destino y clasificación de camiones

El DIV deberá ser capaz de importar datos ambientales de ITS que incluyan datos de emisiones y datos del clima.

El DIV podrá importar datos del ITS del viajero y del vehículo, que incluyan:

- Datos de conjuntos de mensajes de VMS
- Trayectoria de vehículos
- Datos de guiado de ruta
- Datos de cambio de precio en carreteras y estacionamientos
- Datos de origen-destino de viajes
- Solicitudes de servicio
- Utilización de información

El DIV deberá ser capaz de importar datos de ITS de las características físicas de la infraestructura de transporte, que incluyan:

- Atributos de la red carretera
- Atributos de la red de transporte público
- Estatus de mantenimiento del equipo
- Instalaciones de transporte

- Mapa en GIS de la red
- Datos de mantenimiento de la infraestructura.

El DIV podrá importar datos de ITS de administración de estacionamientos; tener la capacidad de importar datos operativos intermodales; aceptar insumos de datos predefinidos de transporte u otras fuentes; aplicar la verificación del control de calidad predefinido a los datos importados de ITS, y registrar los resultados en los meta-archivos correspondientes.

El DIV tendrá la capacidad de formatear los datos para conformar el esquema de archivo; tener la capacidad de depurar los datos importados. La depuración deberá incluir la remoción de los atributos de privacidad de la fuente. La depuración deberá ser capaz de asignar identificadores anónimos únicos desarrollados por el sistema a los datos durante su almacenamiento.

El DIV deberá ser capaz de llevar a cabo funciones de descomposición [mining] de datos predefinidas para importar datos; llevar a cabo la fusión predefinida de datos importados cercano a tiempo real; asignar meta-atributos a los datos operativos de ITS si la modificación de datos es requerida durante el proceso de almacenamiento de datos históricos; y notificar a los propietarios de las fuentes del sistema acerca de errores potenciales de datos o del equipo.

4. La función de datos almacenados proveerá la función de almacenamiento automático de datos históricos [Automatic Data Historical Archive, ADHA] para almacenar permanentemente los datos.

El ADHA proveerá un esquema de archivo para todos los datos de ITS que ingresan a los archivos. El esquema de archivo deberá impedir la posibilidad de identificación o seguimiento ya sea de ciudadanos individuales o de empresas privadas. Despojar de todos los identificadores de ciudadanos individuales o empresas privadas a todos los datos antes de almacenarla; y ser capaz de asignar identificadores anónimos únicos desarrollados por el sistema a los datos durante su almacenamiento.

El ADHA administrará los procesos de almacenamiento de datos históricos de ITS para todas las áreas funcionales, como sigue:

- Formateo de datos de acuerdo con el esquema de archivo
- Mantener un meta-esquema centralizado para especificar cómo se almacenan los datos
- Mantener los meta-atributos de calidad de los datos
- Horario de almacenamiento de datos

El ADHA almacenará permanentemente archivos históricos y proveer sólo réplicas de datos a los usuarios. Apoyará los procedimientos de almacenamiento de datos especificados por el usuario como sigue:

- Cuando se especifique por un usuario, archivar los datos operativos como son recibidos en los archivos de almacenamiento de los usuarios
- Cuando se especifique por un usuario, archivar datos editados en los archivos de almacenamiento del usuario
- Cuando se especifique por un usuario, llevar a cabo una fusión predefinida de datos antes de almacenarse en los archivos de almacenamiento del usuario

El ADHA asignará meta-atributos a los datos operativos de ITS si la modificación de datos es requerida durante el proceso de almacenamiento histórico.

5. La función de datos almacenados deberá proveer una función de distribución de datos almacenados [Data Warehouse Distribution, DWD] como la fuente de datos de ITS para apoyar a las funciones de la comunidad de usuarios de ITS.

La DWD deberá ser capaz de apoyar a la generación de productos de datos para los siguientes organismos de transporte:

- Planeación
- Operaciones
- Seguridad
- Investigación

La DWD incluirá una función de productos de datos del usuario [User Data Products, UDP].

La UDP proveerá una funcionalidad analítica en línea para generar productos de datos predefinidos para los usuarios de ITS, que incluyan:

- Reportes
- Análisis
- Agregados o resúmenes
- Almacenamiento de conceptos de datos definidos por el usuario

La función de UDP deberá recrear los formatos de datos operativos de ITS a partir de los archivos históricos; ejercer funciones de destrucción de datos definida por el usuario, sobre fuentes de datos de ITS; y llevar a cabo funciones de fusión de datos definida por el usuario, sobre datos extraídos de archivos de ITS.

La función de UDP deberá apoyar al sistema de datos federal con productos de datos definidos por el usuario, cuando los datos necesarios se encuentren disponibles, incluyendo los siguientes sistemas:

- Sistema de monitoreo de desempeño carretero [Highway Performance Monitoring System, HPMS]
- Estudio de peso de camiones [Truck Weight Study, VTRIS]
- Inventario de puentes nacionales [National Bridge Inventory]
- Sistema de reporte de accidentes fatales [Fatal Accident Reporting System, FARS]
- Sistema de información de seguridad carretera [Highway Safety Information System, HSIS]
- Datos de tránsito de la sección 15 (E.U.A.) [Section 15 Transit Data]
- Sistema de información de administración de autotransportistas [Motor Carrier Management Information System, MCMIS]
- Sistema de reporte de incidentes con materiales peligrosos
- Sistema de inventario de cruces a nivel [Grade Crossing Inventory System, GCIS]
- Sistema de reporte de incidentes/accidentes ferroviarios [Railroad Accident/Incident Reporting System, RAIRS].

La DWD deberá tener el único punto de administración para el sistema de datos almacenados.

6. La función de datos almacenados proporcionará a los usuarios de una Interface con la Comunidad ITS [ITS Community Interface, ICI], incluyendo a los usuarios de ITS para la especificación y obtención de productos de datos.

La ICI deberá ser la interface de datos común para todos los usuarios de ITS para tener acceso a los archivos de datos de ITS.

La ICI proveerá a los usuarios de los sistemas, la funcionalidad de interface de datos, y deberá manejar el acceso y seguridad de los usuarios en la interface; depurar los datos para eliminar los atributos de privacidad de las fuentes antes de

almacenar los datos; y proveer la funcionalidad de la interface de usuario a los datos existentes en el esquema de datos almacenados para que los usuarios definan sus productos de datos.

La interface de usuario permitirá a los usuarios definir el acceso a bases de datos múltiples como fuentes de datos para sus productos de datos. Permitirá a los usuarios seleccionar funciones analíticas en línea para generar productos de datos. Permitirá al usuario visualizar muestras de productos de datos.

El ICI deberá proveer la interface de usuario a los organismos de transporte de ITS. Los organismos de transporte tendrán que incluir las siguientes funciones de planeación:

- Organizaciones de planeación metropolitanas [Metropolitan Planning Organizations, MPO] y organizaciones de planeación de transporte estatal
- Monitoreo de sistema de transporte
- Análisis de calidad del aire
- Planeación de carga e intermodal estatal/municipal (MPO)
- Administración del crecimiento y regulación del uso de suelo
- Administración de transporte y análisis de políticas
- Planeación de transporte público

Los organismos de transporte deberán incluir las siguientes funciones operativas:

- Administración de tránsito
- Administración de transporte público
- Construcción y mantenimiento
- El sector privado.

Las funciones de transporte incluirán a los siguientes organismos de seguridad:

- Planeación y administración de la seguridad
- Operaciones de vehículos comerciales
- Administración de emergencias.

Los organismos de transporte deberán incluir a los organismos de investigación.

3.2.8.2 Administración de condiciones ambientales (clima y medio ambiente)

El servicio de administración y monitoreo de condiciones ambientales proveerá a los organismos gubernamentales la capacidad de reforzar sus estrategias de control de la calidad del aire. La función proveerá monitoreo de emisiones en un área geográfica o al lado del camino, además de brindar servicios y sistemas de clima en carreteras. La información será usada por la administración de demanda de tránsito en el Centro de Administración del Tránsito para mitigar la contaminación, y puede ser proporcionada a organismos de vigilancia para obligar a los infractores a cumplir con los estándares. Adicionalmente, proveerá información del clima y su pronóstico a otros sistemas, tales como ATMS y ATIS para incrementar la seguridad y la eficiencia.

Este servicio monitorea las condiciones del camino y del clima empleando datos recopilados de sensores climáticos desplegados sobre y alrededor del camino. Adicionalmente a estaciones fijas de sensores a un lado del camino, los sistemas de sensores ubicados en el subsistema de mantenimiento del vehículo pueden proporcionar información acerca de las condiciones del camino y del clima.

3.3 Carretero

3.3.1 Carretera

3.3.1.1 Seguridad basada en infraestructura

Para prevenir accidentes de tránsito se utilizan diversos tipos de sensores en las carreteras a fin de recopilar datos de las condiciones de conducción, incluyendo el ambiente carretero y las condiciones vehiculares.

Estos aparatos de información de carreteras se usan para proporcionar las condiciones de conducción y de aviso de riesgos asociados a cada conductor en tiempo real. La información se transfiere a los organismos competentes para que lleven a cabo la identificación de los vehículos involucrados.

Eliminación de colisiones basada en la infraestructura

El servicio de eliminación de colisiones basada en la infraestructura mejora la habilidad del conductor para evitar o disminuir la severidad de choques en intersecciones o áreas de incorporaciones. La función de este servicio es dar seguimiento a la posición y estado del vehículo en un área definida adyacente a una intersección, y puede involucrar comunicaciones vehículo-camino o vehículo-vehículo.

Información de intersecciones ferrocarril-carretera ó “multimodales”

El servicio de seguridad y control en intersecciones multimodales administra el tránsito en intersecciones a nivel carretera-ferrocarril. Las funciones de administración pueden incluir sistemas de advertencia, sistemas de barreras y coordinación entre operaciones ferroviarias y centros de administración del tránsito.

La función de intersección-carretera ferrocarril [Highway-Rail Intersection, HRI], controlará el tránsito en intersecciones ferrocarril-carretera a nivel. Se apoya en dos subservicios: 1) subservicio ferrocarril de velocidad estándar [Standard Speed Rail], que es aplicable a tránsito ferroviario ligero, ferrocarril suburbano y trenes pesados, con velocidades operacionales de hasta 125 km por hora; y 2) subservicio Ferrocarril de alta velocidad [High Speed Rail], que es aplicable a todos los trenes de pasajeros y de carga con velocidades de 130 a 200 km/h.

1. La HRI deberá ser empleada en intersecciones operacionales a nivel carretera-ferrocarril con velocidades de trenes hasta de 200 km/h.

Los usuarios incluyen: tren ligero de pasajeros y transporte rápido público de pasajeros; trenes de carga y suburbanos de pasajeros; operadores de vehículos automotores; ciclistas y peatones; además de los vehículos de mantenimiento e inspección ferroviaria, en las cercanías y en intersecciones HRI.

2. La función HRI proveerá interfaces entre las funciones de administración de caminos y de ferrocarriles. Proporcionará información de las interfaces de administración entre caminos y ferrocarriles para coordinar el tránsito, la demanda y los horarios.

La función HRI deberá tener la capacidad de obtener los horarios actuales de trenes de las funciones de operación del ferrocarril, y determinará la hora y duración proyectadas de cierre de HRI. Además, deberá ser capaz de interactuar con las funciones de administración del tránsito.

La función HRI deberá proveer los datos de cierre a la administración de tránsito para mensajes de aviso a viajeros a bordo de sus vehículos. Permitirá la capacidad para interfaces interactivas en tiempo real; capacidad para interfaces con operaciones ferroviarios para información de control de tránsito ferroviario; capacidad para interface con las funciones de administración del tránsito para coordinación de tránsito vial; capacidad para interface con aproximación y cruce de trenes en HRI para la coordinación del tránsito; y capacidad de interface con vehículos automotores en la cercanía y cruce en HRI para información de control de tránsito.

3. En todas las HRI con sistemas de aviso ferroviario activos, HRI debe administrar el tránsito en la intersección; tener la capacidad de incorporar a la intersección dispositivos de señales de tránsito ferroviario, de incluir una función automatizada para vehículos automotores para evitar colisiones.

La HRI deberá proveer una función de controlador de intersección inteligente [Intelligent Intersection Controller, IIC] para administrar el tránsito vial y ferroviario en la intersección. El IIC deberá controlar los dispositivos de señales de tránsito viales activas en las HRI para administrar el tránsito carretero; controlar dispositivos activos de aviso ferroviario, incluyendo luces intermitentes y barreras físicas para caminos y pasos peatonales en HRI; proporcionar un sistema de vigilancia de intersección para difundir el estatus en tiempo real del tránsito en la intersección; reportar en tiempo real el estatus del equipo HRI; reportar en tiempo real el estatus de tránsito en HRI mediante anuncios o alertas.

4. La HRI incluirá un subservicio de ferrocarril de velocidad estándar [Standard Speed Rail, SSR] para administrar el tránsito carretero y ferroviario en HRI para líneas ferroviarias con velocidades operativas menores a 130 km/h. El SSR deberá incluir sistemas activos de aviso al ferrocarril en HRI designadas; incluir HRI pasivas con sistemas de aviso no activos; difundir señales de aviso pasivas con dispositivos de control de tránsito vial en HIR pasivas.

La HRI proveerá un subservicio de ferrocarril de alta velocidad [High Speed Rail, HSR] en líneas ferroviarias con velocidades operativas de entre 130 y 200 km/h.; incluir dispositivos activos de mensajes al lado del camino para proporcionar información de cierre de caminos en intersecciones camino-ferrocarril de ferrocarril de alta velocidad [HSR HRI].

El subservicio HSR deberá aportar características especiales de seguridad para mejorar la seguridad; cerrar la HRI al tránsito automotor en un horario predeterminado (hasta 3 min) antes de que el tren llegue, o cuando sea dirigido por operaciones de tren; incluir una función positiva de barrera (por ejemplo, cuatro accesos cuadrangulares) para cerrar la intersección al tránsito automotor en líneas ferroviarias, operando a velocidades mayores a 175 km/h.

Las HSR HRI verificarán el estatus de la intersección como “ABIERTA” o “BLOQUEADA” para el tránsito ferroviario mediante un obstáculo inmóvil.

Al respecto, HSR deberá proveer el estatus de HRI a las funciones de operaciones de ferrocarril y a los trenes ya sea como una indicación de “PROCEDER” o de “ALTO”; y proporcionar el estatus de HRI a los vehículos automotores ya sea como una indicación “ALTO AL TREN” o “PROCEDER”.

En HRI con sistemas de advertencia activas al ferrocarril, debe proveer la capacidad de notificación automática de colisiones a las operaciones ferroviarias y administración del tránsito.

Seguridad de usuarios no automovilistas en el camino

El servicio de seguridad de usuarios no automovilistas en el camino brindará sistemas de advertencia principalmente centrados en la seguridad de peatones y

ciclistas. Este servicio incluiría, por ejemplo, luces de cruce de peatones, señales audibles para peatones, control de señales de tránsito de rutas de ciclistas.

Con el objetivo de construir un entorno vial/carretero seguro y agradable para los peatones y gente sin vehículo, incluyendo a las personas mayores y con problemas de movilidad. Se usan las instalaciones, la navegación en ruta y el ruteo mediante el empleo de unidades terminales, medios magnéticos y de voz para dar apoyo a los peatones. Se extiende el tiempo de luz verde en los semáforos con terminales portátiles para que los peatones puedan cruzar con mayor seguridad las vialidades.

Este servicio se apoya en sistemas de advertencia y de sensores para interactuar con peatones, peatones con discapacidad, ciclistas, y otros vehículos que operan en los arroyos vehiculares, o en las rutas que se cruzan con los arroyos vehiculares.

3.3.1.2 Inspección automática de seguridad al lado del camino

El servicio de inspección automática de seguridad al lado del camino incluirá capacidades de inspección automatizadas que revisen los requerimientos de seguridad con mayor rapidez y precisión durante una inspección de seguridad que se lleve a cabo mientras el vehículo ha sido apartado de la carretera en un sitio de inspección fijo o móvil. Un ejemplo sería un dinamómetro rodante que revise el desempeño de los frenos.

El ITS deberá incluir la capacidad de inspección automática al lado del camino [Automated Roadside Safety Inspection, ARSI].

1. La ARSI comprenderá una función de instalación al lado del camino [Roadside Facility, RF], que mejore la capacidad de efectuar la inspección de seguridad mediante el uso de la automatización.

La RF proveerá la capacidad de procesamiento que automatiza las tareas de inspección al lado del camino; incluir la capacidad de ejecutar inspecciones de frenos a un lado del camino; la capacidad de que los operadores empleen dispositivos portátiles para inspeccionar rápidamente los componentes del vehículo y del conductor que producen resultados de a prueba/falla, datos de condiciones actuales, datos de proyecciones de vida útil.

La RF coleccionará, almacenará, mantendrá y proveerá acceso interactivo en línea en tiempo real a datos históricos de seguridad en la instalación al lado del camino; aplicará la capacidad de actualizar continuamente las banderas de información a los siguientes: clasificación de transportistas de la oficina de autotransportistas [Office of Motor Carriers, OMC]; inspección y mantenimiento de datos de vehículos/conductores; verificación de reparaciones y registros fuera de servicio; y estatus del conductor (incluyendo licencias y citatorios).

La RF tendrá que aplicar la capacidad de identificar automáticamente los vehículos que se aproximan al personal de vigilancia y que han sido señalados como potencialmente sujetos de mantenimiento o de ponerse fuera de servicio; y proveerá la capacidad de recibir datos de identificación de cada vehículo que es detenido en la estación de inspección que habilita el acceso y recepción a un lado del camino de registros históricos de seguridad, incluyendo transportista, vehículo, conductor, carga.

2. La ARSI deberá incluir una función de sistema de vehículo [Vehicle System, VS], que permitirá la capacidad de procesamiento para automatizar las tareas de inspección a un lado del camino.

La arquitectura de VS permitirá su desarrollo e integración como una instrumentación en fases, e incluir sensores para revisar eficientemente las condiciones del sistema de vehículo y conductor, además de proporcionar la capacidad de actualizar continuamente los registros de seguridad del vehículo o un “registro/etiqueta electrónica” en el vehículo.

El VS habrá de considerar un sistema de monitoreo del estatus de seguridad a bordo que sea accesible desde un costado del camino, así como una capacidad de inspección automatizada inicial que agilice y complemente los procesos de inspección manual y visual existentes, a la vez que permitir una capacidad de comunicaciones en dos vías que facilite las tareas de inspección al lado del camino.

3.3.1.3 Operaciones de mantenimiento y construcción

La determinación del período óptimo de trabajo, planeación de arreglos de trabajo, y provisión de instrucciones a los vehículos se lleva a cabo mediante la identificación precisa de las condiciones de superficie del camino, y las posiciones de vehículos de trabajo para mantener un ambiente de conducción seguro, suave y placentero de acuerdo con las condiciones sociales y naturales de cada región.

En el caso de un desastre, se determina el daño a las instalaciones carreteras y áreas aledañas, y se llevan a cabo las acciones propias de administración carretera a través de arreglos eficientes para el rescate de vehículos y el establecimiento de un sistema rápido de rescate.

Este servicio proporcionará a los organismos gubernamentales los recursos para las operaciones y mantenimiento de flotas de vehículos y de equipo, además de monitorear y administrar el flujo de tránsito en las áreas de obras.

El ITS deberá proveer funciones de mantenimiento y operaciones de construcción [Maintenance and Construction Operations, MCO] para apoyar el monitoreo, operación, mantenimiento, mejoramiento y administración de la condición física de las carreteras, el equipo asociado a la infraestructura, y los recursos requeridos.

El MCO habrá de centrarse en cuatro funciones principales: 1) la función de administración del mantenimiento de flotas vehiculares [Maintenance Vehicle Fleet Management], para monitorear y dar seguimiento a las ubicaciones y condiciones de flotas de vehículos de mantenimiento, construcción y servicios especializados; 2) la función de administración carretera [Roadway Management], para monitorear y proyectar condiciones y administrar el tratamiento de carreteras durante diversas condiciones de viaje; 3) función de administración y seguridad de zonas de obras [Work Zone Management and Safety], para apoyar las operaciones carreteras efectivas y eficientes durante actividades de zonas de obras; y 4) la función de mantenimiento de condiciones carreteras y difusión de plan de trabajo [Roadway Maintenance Conditions and Work Plan Dissemination], para coordinar planes de trabajo y para comunicar condiciones. Este servicio al usuario utilizará los sistemas y procesos de ITS a fin de apoyar el intercambio de información entre diversos grupos de usuarios, para mejorar la eficiencia y efectividad de actividades operativas, mantenimiento y administrativas.

El MCO deberá aplicar una función de administración de flotas de vehículos de mantenimiento [Maintenance Vehicle Fleet Management, MVFM] para programar y despachar, monitorear y dar seguimiento a la ubicación, y monitorear las condiciones de operación y los requerimientos de mantenimiento de flotas públicas y contratadas de vehículos de mantenimiento, construcción y servicios especializados. Esta función incluye interacciones entre organismos administradores de tránsito, supervisores, despachadores, equipos de campo, equipos de construcción, equipos de mantenimiento de vehículos, equipos de mantenimiento de equipo, organizaciones de servicios climáticos, y proveedores de servicios de información.

La MVFM será capaz de monitorear y dar seguimiento a la ubicación de flotas públicas y contratadas de vehículos de mantenimiento, construcción y servicios especializados para proveer la ubicación actual y la información de estatus; además de ser capaz de monitorear y dar seguimiento a las ubicaciones de flotas de vehículos de mantenimiento, construcción y servicios especializados, incluyendo:

- Camiones de mantenimiento carretero
- Otro equipo motorizado de mantenimiento carretero
- Camiones de construcción carretera
- Otros equipos motorizados de construcción carretera
- Patrullas de servicio carretero
- Palas de nieve
- Camiones de arena o sal

- Excavadoras
- Equipo de control y poda de vegetación
- Vehículos de control de tránsito
- Vehículos de limpieza de calles y drenaje

La MVFM deberá ser capaz de monitorear la información relativa a las flotas de vehículos de mantenimiento, construcción y servicio especializado, incluyendo ubicación y velocidad; rastrear la ubicación y movimiento pasado de vehículos de mantenimiento, construcción y vehículos especializados; apoyar a la programación y despacho de rutas de flotas públicas y contratadas de vehículos de mantenimiento, construcción y servicios especializados.

La MVFM deberá ser capaz de apoyar las comunicaciones interactivas de datos entre despachadores y operadores de vehículos públicos y contratados de mantenimiento, construcción y servicios especializados.

La MVFM deberá comunicar información a los operadores de vehículos, incluyendo:

- Información de ruta
- Datos de programación
- Instrucciones de despacho
- Acciones correctivas
- Información ambiental (condiciones carreteras y climáticas)

La MVFM deberá comunicar información de los operadores de los vehículos, incluyendo:

- Datos de trabajo
- Estatus del operador
- Estatus del grupo de trabajo
- Estatus del equipo

La MVFM será capaz de usar los sensores a bordo del vehículo para monitorear el diagnóstico del vehículo y las condiciones de operación de flotas públicas y contratadas de vehículos de mantenimiento, construcción y de servicio especializado.

La MVFM deberá ser capaz de recopilar información de las condiciones de operación de vehículos, incluyendo:

- Estatus del sistema (por ejemplo, estatus del sistema de frenos, presión de aceite, etc.)
- Temperatura del motor
- Kilometraje
- Consumo de llantas
- Uso de frenos
- Uso de cinturón

La MVFM deberá ser capaz de programar automáticamente mantenimiento preventivo y correctivo del vehículo.

La MVFM usará los sensores a bordo del vehículo para monitorear las condiciones del camino y las funciones del vehículo, incluyendo:

- Condiciones ambientales
- Estatus de operación (por ejemplo, materiales almacenados, uso de materiales, cuchilla de la pala arriba/abajo, etc)

La MVFM tendrá capacidad de proveer a los despachadores y operadores de vehículos de mantenimiento, construcción y servicio especializado, de información relativa a problemas carreteros actuales y potenciales, además de proporcionar información a los despachadores y operadores de vehículos, incluyendo:

- Congestionamiento
- Incidentes
- Restricciones carreteras

La MVFM deberá ser capaz de filtrar, fusionar, procesar y presentar datos de múltiples fuentes ambientales y climáticas, y como complemento recibir información fusionada del clima y de carretera de fuentes externas, incluyendo:

- Fuentes de transporte de superficie
- Organizaciones de servicios climáticos

La MVFM deberá ser capaz de emplear información fusionada de clima y carretera de fuentes externas para ayudar en las actividades de mantenimiento y construcción carreteras; proveer información a los operadores de vehículos relativa a anuncios de problemas carreteros y rutas alternas debidos a problemas carreteros actuales o potenciales; apoyar la transmisión de datos de operaciones de flotas a otros centros de operaciones.

La MVFM reforzará la transmisión de datos de operaciones de flotas a los archivos; apoyar la comparación de datos de incidentes con las actividades programadas de flotas; y comunicar información de estatus a otros vehículos de mantenimiento, construcción y servicios especializados.

2. La MCO habrá de proporcionar una función de administración carretera [Roadway Management, RWM] para monitorear el tránsito, superficie carretera y condiciones ambientales, y proyectar el tránsito y las condiciones de superficie carretera para apoyar la corrección manejo de condiciones carreteras de rutina y de riesgo, y para comunicar cambios en las condiciones.

Esta función incluye las interacciones entre los administradores de tránsito, supervisores, despachadores, equipos de campo, equipos de construcción, administradores de activos, organismos de planeación, y organismos de servicios climáticos.

La RWM deberá dar apoyo a diversos servicios, incluyendo:

- Mantenimiento de invierno (paleo, tratamiento, anticongelación, descongelación, etc)
- Remoción de riesgos (remoción de basura, animales, etc)
- Actividades de emergencia (respuesta a incidentes, planeación, rutas alternas, etc)
- Actividades de mantenimiento de rutina (limpieza, poda, etc)
- Actividades de reparación
- Otras actividades relativas al clima (dispersión de niebla, etc).

La RWM respaldará la provisión de operación carretera efectiva y eficiente durante condiciones climáticas normales y severas o adversas; planear y proyectar, proactiva y reactivamente, actividades de administración carretera anuales; determinar la necesidad de tratamiento carretero programado y proyectado; filtrar, fusionar, procesar y presentar datos de múltiples fuentes ambientales y climáticas.

La RWM deberá ser capaz de recibir y fusionar información ambiental y carretera de fuentes externas, incluyendo fuentes de transporte de superficie y organismos

de servicios climáticos; hacer uso de información del clima actual y proyectado; recurrir a información del uso de tratamientos y materiales; dar soporte a la predicción climática de corto plazo para mantenimiento de invierno, así como a la administración de recursos para llevar a cabo la corrección de condiciones carreteras riesgosas.

La RWM reforzará la aplicación de materiales, paleo y otros medios para contrarrestar condiciones climáticas adversas de invierno; apoyará respuestas apropiadas a otras condiciones ambientales que afecten los viajes; dará seguimiento a la cantidad de materiales aplicados al camino para comparación de requerimientos planeados/proyectados; además de monitorear la cantidad y disponibilidad de materiales en las instalaciones de almacenamiento.

La RWM deberá dar apoyo al despacho del equipo de mantenimiento; monitorear, administrar y controlar sistemas automáticos ubicados remotamente, que afecten la superficie carretera (por ejemplo, aplicaciones de descongelamiento/ anticongelamiento), así como archivar datos para uso en el desempeño de actividades de monitoreo.

3. La MCO deberá proveer una función de administración y seguridad de zona de obras [Work Zone Management and Safety, WZMS], que proporcione apoyo para la efectividad, seguridad y eficiencia de operaciones carreteras durante las actividades de zona de obras. Esta función incluye interacciones entre administradores de tránsito, supervisores, despachadores, equipos de campo, equipos de construcción, organizaciones de seguridad pública, proveedores de servicios de información y viajeros.

La WZMS deberá monitorear, controlar y dirigir las actividades en la vecindad de zonas de obras; y proveer información acerca de zonas de obras, incluyendo:

- Demoras anticipadas
- Rutas alternas
- Límite de velocidad sugerido

La WZMS brindará apoyo a la vigilancia automática de velocidad en las cercanías de zonas de obras; deberá ser capaz de desviar a los vehículos alrededor de las zonas de obras mediante técnicas automáticas de cambio de carril; y recopilar información usada para dar apoyo al cambio automático de carriles, incluyendo:

- Volumen
- Ocupación
- Velocidad

- Avance
- Características de vehículos
- Distancia de fusión de carriles

La WZMS deberá dar apoyo para el archivo de los datos de campo, así como a la administración de datos relativos a zonas de obras; y recopilar información relativa a las actividades de zonas de obras, incluyendo:

- Ubicación
- Tipo/naturaleza
- Hora de inicio programada
- Duración
- Cambios de carril
- Áreas de estacionamiento
- Longitud de la zona de obras
- Fases programadas de la configuración de zonas de obras
- Rutas alternas
- Demoras anticipadas para rutas de viajes
- Demoras anticipadas para rutas de desvío

La WZMS hará corresponder las actividades planeadas con el trabajo actual; apoyar a la preparación de reportes de las actividades de zonas de trabajo; y proporcionar información acerca de las actividades en la zona de obras a otras organizaciones, incluyendo:

- Otros sistemas de operaciones de mantenimiento y construcción
- Flotas de vehículos comerciales
- Flotas de vehículos de emergencias
- Sistemas de información al viajero
- Sistemas de administración de tránsito

La WZMS deberá proveer sistemas que comuniquen información al viajero confiable, precisa y puntual, incluyendo:

- Ubicación, incluyendo información de cierre de carriles
- Ruta alterna/desvío
- Límite de velocidad de la zona de obras
- Demora

La WZMS apoyará a la provisión de información de invasión de vehículos; y dar seguimiento a los movimientos de los equipos individuales.

4. La MCO deberá proveer una función de difusión de las condiciones de las operaciones de mantenimiento carretero y del plan de trabajo [Maintenance and Construction Operations and Work Plan Dissemination, RMCWPD] para proporcionar coordinación intra e interinstitucional de los planes de trabajo. Esta función incluye interacciones entre los administradores de tránsito, supervisores, organismos de planeación, organizaciones de seguridad pública, y proveedores de servicios de información.

La RMCWPD deberá coordinar información relativa a las actividades planeadas de mantenimiento y construcción, incluyendo información de zona de obras, y actividades no planeadas de corrección, tales como respuesta a inclemencias del clima, de tal forma que puedan llevarse a cabo el ruteo, programación y asignación de recursos; además de respaldar a la coordinación interinstitucional de respuesta y programación de recursos para eventos relevantes con impacto amplio, como desastres naturales, incidentes mayores, y grandes eventos planeados o estacionales.

La RMCWPD coordinará información con otros organismos de transporte, incluyendo:

- Seguridad pública
- Administración médica de emergencias
- Transporte público
- Administración del tránsito
- Ferrocarriles
- Aeropuertos
- Proveedores de servicio de información

- Administración de activos de transporte

3.3.2 Inspección de vehículos de carga

3.3.2.1 Liberación electrónica de vehículos comerciales

El servicio de liberación electrónica de vehículos comerciales consiste en revisiones electrónicas en fronteras domésticas e internacionales. La revisión electrónica doméstica permitirá a los vehículos comerciales continuar sin detenerse en estaciones de inspección. La revisión en fronteras internacionales permitirá a los vehículos pasar los puntos de revisión en fronteras internacionales sin detenerse, o al menos con revisiones expeditas. Conforme un vehículo se aproxime a una estación de inspección o revisión, las comunicaciones vehículo a camino identifican al vehículo y ponen a disposición de las autoridades los datos necesarios relativos a credenciales, peso del vehículo, estatus de seguridad, carga y tripulantes. El personal de vigilancia, entonces puede seleccionar a los vehículos potencialmente inseguros para su inspección y permitir que los vehículos legales y seguros pasen la estación o punto de revisión.

El ITS deberá incluir el procesamiento electrónico de vehículos comerciales [Comercial Vehicle Electronic Clearance, CVEC].

El CVEC deberá incluir una instalación fija consistente de aquellas estructuras y equipamiento que incluyen puertos de entrada, estaciones de inspección, estaciones de pesaje, y casetas de cuota.

Por su parte, las instalaciones fijas permitirán que la participación del estado en el programa CVEC sea voluntaria; además de dar apoyo al registro de los vehículos/transportistas en el programa CVEC; y dar cabida a vehículos/transportistas tanto interestatales como intraestatales.

Las instalaciones fijas incluirán el procesamiento para comunicar llegadas de señales de inspección de seguridad de los tipos siguientes: generadas automáticamente a partir de pruebas de paso/alto, generadas aleatoriamente, y generadas manualmente; y permitir que el operador de la instalación sobreponga la emisión de solicitudes de llegada generadas automática y aleatoriamente.

Al tomar la determinación “pase/alto” la instalación fija ejecutará revisiones acerca de:

- Información de seguridad del vehículo/transportista
- Documentación del vehículo
- Estado/credenciales del conductor

- Información del peso del vehículo
- Cuenta de pago de impuestos

La instalación fija permitirá establecer comunicaciones de dos vías con cada vehículo en las cercanías de la instalación; y permitirá el acceso y la actualización rápida de la información acerca de los problemas vehiculares que son detectados.

2. El CVEC incluirá un sistema vehicular [Vehicle System], que permitirá dar cabida a transportistas interestatales e intraestatales.

El sistema de vehículos hará factible que cada vehículo establezca comunicaciones de dos vías con las instalaciones fijas; y que la participación de cada vehículo o transportista individual en el proceso sea realizada de manera voluntaria.

3.4 Vehículo

3.4.1 Seguridad en la conducción de vehículos

Se refiere principalmente a las metas de seguridad de ITS, impactando directamente tanto en la disminución de la cantidad, como en la severidad de colisiones.

Para prevenir accidentes de tránsito, se utilizan diversos tipos de sensores en los vehículos para recopilar datos de las condiciones de conducción, incluyendo el ambiente carretero y las condiciones vehiculares.

El equipamiento a bordo del vehículo se usa para proporcionar información de estas condiciones de conducción, y el aviso de riesgo asociado a cada conductor en tiempo real.

3.4.1.1 Eliminación de colisiones basada en los vehículos

Eliminación de colisiones basada en los vehículos

El servicio de eliminación de colisiones basada en los vehículos consiste en sistemas que mejoran la habilidad del conductor para evitar o disminuir la severidad de las colisiones longitudinales o laterales. Estos tipos de colisiones pueden evitarse potencialmente mediante la provisión de alertas y/o toma temporal del control del vehículo, si una colisión es inminente.

Eliminación de colisiones longitudinales

El ITS deberá incluir un servicio de eliminación de colisiones longitudinales [Longitudinal Collision Avoidance].

1. El servicio de eliminación de colisiones longitudinales tendrá que incluir un subservicio en la parte posterior del vehículo [Rear-end Subservice].

El subservicio Rear-end deberá incluir un sistema de mantenimiento de distancia [Headway Maintenance System] que asiste para mantener una separación longitudinal relativamente segura entre los vehículos.

El sistema de mantenimiento de distancia deberá incluir un subsistema de operaciones manuales, que determinará las situaciones de riesgo que son inconsistentes con el avance seguro.

El subsistema de operaciones manuales deberá alertar al conductor del vehículo de la necesidad de controlar la velocidad para mantener un avance seguro.

El sistema de mantenimiento de distancia deberá incluir un subsistema de control de crucero autónomo inteligente [Autonomous Intelligence Cruise Control, AICC], que determinará las acciones necesarias para mantener al vehículo a una distancia segura detrás de un vehículo delantero.

El subsistema AICC deberá implantar el control de velocidad necesaria del vehículo.

El sistema de mantenimiento de distancia deberá incluir un subsistema de control de crucero cooperativo inteligente [Cooperative Intelligence Cruise Control, CIIC], con la capacidad de operar el vehículo en un modo “sigue al vehículo delantero” o un modo “pelotón”.

El subservicio Rear-end contemplará un sistema de acción de conductor, que deberá informar al conductor de la necesidad de acción inmediata para evitar una colisión; así como un sistema de control automático, que implante automáticamente la acción necesaria para evitar una colisión.

2. El servicio de eliminación de colisiones longitudinales deberá adiconar un subservicio de respaldo, que incluya un sistema de notificación.

El sistema de notificación avisará al conductor de la presencia de situaciones potencialmente riesgosas.

El subservicio de respaldo comprenderá un sistema de acción del conductor, que deberá implantar automáticamente la acción necesaria para evitar colisiones.

3. El servicio de eliminación de colisiones longitudinales deberá incluir un subservicio “de-frente/pase” [Head-on/Passing], que contendrá un sistema de notificación.

El sistema de notificación advertirá al conductor la presencia de situaciones potencialmente riesgosas

El subservicio “de frente/pase” deberá incluir un sistema de acción del conductor, que le avisará al conductor de la necesidad de acción inmediata para evitar una colisión.

El subservicio “de frente/pase” deberá incluir un sistema de control automático, que permitirá implantar automáticamente la acción necesaria para evitar una colisión.

Eliminación de colisiones laterales

El ITS deberá incluir un servicio de eliminación de colisiones laterales [Lateral Collision Avoidance].

1. El servicio de eliminación de colisiones laterales deberá incluir un subservicio de cambio/fusión de carriles

El subservicio de cambio/fusión de carriles, deberá incluir un sistema de acción del conductor, que le notifique de la presencia de situaciones potencialmente riesgosas; y adicionar un sistema de control automático, que actuará automáticamente para implantar una acción necesaria que impida una colisión.

2. El servicio de eliminación de colisiones laterales añadirá un subservicio de salida del vehículo del camino [Single Vehicle Roadway Departure, SVRD].

El subservicio SVRD incluirá un sistema de notificación, que avise al conductor de la presencia de situaciones potencialmente riesgosas; así como un sistema de acción del conductor, que informe al conductor de la necesidad de una acción inmediata para evitar una colisión; además de un sistema de control automático, que implantará automáticamente una acción necesaria ante una colisión.

Eliminación de colisiones en intersecciones

El ITS deberá incluir un servicio de eliminación de colisiones en intersecciones [Intersection Collision Avoidance].

1. El servicio de eliminación de colisiones en intersecciones deberá incluir un sistema de notificación que avisará al conductor de situaciones potencialmente riesgosas.

2. El servicio de eliminación de colisiones en intersecciones deberá incluir un sistema de acción del conductor, que le notificará la necesidad de una acción inmediata para evitar una colisión.

3. El Servicio de Eliminación de Colisiones en Intersecciones deberá incluir un Sistema de Control Automático, que implantará automáticamente una acción necesaria para evitar una colisión.

3.4.1.2 Operación automática de vehículos

El servicio de operación automática del vehículo es un sistema vehículo-camino que mejora la seguridad y eficiencia de viajes en carretera, mejora la comodidad del conductor, y ayuda a reducir la contaminación del aire mediante el movimiento de vehículos equipados con control totalmente automático (operación hands-off y feet-off) en carriles exclusivos.

La función de control automático se instala a los vehículos para apoyar la operación del conductor mediante el control de velocidad a través de operación automática de frenos, o de asistencia al conductor si se detecta peligro; al mismo tiempo, considerando la posición y comportamiento del control del vehículo y de los otros vehículos cercanos, y de obstáculos.

Además, la conducción automática de vehículos se implementa con sensores del ambiente y funciones de asistencia al conductor. Estas últimas incluyen el control de velocidad mediante operación automática de frenado y aceleración y control de guiado de neumáticos.

El ITS deberá incluir un servicio de operación automática del vehículo [Automated Vehicle Operation, AVO].

1. El servicio AVO contendrá un sistema de carretera automática [Automated Highway System, AHS], como el nivel objetivo del sistema [Target Level System].

El AHS incluirá un subsistema automático de revisión [Automated Check-In Subsystem, ACIS].

El ACIS contemplará la capacidad para que el conductor inicie una transacción, incluyendo la indicación del destino, con el AHS; ser capaz de determinar las calificaciones del vehículo para tener acceso al AHS; y poder controlar seguramente el acceso al AHS.

El AHS deberá incluir un subsistema de control del vehículo [Vehicle Control Subsystem, VCS].

El VCS tendrá la capacidad para determinar la condición, ubicación y movimiento de cada vehículo en los carriles automáticos; determinar las condiciones para la operación segura de los vehículos en los carriles automáticos; y controlar automáticamente a los vehículos en el AHS.

El AHS habrá de incluir un subsistema de verificación automática [Automated Check-Out Subsystem, ACOS].

El ACOS determinará el nivel de alerta del operador del vehículo para recuperar el control del vehículo, y será capaz de controlar el egreso seguro del AHS.

2. El servicio AVO deberá incluir un sistema de sarretera parcialmente automática [Partially Automated Highway System, PAHS] como un sistema transicional.

El PAHS comprenderá subsistemas de vehículo que utilicen las capacidades de los sistemas de eliminación de colisiones y otros mas para instrumentar “pelotones” seguros, además de otros niveles transicionales de desempeño.

El PAHS deberá incluir un subsistema carretero que utilice las capacidades de sistemas de infraestructura carretera avanzados que asistan en la provisión de un mejor control de las rutas de los vehículos; y un subsistema de conductor que emplee las capacidades de los sistemas de alerta del conductor y otros sistemas para asistir en la administración de vehículos, en situaciones distintas al control automático.

3.4.1.3 Mejoras a la seguridad basada en sensores

Para instrumentar una rápida y apropiada atención y rescate tras un accidente o desastre, los vehículos involucrados envían automáticamente una señal para notificar a los organismos competentes con emergencias, para reducir significativamente el tiempo de identificación del incidente y de su ubicación.

El servicio de mejoras a la seguridad en la conducción basada en sensores reduce la cantidad y severidad de las colisiones en las que la reducción o no funcionamiento de los sentidos es un factor (principalmente visual). Por ejemplo, los sistemas que proporcionan este servicio pueden mejorar visualmente la información obtenida en situaciones en que la visibilidad del conductor es baja, tales como la noche o condiciones de niebla.

El ITS deberá incluir un servicio de mejoras visuales para evitar choques [Vision Enhancement for Crash Avoidance].

1. El servicio de mejoras visuales para evitar choques deberá incluir un sistema de visión mejorada [Enhanced Vision], que incremente la capacidad del operador del vehículo para ver a los peatones y situaciones riesgosas, donde la visibilidad del conductor es baja.

3.4.1.4 Activación de restricciones al movimiento antes de impactos

Con el objetivo de reducir los accidentes incluyendo peatones, se instala en los vehículos una señal de alarma que detecta a los peatones en la ruta del vehículo, además de activar automáticamente los frenos.

El servicio de activación de restricciones al movimiento reduce la cantidad y severidad de lesiones mediante la provisión de medios para anticipar una colisión y activar sistemas de seguridad al pasajero previas a un impacto.

El ITS deberá incluir un servicio de activación de restricciones antes de Impactos [Pre-Crash Restraint Deployment].

1. El servicio de activación de restricciones antes de impactos contendrá un sistema de activación automática, que detectará con anticipación una colisión inminente con un objeto en movimiento o estático.

El sistema de activación automática iniciará la activación previa al impacto de los dispositivos de restricción, cuando sea apropiado, para reducir la severidad de los daños.

3.4.2 Vehículos de transporte público y comercial

3.4.2.1 Monitoreo de seguridad a bordo del vehículo

Monitoreo de seguridad a bordo del vehículo

El servicio de monitoreo de seguridad a bordo proveerá la capacidad para detectar el estatus de seguridad de un vehículo, carga y el conductor a velocidad de carretera. El tiempo de conducción y el estado de alerta del chofer son las condiciones detectadas para el conductor. Se proporcionan alertas o indicaciones del estatus de seguridad al conductor. Estos datos también podrían proporcionarse al transportista y a los organismos de seguridad. Es de gran importancia informar al que maneje lo más pronto posible, de cualquier problema detectado. También es relevante notificar al transportista de los problemas de seguridad encontrados, así como notificar a los organismos de vigilancia apropiados.

El ITS deberá comprender una función de monitoreo de seguridad a bordo [On-Board Safety Monitoring, OBSM], que permita el monitoreo y advertencia de problemas de seguridad. Es de principal importancia informar al conductor lo más pronto posible, de cualquier problema detectado. De importancia secundaria es comunicar al transportista los problemas de seguridad encontrados. Por último es relevante avisar a los organismos de vigilancia adecuados. Los requerimientos para el Monitoreo de seguridad a bordo se incluyen más adelante.

1. El OBSM deberá incluir la capacidad de instalación fija [Fixed Facility, FF], para el análisis y control de la información de seguridad.

La FF permitirá analizar los datos recibidos de cada vehículo aproximándose y determinar la identificación del vehículo y el conductor; además de proveer advertencias de cualquier problema de seguridad que haya sido identificado.

La FF permitirá la capacidad de identificar el paso de cada vehículo y los resultados asociados de la decisión de solicitar al vehículo que se detenga o continúe sin detenerse; tomar una decisión automáticamente acerca de permitir que cada vehículo pase o se le solicite detenerse para una revisión; permitir la capacidad a los oficiales de vigilancia sobreponerse manualmente a la decisión generada automáticamente a la detención de vehículos para inspección de seguridad; la ejecución de inspecciones previas y posteriores al viaje de cada vehículo; así como tener intercambio de datos de dos vías entre la instalación al lado del camino y cada vehículo.

2. El OBSM deberá incluir un sistema de vehículo (VS) que sea parte de cada vehículo. El VS permitirá recolectar y procesar información para proveer a aquellas instalaciones al lado del camino a velocidades de línea troncal, de acuerdo con el estatus de seguridad de cada vehículo, incluyendo:

- Estatus de seguridad del vehículo
- Estatus de seguridad de la carga
- Estatus de seguridad del conductor
- Identificación del vehículo
- Identificación del conductor

El VS contará con la capacidad de alertar al conductor de dónde se encuentre un problema de seguridad crítico, o una emergencia potencial; y permitir tener intercambio de datos de dos vías entre cada instalación al lado del camino y el vehículo.

Alertas de seguridad

El servicio de alertas de seguridad reducirá la cantidad y severidad de las colisiones causadas por conductores con impedimentos, fallas en los componentes del vehículo, o por condiciones de infraestructura deteriorada.

Los sistemas de alerta y control para conductores con impedimentos monitorean las características de desempeño de los operadores para indicaciones de que el conductor pueda no estar en condiciones de continuar operando con seguridad el vehículo.

Los sistemas de alerta de las condiciones del vehículo monitorean el desempeño de los componentes tales como las llantas y los frenos, en tanto que los sistemas de alerta a bordo de las condiciones de la infraestructura detectan y alertan al operador acerca de condiciones inseguras tales como la presencia de hielo o agua en el camino.

El ITS deberá incluir un servicio de alertas de seguridad [Safety Readiness].

1. El servicio de alertas de seguridad contemplará un subservicio de monitoreo del conductor [Driver Monitor], el cual incluirá un sistema de notificación/control, para determinar el nivel de alerta del conductor, y avisar a este de la necesidad de tomar una acción correctiva.

El sistema de notificación/control deberá contrarrestar un nivel insuficiente de alerta por parte del conductor para operar el vehículo mediante la detención segura del vehículo.

2. El servicio de alerta de seguridad incorporará un subservicio de condición del vehículo; y esta a su vez incluirá un sistema de notificación, que determinará la condición de los componentes críticos del vehículo.

El sistema de notificación notificará al operador de la necesidad de tomar una acción correctiva.

3. El servicio de alerta de seguridad deberá incluir un subservicio de condición de la infraestructura, que a su vez incluirá un sistema de notificación de infraestructura a bordo del vehículo.

El sistema de notificación de infraestructura a bordo del vehículo deberá determinar condiciones inseguras del camino, a la vez que notificará al conductor la necesidad de tomar una acción correctiva.

4 Propuesta de arquitectura nacional ITS para México

4.1 Arquitectura lógica

La arquitectura lógica presenta una visión funcional de los servicios ITS al usuario. Define las especificaciones de funciones o procesos requeridos para llevar a cabo servicios ITS al usuario, y la información o flujo de datos que deben ser intercambiados entre estas funciones. El proceso de descomposición funcional inicia con la definición de aquellos elementos que se encuentran dentro de la arquitectura, y aquellos que no. Por ejemplo, los viajeros son externos a la arquitectura, pero el equipo que utilizan para obtener o aportar información está adentro.

Para facilitar la interpretación de las funciones de los elementos de los ITS se utilizan diagramas de flujos de datos. La fig 4.1 presenta el ejemplo simplificado de los niveles superiores que utiliza la arquitectura ITS de los EUA. En el diagrama de flujo de información, los círculos representan funciones que se desglosan a niveles inferiores en otros diagramas. Los rectángulos equivalen a las entidades externas a la arquitectura. Las líneas entre las funciones y las entidades externas significan los flujos de información.

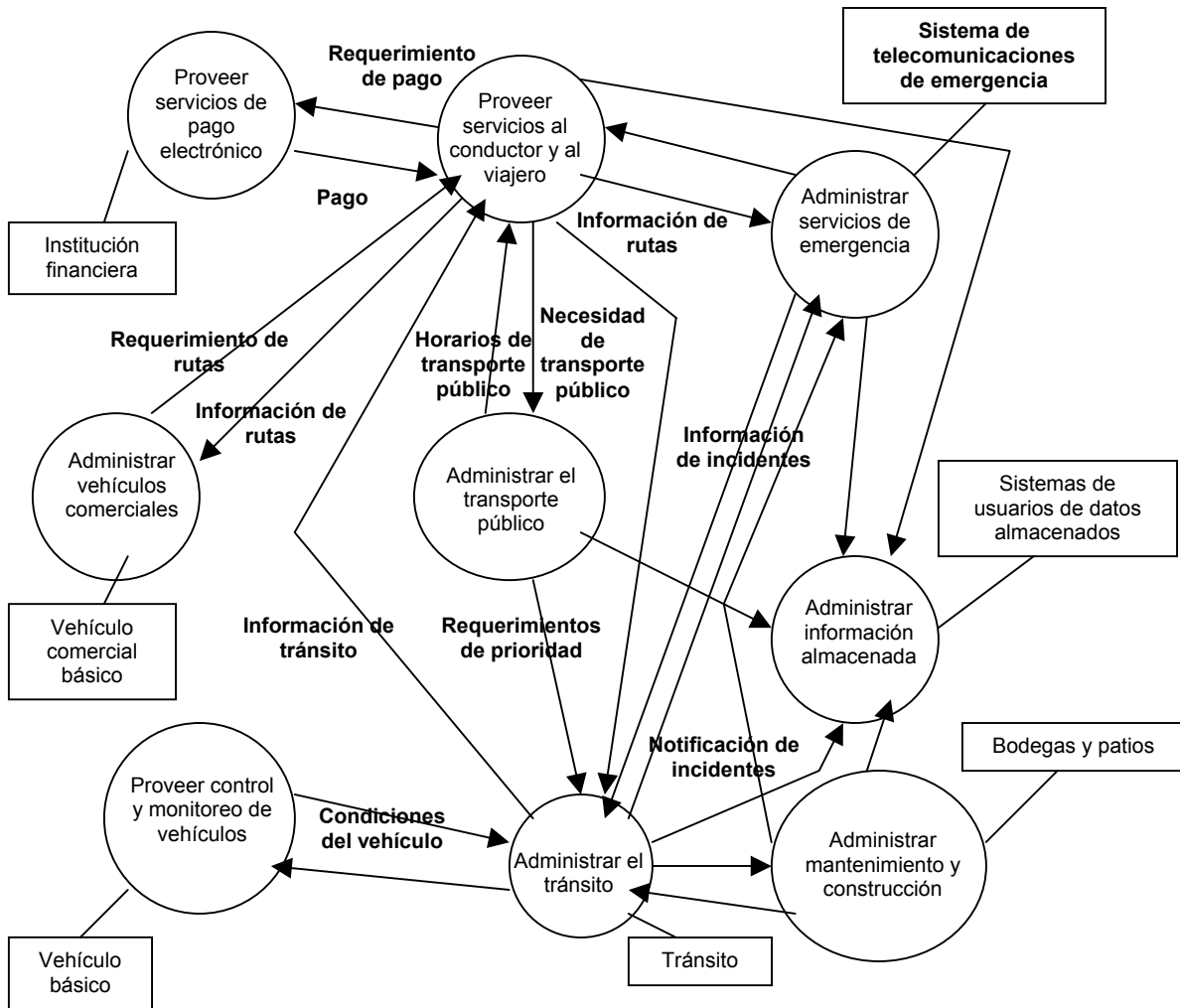


Figura 4.1
Arquitectura lógica simplificada de los niveles superiores

Fuente: Iteris, 2002.

4.2 Arquitectura física

La arquitectura física parte de las funciones definidas en la arquitectura lógica en clases, y a un menor nivel subsistemas con base en la similitud funcional de las especificaciones del proceso y la ubicación donde se realizarán las funciones.

En la siguiente figura se presenta el diagrama de la arquitectura física propuesta para los EUA.

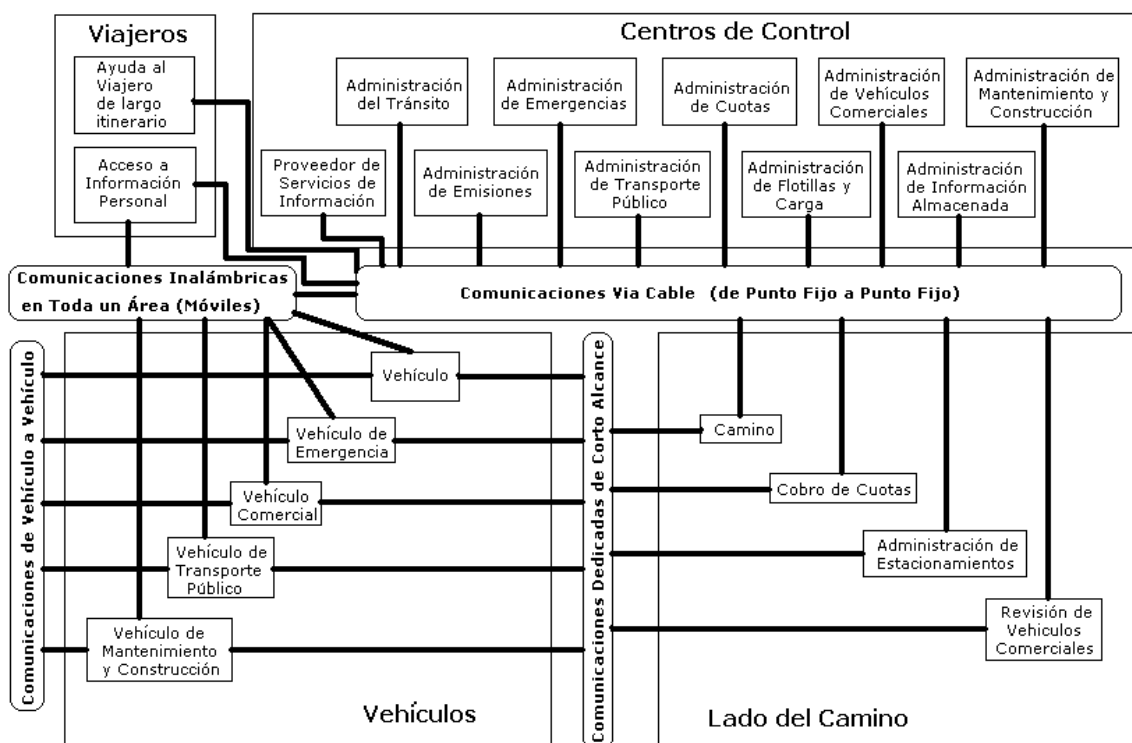


Figura 4.2
Diagrama de la arquitectura de los niveles superiores.

Fuente: Iteris, 2002.

4.3 Actores involucrados

Se identificaron los siguientes actores para las categorías en que la SCT podría encabezar los esfuerzos para impulsar el desarrollo de los ITS en México:

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)
- Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF)
- Unidad de Autopistas de Cuota (UAC)
- Dirección General de Servicios Técnicos
- Dirección General de Carreteras Federales
- Dirección General de Conservación de Carreteras
- Dirección General de Planeación y Centros

- Aeropuertos y Servicios Auxiliares
- Dirección General de Puertos y Marina Mercante
- Dirección General de Tarifas, Transporte Ferroviario y Multimodal
- Caminos y Puentes Federales/FARAC/AMICO
- Cámara Nacional del Autotransporte de Carga (CANACAR)
- Cámara Nacional del Autotransporte de Pasajeros y Turismo (CANAPAT)
- Asociación Nacional del Transporte Privado (ANTP)
- Policía Federal Preventiva
- Administración General de Aduanas

4.4 Propuesta de arquitectura

El desarrollo de una propuesta de arquitectura ITS para un país o una región requiere el manejo de mucha información que incluye desde la definición de los servicios al usuario, identificación de los actores involucrados, sus interrelaciones, los flujos de información entre ellos, etc. El integrar toda esta información de una forma ordenada, clara y sistemática para poderla actualizar en forma sencilla para iniciar el “proceso” de desarrollo de una arquitectura ITS, se convierte en una tarea compleja si se quisiera realizar de manera manual.

Para este proyecto, se efectuaron algunos ejercicios para “armar” una propuesta de arquitectura en forma manual. Estos ejercicios, aunque poco fructíferos, permitieron enfrentarse a las dificultades que ello conlleva y buscar alternativas que permitieran realizar esta actividad de una manera más eficiente y productiva. Lo importante en este aspecto resultó ser el proceso y no el producto. Por lo que una herramienta que facilitara lo laborioso que resulta la construcción de una arquitectura y permitiera destinar más tiempo a los aspectos importantes de la misma, sería de mucha utilidad.

Se identificó una herramienta de trabajo que EE.UU. desarrolló denominada “Turbo Architecture” en su versión 2.0, para apoyar la elaboración de arquitecturas ITS, la cual se utilizó en la investigación.

Tomando como base las categorías de los servicios al usuario en que la SCT podría encabezar el esfuerzo para el desarrollo de la arquitectura nacional ITS para México se vació la información de todos ellos conforme lo requiere el programa de cómputo “Turbo Architecture”.

Las categorías incorporadas para la construcción de la arquitectura nacional ITS propuesta fueron las siguientes:

- Operación de vehículos comerciales

- Cobro electrónico de peaje
- Administración de la operación de carreteras
- Operaciones de mantenimiento y construcción de carreteras
- Información regional a viajeros

El **Anexo A** presenta las diferentes preguntas que hay que responder para cada una de las categorías de los servicios al usuario que se pretenden atender mediante la arquitectura.

El programa de cómputo ofrece varias salidas que permiten visualizar el resultado de la arquitectura elaborada. Es recomendable que estas salidas sean analizadas directamente con el programa, y es por ese motivo que no se presentan aquí. Para el caso en que fueron incorporadas todas las categorías, las salidas que ofrece el programa de cómputo resultan ser poco claras y entendibles.

5 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Esta propuesta de arquitectura ITS para México es una de tantas alternativas que responden a los servicios al usuario identificados.
- Los servicios al usuario para México identificados en este trabajo son resultado de un ejercicio académico de revisar los que otros países han identificado, e identificar mediante una evaluación cualitativa de algunos criterios de selección, aquellos que pudieran servir para el caso de México. Los servicios al usuario para un país responden a las necesidades que tienen los usuarios de ese país, por lo que es conveniente identificar los problemas y necesidades mediante la participación de todos los actores involucrados.
- Es indispensable contar con una herramienta de cómputo que facilite la integración y visualización de la información que sirve de insumo para armar la arquitectura ITS.
- La construcción de una arquitectura ITS es un esfuerzo a nivel nacional con intervención activa de todos los actores participantes.
- La construcción de una arquitectura ITS es un proceso dinámico y continuo, no un producto único y estático.
- La construcción de una arquitectura ITS requiere de recursos humanos y económicos organizados que permitan su desarrollo e implantación.
- Se requiere de recursos humanos que conozcan y estén enterados de qué es ITS para apoyar el desarrollo de la arquitectura nacional ITS.
- El desarrollo de este trabajo permitió tener un acercamiento al proceso de construcción de una arquitectura ITS, y de los aspectos que hay que tomar en consideración para su desarrollo.
- El beneficio de haber desarrollado este trabajo recae en haber estado expuesto al proceso de construcción de una arquitectura, más que la arquitectura propuesta en si.

Recomendaciones

- Profundizar en el proceso de construcción de una arquitectura ITS con orientación a elaborar una metodología para el desarrollo de la misma, en la que se logre una participación activa y continua de los actores involucrados.
- La propuesta de arquitectura ITS para México en este trabajo es sólo un ejercicio académico, y deberá tomarse como tal. Una arquitectura ITS debe ser incluyente y requiere una participación de todos los actores involucrados.
- Identificar y revisar con profundidad las herramientas de cómputo disponibles para el desarrollo de arquitecturas ITS, y conocer todas sus ventajas y limitaciones con el propósito de recomendar alguna de ellas para ser utilizada a lo largo del desarrollo de la arquitectura nacional ITS.
- Realización de talleres de trabajo en los que participen todos o la mayoría de los actores involucrados para identificar los problemas y necesidades a nivel nacional, que pudieran ser atendidos de una u otra forma mediante aplicaciones de ITS.
- Llevar a cabo seminarios de capacitación profesional sobre lo que es ITS.
- Identificar el mecanismo organizacional/institucional que permita establecer el proceso de participación organizada y continua de los diferentes actores involucrados.
- Dar seguimiento a los avances en otros países sobre el desarrollo de sus arquitecturas.

Referencias

- Acha Daza, Jorge A., (1999). "Sistemas inteligentes de transporte". Notas, Boletín Externo del Instituto Mexicano del Transporte. No. 56, Mayo de 1999
- Borges, H.; Knapp, G; y Eisenhart, B. (2001). "Development of Canadian Architecture for Intelligent Transportation Systems". Transportation Research Record No. 1774. Washington, D C
- Dirección General de Servicios Técnicos. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, (1999). "Estadística de accidentes de tránsito. Red Federal de Carreteras. 1998". México, D F
- ERTICO (2003). ITS basics – EU Policy
- ITE, USDOT, ITSA (2000). Intelligent Transportation Primer
- Iteris, Inc Lockheed Martin, Architecture Development Team. (Abril 2002). "The National ITS Architecture: A Framework for Integrated Transportation into the 21st Century". Versión 4.0. En CD
- ITS America (1997). A Comparison of Intelligent Transportation Systems. Progress around the world through 1996
- ITS Japan. (2002). "System Architecture for ITS in Japan". <http://www.ijinet.or.jp/vertis/e-frame.html>. Consultada el 15 de Noviembre de 2002
- Lockheed Martin Federal Systems, Odetics Intelligent Transportation Systems Division. (Diciembre 1999). "The National ITS Architecture: A Framework for Integrated Transportation into the 21st Century". Versión 3.0. En CD
- Transport Canada (2000). Canadian Architecture for Intelligent Transportation Systems. User Services and User Sub-Services. Prepared by IBI Group, in association with Lockheed Martin. September
- USDOT/FHWA. (2002). National ITS Architecture Version 4.0
- USDOT/FHWA. (Mayo 2002). Turbo Architecture User's Manual Version 2.0
- VERTIS – JAPAN (2003). Nine Areas of ITS. "Comprehensive plan for ITS in Japan".

ANEXO A

Lista de preguntas que habrá que responder, por categoría, durante el ingreso de datos al programa “Turbo Architecture V2.0”

Esta sección lista las preguntas que se harán al usuario durante el diálogo de entrevista.

Guía: Se recomienda que las preguntas de entrevista sean revisadas por el equipo de diseño de la arquitectura con los actores potenciales de manera previa a la alimentación de información al “Turbo Architecture”.

1. Operaciones de vehículos comerciales

- Nombrar el Centro e Identificar las asociaciones con dependencias
- ¿Su Centro Administrativo de Vehículos Comerciales Estatal/Regional realiza o planea realizar servicios administrativos de credenciales electrónicas?
- ¿Su proyecto/región tiene o planea tener instalaciones de inspección a un lado del camino?
- Elija nombre para el elemento de instalación de inspección determinado por Turbo
- Elija nombre para el elemento Inspector de CVO determinado por Turbo
- Elija nombre para el elemento de Vehículos Comerciales determinado por Turbo
- ¿Su instalación de inspección realiza o planea realizar proyectado (en pantalla) electrónicamente?
- ¿Su instalación de inspección intercambia o planea intercambiar de información de manera segura?
- ¿Su instalación de inspección incluye o incluirá una frontera internacional?
- ¿Realiza o planea realizar un servicio de pesaje en movimiento de alta velocidad?

2. Administración de emergencias

- Nombrar el Centro e identificar las asociaciones con dependencias

- Elija nombre para el elemento de Personal determinado por Turbo
- ¿Actualmente el Centro realiza o planea realizar despacho computarizado de vehículos de emergencia?
- Elija nombre para el elemento de Vehículos de Emergencia determinado por Turbo
- ¿El Centro recibe o recibirá datos de incidentes de un centro de autopistas, arterias o de transporte público?
 - Si no está definido, elija el nombre para el elemento de Vehículos de Emergencia determinado por Turbo
- ¿El Centro envía o enviará datos de incidentes a un centro de autopistas, arterias o de transporte público?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Vehículos de Emergencia determinado por Turbo
- ¿El centro tiene o tendrá luces de advertencia para intersecciones señalizadas o medición de rampas?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Vehículos de Emergencia determinado por Turbo

3. Cobro electrónico

- Nombrar el Centro e Identificar asociaciones con dependencias
- Elija nombre para el elemento de Personal, determinado por Turbo
- Elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino determinado por Turbo
- Elija nombre para el elemento Vehículos, determinado por Turbo

4. Administración de carreteras

- Nombrar el Centro e Identificar asociaciones con dependencias
- Elija nombre para el elemento de Personal, determinado por Turbo
- ¿Alguna de sus autopistas administradas por el Centro de Administración de Carreteras, bajo vigilancia electrónica usa o usará tecnologías de recopilación de datos de tránsito en tiempo real?

-
- Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino
 - Indicar el tipo de tecnologías usadas:
 - Detectores de lazo (loop)
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino
 - Circuito Cerrado de Televisión
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino
 - Lectores de Vehículos de Sonda
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino
 - Otros (Ej., radar)
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino
 - ¿Su Centro de Administración de Carreteras tiene o tendrá estaciones de sensores ambientales para monitorear las condiciones ambientales?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino
 - ¿Su Centro de Administración de Carreteras distribuye o distribuirá información a los viajeros directamente, usando infraestructura a un lado del camino en las autopistas?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino
 - Indicar el tipo de tecnologías usadas:
 - Señales de Mensajes Variables (VMS) – ya sean permanentes o portátiles
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino
 - Radio para Advertencias en Carreteras (HAR)

- Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino
- Señales en el vehículo
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a una lado del Camino
- Otras
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a una lado del Camino
- ¿Su Centro de Administración de Carreteras opera u operará medición de rampas en accesos a las autopistas?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino, determinado por Turbo
- Indicar el tipo de tecnologías usadas:
 - ¿Prioridad para vehículos de emergencia?
 - Si no está definido, elija nombre para elementos a un lado del camino
 - ¿Prioridad para vehículos de transporte público?
 - Si no está definido, elija nombre para elementos a un lado del camino
- ¿Su Centro de Administración de Carreteras opera u operará dispositivos de control de carriles (ej, flechas direccionales intercambiables) en las carreteras?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino, determinado por Turbo
- ¿Su Centro de Administración de Carreteras disemina o diseminará tiempos de viaje, velocidades, e información de condiciones en carretera al público?
- Indicar el tipo de tecnologías usadas:
 - Página Web de Internet
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos de Computadora Personal (PC) de Usuario

- Compaginadores (Pagers) o Asistente Personal de Datos
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
- Kioscos
 - Si no está definido, elija nombre para los kioscos
- e-mail u otro tipo de comunicaciones directas
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
- Sistemas de navegación a bordo del vehículo
 - Si no está definido, elija nombre para los Vehículos
- TV (interactiva o cable dedicado)
 - Si no está definido, elija nombre para Televisión local
- Otro
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
- ¿Su Centro de Administración de Carreteras detecta y verifica (o planea hacerlo) incidentes?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino, determinado por Turbo
- ¿Su Centro de Administración de Carreteras comparte o compartirá datos de tránsito con otros Centros de Administración de Carreteras, o de Arterias?
- ¿Su Centro de Administración de Carreteras administra o administrará carriles para vehículos de alta ocupación (HOV)?

5. Operaciones de mantenimiento y construcción (MCO)

- Nombrar al Centro e identificar asociaciones con dependencias
- ¿Su centro administra o despacha vehículos de mantenimiento o construcción?
- Elija nombre para el elemento Vehículos MCO, determinado por Turbo

- ¿Su centro MCO tiene o tendrá la capacidad de rastrear vehículos MCO, y otro equipo MCO para ubicar su localización?
- ¿Su centro MCO tiene o tendrá la capacidad de programar y administrar automáticamente actividades de mantenimiento de vehículos, y otro equipo de mantenimiento tanto rutinario como correctivo?
- ¿Su centro MCO recopila o recopilará datos de condiciones del camino y del clima de sensores ambientales instalados sobre la carretera o cerca de ella?
- Elija nombre para el elemento Dispositivos de campo MCO, determinado por Turbo
- ¿Su centro MCO recibe o recibirá información del clima del Servicio Meteorológico Nacional?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Servicio Meteorológico determinado por Turbo
- ¿Su centro MCO recibe o recibirá información climática específica para el transporte de superficie de un Proveedor de Servicio Meteorológico?
- Elija nombre para el elemento de servicio meteorológico, determinado por Turbo
- ¿Su centro MCO usa o usará datos o información ambiental para detectar riesgos ambientales, tales como condiciones de carretera cubierta de hielo, vientos huracanados, o neblina?
- ¿Tiene o tendrá sistemas automatizados de tratamiento de carreteras?
- Elija nombre para el elemento de Dispositivos de Campo MCO, determinado por Turbo
- ¿Su centro MCO realiza o realizará actividades de mantenimiento en invierno?
- ¿Su centro MCO proporciona o proporcionará servicios de mantenimiento tales como mantenimiento del paisaje, remoción de riesgos (derrumbes, animales muertos), actividades de mantenimiento de rutina (limpieza carretera, podar pasto), o reparación y mantenimiento de equipo (tanto ITS como no ITS) en la carretera?
- ¿Su centro MCO administra o administrará actividades de zona de obras?

- ¿Controla o controlará el tránsito en zonas de obras mediante el uso de dispositivos como señales de mensajes dinámicos (DMS) o monitorea o monitoreará el tránsito en zonas de obras mediante el uso de dispositivos como circuito cerrado de televisión?
- Elija nombre para el elemento de Dispositivos de Campo, determinado por Turbo
- ¿Monitorea o monitoreará intrusiones a zonas de obras, o proveerá avisos al personal de campo cuando ocurran intrusiones a las zonas de obras?
- ¿Su centro MCO monitorea o monitoreará velocidades vehiculares en zonas de obras?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento Dispositivos de Campo, determinado por Turbo
- ¿Su centro MCO comparte o compartirá información de mantenimiento y construcción con otros organismos de transporte o con organizaciones que proveen información al viajero?

6. Transporte público

- Nombrar al Centro e identificar asociaciones con dependencias
- Elija nombre para el elemento Personal, determinado por Turbo
- ¿Su centro de Transporte Público administra o administrará vehículos de transporte público?
- Elija nombre para el elemento de Vehículos de Transporte Público, determinado por Turbo
- Indique el tipo de tecnologías usadas:
 - Ruta fija
 - Si no está definido, elija nombre para Vehículos de Transporte Público
 - Tren
 - Si no está definido, elija nombre para Vehículos de Transporte Público
 - Respuesta a la demanda

- Si no está definido, elija nombre para Vehículos de Transporte Público
- ¿Su elemento de transporte público provee o proveerá mantenimiento a los vehículos de transporte público?
- ¿Tiene o tendrá Sistema Automatizado de Localización Vehicular (AVL)?
 - Si no está definido, elija nombre para Vehículos de Transporte Público, determinado por Turbo
- ¿Su dependencia tiene o tendrá una pantalla electrónica (o dispositivo de audio automatizado) de transporte público en tiempo real, o de información estática en paradas o kioscos de transporte público?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento Kioscos, determinado por Turbo
- ¿Su dependencia tiene o tendrá sistemas de monitoreo de seguridad a bordo o monitorea o monitoreará las áreas públicas (ej, paradas, estacionamientos, estaciones)?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento Kioscos, determinado por Turbo
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Vehículos de Transporte Público determinado por Turbo
- ¿Su Centro de Transporte Público disemina o diseminará directa o indirectamente información al público (ej mediante otra dependencia)?
- Indique el tipo de tecnologías usadas:
 - Página Web de Internet
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
 - Compaginadores (Pagers), o asistente personal de datos
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
 - Kioscos
 - Si no está definido, elija nombre para Kioscos
 - e-mail u otra comunicación directa de PC

- Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
 - Pantalla/Audio en vehículos de transporte público
 - Si no está definido, elija nombre para Vehículos de Transporte Público
 - TV (interactiva o cable dedicado)
 - Si no está definido, elija nombre para Televisión local
 - Otro
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos de Usuario
- ¿Su elemento de transporte público comparte o compartirá datos de transporte público con un Centro de Administración de Carreteras o Arterias?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Vehículos de Transporte Público, determinado por Turbo
- ¿Su elemento de transporte público tiene o tendrá un Sistema de Pago de Tarifas Electrónico totalmente operacional (distinto a cajas de registro de tarifas)?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Vehículos de Transporte Público, determinado por Turbo
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento Kioscos, determinado por Turbo

7. Información regional al viajero

- Nombrar al Centro e identificar asociaciones con dependencias
- Elija nombre para elemento de Personal, determinado por Turbo
- ¿Su centro de Información Regional al Viajero usa o usará diferentes tecnologías para distribuir información al viajero y al público?
- Indique el tipo de tecnologías usadas:
 - Página Web de Internet
 - Si no está definida, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario

- Compaginadores (Pagers) o asistentes personales de datos
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de usuario
- Kioscos
 - Si no está definido, elija nombre para Kioscos
- e-mail u otras comunicaciones directas de PC
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
- Sistemas de navegación a bordo
 - Si no está definido, elija nombre para Vehículos
- TV (interactiva o cable dedicado)
 - Si no está definido, elija nombre para Televisión Local
- Otros
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
- ¿Su Centro de Información Regional al Viajero tiene o tendrá la capacidad de proveer alguno de los datos siguientes: datos de emisión, datos personalizados, guiado de ruta, o información de sección amarilla?
- Indique el tipo de tecnologías usadas:
 - Emisión de información de tránsito, transporte público o MCO estática, o en tiempo real
 - Provisión personalizada de información de tránsito, transporte público, o MCO a los usuarios
 - Guiado de ruta (previa o durante el viaje)
 - Información de sección amarilla, o reservaciones

8. Administración de tránsito/arterias

- Nombrar el Centro, e Identificar asociaciones con dependencias
- Elija nombre para elemento Personal, determinado por Turbo
- ¿Su Centro de Administración de Tránsito o Arterias, controla o controlará intersecciones señalizadas?
- Indique el tipo de tecnologías usadas:
 - Control centralizado o circuitos cerrados
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - Control de tránsito adaptable en tiempo real, tal como SCOOT/SCATS o similar
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - Prioridad de señales para vehículos de emergencia
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - Prioridad de señales para Vehículos de Transporte Público
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
- ¿Tiene intersecciones señalizadas operadas por el Centro de Administración de Arterias en las cercanías de una intersección ferrocarril-carretera, que ajusta o ajustará su ciclo en respuesta al cruce del tren para evitar accidentes, o está interconectada con un dispositivo de cruce activo?
 - Si no está definido, elija nombre para el elemento de Equipo a un lado del Camino determinado por Turbo
- ¿Su Centro de Administración de Tránsito o Arterias despliega o desplegará vigilancia electrónica usando tecnologías de recolección de datos en tiempo real?
- Indique el tipo de tecnologías usadas:
 - Detectores de lazo que proporcionen datos de volumen y velocidad a media calle (excluye actuadores en las cercanías de la intersección)

- Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
- Cámaras de circuito cerrado de televisión (CCTV)
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
- Lectores de sonda para estimar tiempos de viaje en arterias
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
- Otro
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
- ¿Su Centro de Administración de Tránsito o Arterias distribuye o distribuirá información a los viajeros directamente, usando infraestructura de medios a un lado del camino en las arterias?
- Indique el tipo de tecnologías usadas:
 - VMS en calles principales
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - Radio de notificación en carreteras (HAR)
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - VMS controlando acceso a estacionamientos
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - Transmisores de ubicación con señales a bordo
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - Otro
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario

- ¿Su dependencia despliega o desplegará tecnologías asociadas con intersecciones carretera-ferrocarril?
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino, determinado por Turbo
- Indique el tipo de tecnologías usadas:
 - Vigilancia con video
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - Vigilancia electrónica distinta a video
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - Capacidad para predecir electrónicamente la llegada de trenes
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - Dispositivos electrónicos de violaciones de tránsito
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
 - Otro
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino
- ¿Su Centro de Administración de Tránsito o Arterias tiene o tendrá estaciones con sensores ambientales para monitorear las condiciones ambientales?
- ¿Su Centro de Administración de Tránsito o Arterias provee o proveerá información de tiempos de viaje, velocidades y condiciones en vialidades al público?
- Indique el tipo de tecnologías usadas:
 - Página Web de Internet
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
 - Compaginadores (Pagers) o Asistentes personales de datos

- Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
- Kioscos
 - Si no está definido, elija nombre para Kioscos
- e-mail u otras comunicaciones PC directas
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
- Sistemas de navegación a bordo
 - Si no está definido, elija nombre para Vehículos
- TV (interactiva o cable dedicado)
 - Si no está definido elija nombre para televisión local
- Otro
 - Si no está definido, elija nombre para Dispositivos PC de Usuario
- ¿Su Centro de Administración de Arterias detecta y verifica (o planea hacerlo) incidentes?
 - Si no está definido, elija nombre para Elementos a un lado del Camino, determinado por Turbo
- ¿Su Centro de Administración de Arterias comparte o compartirá datos de tránsito con otros Centros de Administración de Carreteras o de Arterias?



‡ Certificación ISO 9001:2000 según documento No 03-007-MX, vigente hasta el 24 de octubre de 2006 (www.imt.mx)

§ Laboratorios acreditados por EMA para los ensayos descritos en los documentos MM-054-010/03 y C-045-003/03, vigentes hasta el 9 de abril de 2007 (www.imt.mx)

CIUDAD DE MÉXICO

Av Patriotismo 683
Col San Juan Mixcoac
03730, México, D F
tel (55) 5598-5610
fax (55) 55 98 64 57

SANFANDILA

km 12+000, Carretera
Querétaro-Galindo
76700, Sanfandila, Qro
tel (442) 216-9777
fax (442) 216-9671

Internet: <http://www.imt.mx>

publicaciones@imt.mx