

Marco de trabajo para el diseño de una arquitectura ITS en Ecuador que mejore la interoperabilidad y el despliegue de los sistemas de control de tráfico vehicular

[Framework for designing an ITS architecture in Ecuador that improves the interoperability and deployment of vehicular traffic control systems]

Gary Reyes Zambrano¹ and Vivian Estrada Senti²

¹Profesor de Enseñanza Superior,
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de Guayaquil,
Guayaquil, Ecuador

²Coordinadora Programa Doctoral en Ciencias Informáticas,
Dirección de Investigaciones, Universidad de Ciencias Informáticas,
La Habana, Cuba

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This paper reflects the benefits to control transit countries have adopted architecture of intelligent transportation systems as a model for the deployment of intelligent traffic systems. Efforts are evident in the traffic control agencies of Ecuador in generating and implementing projects to improve their controls of transit using information technology and communication, however interoperability and heterogeneity are due deficiencies deployments that are performed without using a model that the normal and standardized. The recent creation of autonomous governments who will within its competence, traffic control, evidence a risk of implementing new traffic control systems, exacerbating the problem continue. This research proposes the adoption of a Framework for the design of an ITS Architecture in Ecuador which aims to improve the interoperability of existing systems from a model for deploying new traffic control systems.

KEYWORDS: model, intelligent, technology, transit, heterogeneity.

RESUMEN: El presente trabajo refleja los beneficios para el control de tránsito de los países que han adoptado una arquitectura de sistemas inteligentes de transportación como modelo para el despliegue de sus sistemas inteligentes de tránsito. Se evidencian los esfuerzos en los organismos de control de tránsito del Ecuador en la generación y ejecución de proyectos para mejorar sus controles de tránsito con la utilización de tecnologías de la información y comunicación, sin embargo la interoperabilidad y la heterogeneidad son carencias debido a que sus despliegues se realizan sin la utilización de un modelo que los normalice y estandarice. La reciente creación de los gobiernos autónomos descentralizados, quienes tendrán dentro de sus competencias, el control del tráfico, evidencia un riesgo de implementación de nuevos sistemas de control de tráfico, que continúen agudizando el problema. Esta investigación propone la adopción de un Marco de Trabajo para el diseño de una Arquitectura ITS en el Ecuador que pretende mejorar la interoperabilidad de los sistemas existentes a partir de un modelo para el despliegue de los nuevos sistemas de control de tránsito.

PALABRAS-CLAVE: modelo, inteligente, tecnología, tránsito, heterogeneidad.

1 INTRODUCCIÓN

En el mundo cerca de 1,2 millones de personas fallecen en las vías de tránsito del mundo y entre 20 y 50 millones sufren traumatismos no mortales, lo que evidencia una problemática social que día a día se vuelve compleja debido al incremento del parque automotor a nivel mundial, la falta de preparación de los conductores, la dificultad de implementar las estrategias de seguridad vial entre otras causas [1].

El crecimiento del parque automotor y la evidente necesidad de movilidad en Ecuador originan un mayor flujo de tráfico en las calles y carreteras, aumentando la probabilidad de accidentes de tránsito. Los organismos que controlan el tránsito han definido políticas que le permitan reducir la tasa de accidentes, así mismo han ejecutado programas nacionales con el uso de sistemas informáticos para automatizar los controles en las carreteras, pero aún se mantienen altos índices de siniestros y mortandad en sus carreteras.

Ecuador ocupa el segundo lugar en mortalidad por accidentes de tránsito en América Latina, según el reporte del estado global sobre la seguridad de las vías [2]. Este dato estadístico evidencia la necesidad de estudiar y tomar nuevas medidas ante la problemática, para determinar sus principales causas y plantear posibles soluciones.

De acuerdo con la información de la Agencia Nacional de Tránsito [3], en el Ecuador el 50,09% de los accidentes se produce por impericia o imprudencia del conductor, el 13,2% por irrespeto a las normas de tránsito, el 12,31% por exceso de velocidad, el 9,73% por embriaguez, el 7,69% por condiciones externas sin determinar y el 6,99% por imprudencia de otros involucrados. Se observa una diversidad en las causas de los accidentes de tránsito.

La introducción de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) dentro del sector del transporte en el mundo ha evolucionado, e incluso aporta a la sostenibilidad del medio ambiente. Por ejemplo, la introducción de nuevas tecnologías en los automóviles permite reducir las emisiones de dióxido de carbono hasta en un 20%, según la industria. Estas cifras son superiores si se emplean tecnologías híbridas de propulsión. Para ello es imprescindible el empleo de hardware y software de monitorización, regulación y control en los vehículos, a través de sistemas empotrados [4].

El sector del transporte-logística tiene una fuerte dependencia de la utilización de las TIC para el funcionamiento óptimo de sus actividades, sobre todo las relacionadas con el transporte y el almacenamiento. Es por ello que las innovaciones en el uso de las TIC se encuentran en una posición inmejorable para ser introducidas en el sector [4].

Las tecnologías de información y comunicación aplicadas al transporte se denominan "Sistemas Inteligentes de Transporte" (ITS, por sus siglas en inglés). Los ITS comprenden un amplio rango de nuevas herramientas y tecnologías para la gestión de las redes de transporte, y para brindar distintos servicios a los viajeros. Se basan en sistemas informáticos y de telecomunicaciones (sistemas telemáticos), que requieren de recolección, procesamiento e integración de información para solucionar los problemas del transporte mediante sistemas específicos [5].

En el presente trabajo se explican las principales arquitecturas que se han desarrollado para los sistemas inteligentes de transportación, haciendo especial énfasis en la arquitectura ITS de Estados Unidos. Se presentan también algunos proyectos e iniciativas tecnológicas que organismos de control de tránsito del Ecuador han llevado a cabo para mejorar sus controles, los que se caracterizan por la diversidad y heterogeneidad de los sistemas que han implementado.

Se destacan los cambios que han existido en las leyes y reglamentos de tránsito de Ecuador, analizando el impacto de la aparición de los gobiernos autónomos descentralizados (GAD) para el despliegue de los nuevos sistemas de control de tránsito.

Un problema que se identificó es la carencia de interoperabilidad y homogenización de los sistemas de tránsito en Ecuador, lo que la presente investigación intenta resolver basado en el análisis de la metodología utilizada por el proyecto E-FRAME¹, las tecnologías utilizadas en la implementación de ITS en el mundo, las normas y estándares ITS que se han definido a nivel mundial y en consecuencia proponer un marco de trabajo para el diseño de una arquitectura ITS en el contexto Ecuatoriano.

¹ *Arquitectura Marco Extendida para sistemas cooperativos.*

2 RESULTADOS

2.1 ARQUITECTURAS ITS EN EL MUNDO

El término ITS se empezó a utilizar para los proyectos de innovación en el tránsito en los años 70 en Estados Unidos y en los 80 en Japón. Una de las organizaciones que empezó a definir los ITS fue el Departamento de Transporte de los Estados Unidos de América, lo definió como “El sistema que aplica procesos electrónicos, de comunicación e información, por separado o integrado, para mejorar la eficiencia o seguridad de los sistemas de transporte terrestre”. El ETSI (European Telecommunications Standards Institute) define a los ITS como “la aplicación de las TIC en los sistemas de gestión, infraestructura y medios de transporte”; en ésta definición se incluyen también a los sistemas de comunicaciones y se considera al transporte aéreo, marítimo, terrestre y fluvial [6].

Se puede afirmar que los ITS son soluciones tecnológicas que integran infraestructura, sistemas de información y sistemas de telecomunicaciones para brindar servicios a todos los procesos que intervienen en el transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial. Debido a la problemática que se analiza, esta investigación se orienta en el contexto de la modalidad terrestre.

A medida que avanzaba la incorporación de las TIC dentro de los proyectos en el sector del transporte se crearon en cada uno de los países los organismos encargados de administrar y controlar sus desarrollos y evolución. En el año 1991 el Departamento de Transporte de los Estados Unidos creó un programa nacional llamado ITS, éste ejemplo fue imitado por otros países quienes crearon entidades encargadas de la organización de los ITS y los servicios que brindan al sector. A continuación se observan las principales entidades ITS a nivel mundial.

Tabla 1. Entidades ITS

País	Entidad ITS	Medio de transporte
Australia	ITS Australia	Multimodal
Brasil	ITS Brasil	Terrestre
Canadá	ITS Society Canadá	Terrestre
Chile	ITS Chile	Multimodal
Colombia	Fundación ITS Colombia	Terrestre
Dinamarca	ITS Danmark	Terrestre
Francia	ATEC ITS France	Terrestre
Italia	ITS Italia	Terrestre
Estados Unidos	ITS	Terrestre

Según el plan de negocios para el desarrollo de ITS que propone la organización internacional para la estandarización (ISO), existen tres arquitecturas ITS predominantes para el despliegue de servicios. Estas, han sido establecidas por los países más desarrollados tales como EEUU, Japón, y los pertenecientes a la zona Europea. También, existen propuestas similares planteadas por Australia, China, Canadá, Corea del Sur, Taiwán, entre otros.

A continuación en la Figura 1, se presenta el diagrama de sub-sistemas de una de las arquitecturas ITS predominantes en el mundo.

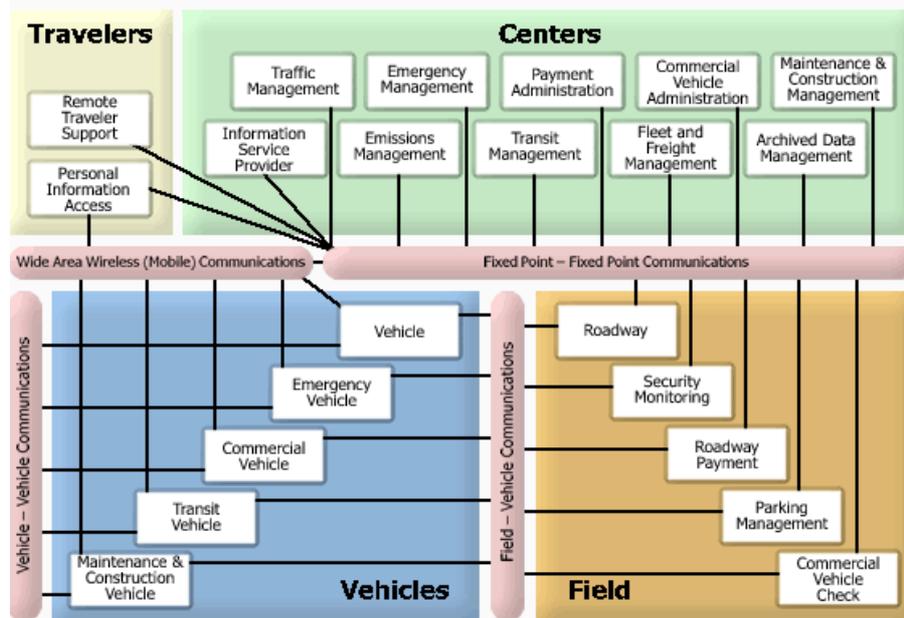


Fig. 1. Diagrama de sub-sistemas - Arquitectura ITS de EEUU [7]

En el análisis realizado sobre algunas de las arquitecturas ITS del mundo se encontraron las siguientes debilidades con respecto a sus implementaciones: Los desarrollos de ITS se realizaron a nivel local en vez de a nivel nacional, no existió un consenso a nivel nacional, se omitieron tendencias tecnológicas, priorizaron la integración técnica en vez del control administrativo y la justificación legal de sus componentes.

La arquitectura ITS de EEUU consolida su desarrollo en la definición de las funciones que requiere, las entidades físicas o subsistemas dónde residen las funciones, los flujos de información y flujo de datos que conectan las funciones con los subsistemas físicos. Asimismo define dos capas técnicas: la de comunicación y la de transporte, que deben funcionar sobre una capa institucional, dentro de la cual se definen las funciones legales y administrativas. Sin embargo, ésta arquitectura, a pesar de estar consolidada en el mundo, carece de elementos propios de las culturas, avances tecnológicos y leyes de los países, lo que se evidencia como una debilidad al momento de implementarla.

2.2 SISTEMAS DE CONTROL DE TRAFICO EN ECUADOR: PROYECTOS E INICIATIVAS TECNOLOGICAS

Una iniciativa del Gobierno del Ecuador en el ámbito de seguridad vial y ciudadana para el transporte público y comercial es el proyecto "Transporte Seguro", ejecutado por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) y regulado por el Sistema Integrado de Seguridad (ECU 911) [8].

El objetivo es disminuir los índices de delincuencia con la finalidad de mejorar la seguridad vial y ciudadana de los usuarios de los transportes públicos terrestres en Ecuador. El alcance es dar cobertura a 55000 vehículos a nivel nacional, que comprende: 17000 buses y 38000 taxis. El funcionamiento, como se aprecia en la Figura 2 es el siguiente: el dispositivo GPS instalado al interior de los vehículos transmite información sobre la geolocalización y velocidad del vehículo, las cámaras de vídeo instaladas en el interior graban audio y vídeo de lo que suceda mientras el vehículo permanece encendido, ésta información es transmitida en tiempo real al ECU 911, si algún usuario presiona el botón de auxilio. El ECU 911 se encarga de contactar a los organismos de emergencia y los enviará al sitio dónde se reportó el evento [9].

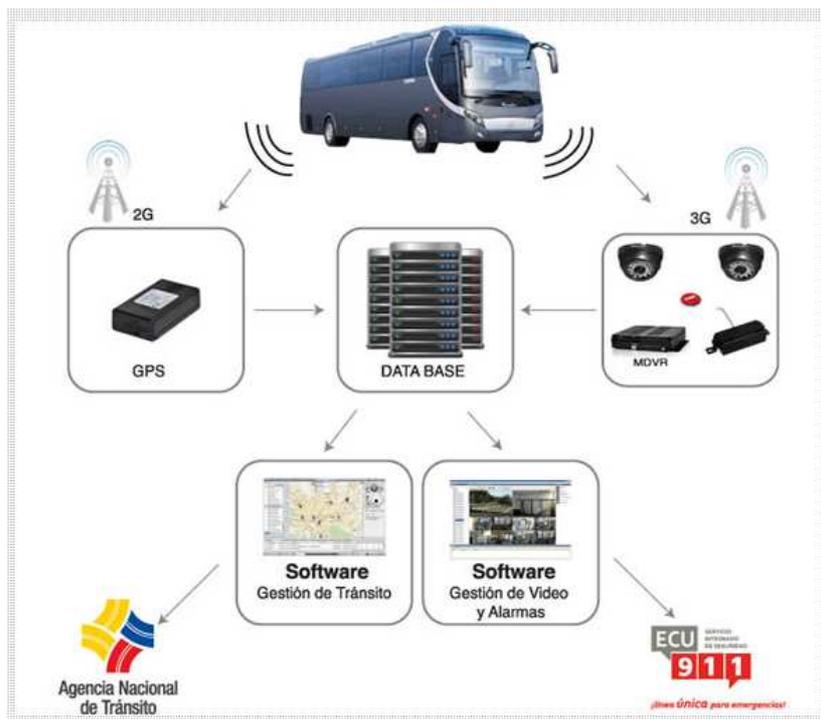


Fig. 2. Funcionalidad de Transporte Seguro [9]

Otro proyecto que evidencia el uso de tecnologías de la información y comunicación es el uso de drones, la CTE (Comisión de Tránsito del Ecuador) informó que habilitará 22 drones para conocer con exactitud las causas de los accidentes en las vías [10]. Los drones son del tipo quadcopters e incluyen GPS, el software ARAS-360 les permitirá recrear y reconstruir incidentes de tránsito mediante el ingreso de datos captados por las cámaras y sensores del drone para poder simular el accidente [11].

En diciembre del año 2014 la Agencia Nacional de Tránsito inició la implementación en Santa Elena del Plan Piloto para cobro de pasajes en la transportación pública denominado nuevo modelo de servicio de transporte integrado, que consiste en el cobro electrónico de pasajes a través de una tarjeta magnética identificada por un lector/sensor instalado en las 240 unidades que forman parte del Consorcio Integrado de Transporte en Santa Elena (CITSE). Asimismo se instalarán 255 paraderos denominados inteligentes con pantallas de lecturas que indicarán el tiempo de llegada del bus, entre otros datos [12].

Otro ejemplo es el despliegue de los foto-radares para mejorar los controles de exceso de velocidad. A pesar de la evidencia de los esfuerzos por mejorar el tránsito y la seguridad vial en Ecuador se mantienen los elevados niveles de accidentes [13].

En el año 2012 se inició la campaña “Párale el Carro” enfocada en cuatro causas que pueden provocar accidentes, como son: el uso del celular al conducir, el exceso de velocidad, el mal uso del cinturón de seguridad y las malas prácticas de conductores de buses interprovinciales. Los resultados de ésta se evidencian en una encuesta realizada por el diario El Comercio, del total de encuestados el 48,2% indicó no saber que podía denunciar a los conductores irresponsables al ECU 911, se evidenció que a pesar de que el 51,8 % de encuestados si sabía que podía denunciar, tan sólo el 15,4% lo había hecho [14].

Dentro del análisis realizado se evidencia, dentro del Plan estratégico 2013-2017 de la Agencia Nacional de Tránsito, como debilidad en el diagnóstico de la tecnología que no existe un sistema de tránsito estandarizado para servicios de tránsito y licencias de conducir (no existen los registros nacionales), así como que no hay integración entre los procesos de transporte terrestre y de tránsito [15]. El desarrollo de nuevos sistemas de control de tránsito vehicular, que sean homogéneos e interoperables contribuirá a reducir los tiempos en la detección de infracciones de tránsito, pudiendo disminuir la posibilidad de ocurrencias de accidentes.

2.3 ORGANIZACIÓN DEL SECTOR DEL TRANSPORTE EN ECUADOR: LEYES Y REGLAMENTOS

En el año 2011 se publica en el Registro Oficial la Ley Orgánica Reformatoria a la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y seguridad Vial expedida en el año 2008, introduciendo cambios sustanciales en la organización del sector del transporte, con la finalidad de armonizar la ley con las disposiciones constitucionales que otorgan a los GAD competencias en materia de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial. Esta nueva organización se aprecia en la Figura 3.



Fig. 3. Organismos de Control de Tránsito en Ecuador [15]

La Comisión de Tránsito del Ecuador, tiene la competencia para el control de tránsito en las vías de la red estatal-troncales nacionales, en coordinación con los GAD. Estos, son los órganos fundamentales del sistema, encargados por la constitución y la ley de la planificación, regulación y control de tránsito en sus respectivas jurisdicciones, observando, en todo caso, las disposiciones de carácter nacional emitidas desde la Agencia Nacional de regulación y control de transporte terrestre tránsito y seguridad vial.

Un elemento que ha estimulado la presente investigación es el hecho de que en éste año se deben poner en vigor las competencias en materia de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial en 221 GAD del Ecuador [16], lo que por su diversidad representa un riesgo para la homogenización de los sistemas de control de tránsito que estos organismos utilizarán; por lo que la estandarización de los sistemas de control vehicular en los diferentes GAD también será parte de la arquitectura ITS en Ecuador.

2.4 MARCO DE TRABAJO PARA LA INTEROPERABILIDAD Y DESPLIEGUE DE SISTEMAS DE CONTROL DE TRANSITO EN ECUADOR

Para la construcción del marco de trabajo para el diseño de la arquitectura ITS en el contexto ecuatoriano, una vez analizada la problemática relacionada a la carencia de interoperabilidad y homogenización de los sistemas de tránsito en Ecuador, se consideró el estudio de los siguientes elementos:

- Normas y estándares para arquitecturas ITS en el Mundo.
- Proyectos e iniciativas tecnológicas para el control de tránsito en Ecuador.
- Tecnologías utilizadas en ITS.
- Leyes y reglamentos de tránsito en el Ecuador, Plan Estratégico de la ANT 2013-2017.
- Proyecto E-FRAME.

Los organismos de estandarización con más presencia mundial en el ámbito de los ITS son: los comités técnicos ISO/TC204 (ISO_TC204, 2009), CEN TC278 (CEN_TC_278, 2007), ETSI TC ITS (ETSI, 2009) y el ISO/TC 22 (ISO/TC_22, 2007), aunque este último está más centrado en los sistemas generales que se relacionan con la construcción de los vehículos. Uno

de los referentes es la Organización Internacional de Estandarización (ISO) que definió un Comité Técnico ITS ISO/TC204 desde el año 1993 para establecer las estandarizaciones y normalizaciones ISO para ITS.

Para ésta investigación se consideró el estándar ISO 14813-1, porque contribuye a establecer las relaciones de interoperabilidad entre los elementos del marco de trabajo, éste estándar define dentro de una Arquitectura ITS los dominios de servicios, grupos de servicios y servicios [17]. Para identificar cuáles de estos servicios son necesarios en el despliegue de los sistemas de control de tránsito en el contexto ecuatoriano se aplicó una encuesta al departamento de Planificación y Proyectos de la Agencia Nacional de Tránsito. En la Figura 4 se presentan los resultados respecto al servicio de información al viajero.

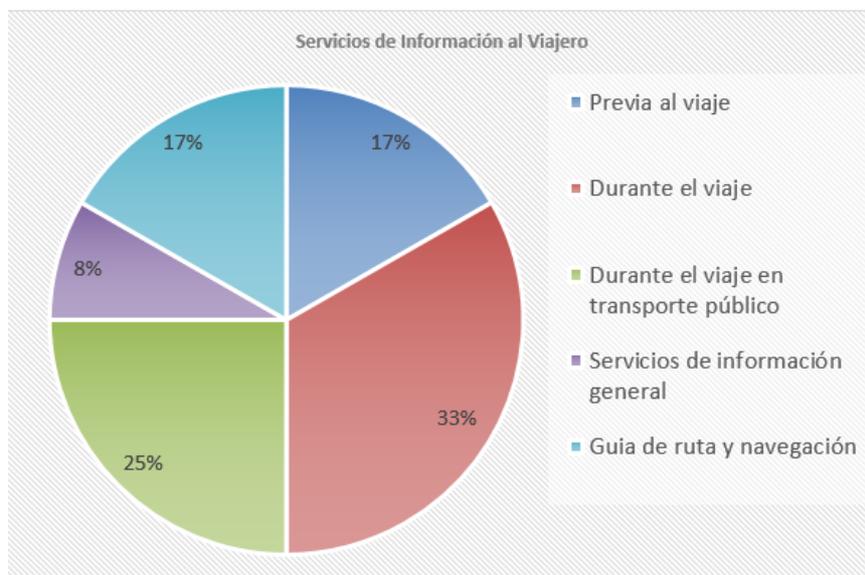


Fig. 4. Servicios de Información al viajero [18]

Se observa que el 33% de los encuestados (12 especialistas de la Agencia Nacional de Tránsito) consideran importante brindar la información al viajero durante un viaje.

Otro elemento que se tuvo en cuenta en la elaboración del marco de trabajo fue el análisis de las principales tecnologías utilizadas en los ITS a nivel mundial [19]:

- Sistemas a bordo de vehículo.
- Tecnologías de comunicación.
- Tecnologías de navegación y sus servicios.
- Tecnologías de sensores.
- Tecnologías orientadas a servicios.

De estas tecnologías, de acuerdo a la cobertura actual de servicios de telecomunicaciones en Ecuador, se escogieron las que son factibles técnicamente de implementación; como se aprecia en la comparación realizada entre una red de sensores inalámbricos y la tecnología zigbee para la adopción de una arquitectura de un ITS [20]. Así como también se visualizan en los esfuerzos en el desarrollo de ITS modernos con respecto a los datos que se obtienen de múltiples, logrando ofrecer nuevos servicios a sus grupos de interés [21].

Otro de los elementos que sirven de entrada para elaborar la propuesta son las leyes y reglamentos en el ámbito del tránsito en Ecuador, así como el plan estratégico 2017 de la ANT.

Una vez que se obtuvieron todos los elementos necesarios se consideró utilizar la metodología empleada por el proyecto E-FRAME, porque permite identificar necesidades de los usuarios y posteriormente asociarlas a un subconjunto de necesidades en la Arquitectura ITS, cómo se evidencia en la Figura 5.

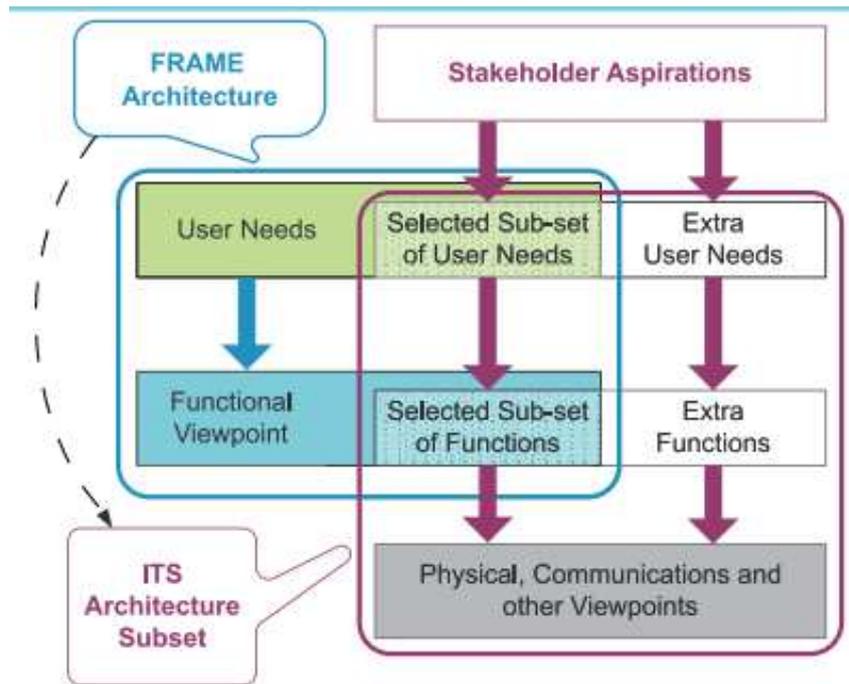


Fig. 5. La arquitectura E-FRAME [22]

Se observa en ésta arquitectura las aspiraciones de varios de los interesados en aplicaciones y servicios para ITS, considerando la arquitectura FRAME se escogió un sub-conjunto de necesidades para el marco de trabajo para el diseño de una arquitectura ITS en el contexto ecuatoriano.

Es una arquitectura marco, de la cual puedan crearse sub-conjuntos de entidades que puedan utilizarse de manera independiente. La metodología inicia con las aspiraciones de varios de los interesados en aplicaciones y servicios para ITS, éstas son identificadas dentro de la arquitectura marco y un sub-conjunto es seleccionado. Este puede ser modificado con requisitos particulares para adaptarse a la región que lo vaya a implementar [22].

3 DISCUSIÓN

Para el levantamiento de información acerca de los dominios de servicios, clases de servicios y servicios se realizó una investigación de tipo exploratoria con la aplicación de una encuesta dirigida al organismo de planificación de tránsito en el Ecuador, Agencia Nacional de Tránsito.

Se consolidaron los dominios de servicios, grupos de servicios y servicios identificados en la ISO 14813-1 y se aplicó la metodología propuesta por E-FRAME para incorporar los servicios relevantes en el diseño de la encuesta.

Se identificaron las tecnologías que son técnicamente factibles de utilizar en el contexto ecuatoriano en correspondencia con la evolución de las TIC en el sector de transporte en Ecuador.

Se analizaron los grupos de estandarizaciones para la construcción de las tecnologías seleccionadas.

Los resultados del trabajo se presentan en la Figura 6.

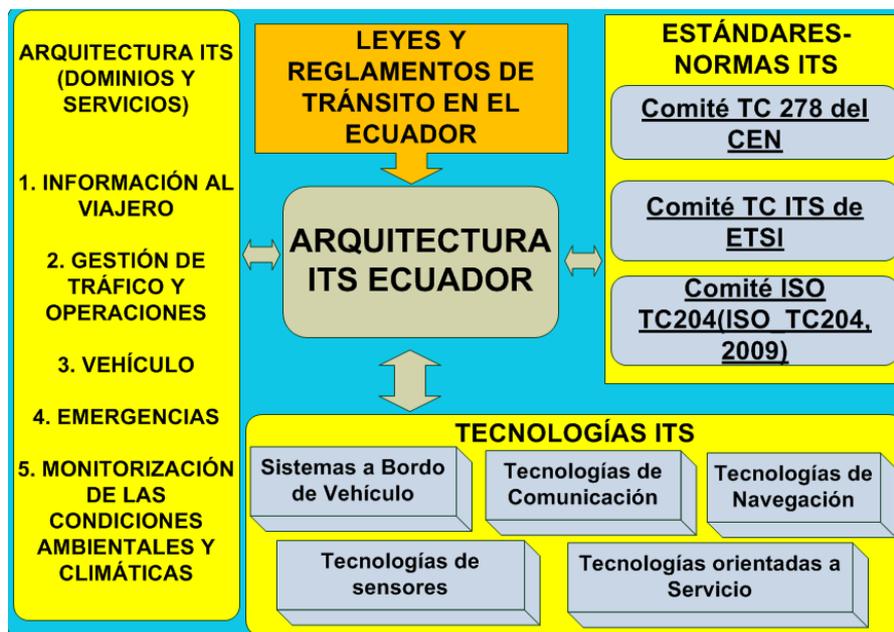


Fig. 6. Marco de trabajo para Diseño de una Arquitectura ITS en Ecuador

Dentro del marco de trabajo se consideran los grupos de trabajo que definen los estándares ITS de la ISO, CEN y ETSI, identificando aquellas normas que incidan sobre las tecnologías e infraestructura de telecomunicaciones actual. Los organismos que controlan el tránsito identifican las leyes y reglamentos a considerar en el marco de trabajo, que incidan en los dominios y servicios identificados para el contexto ecuatoriano; luego se definirán las relaciones lógicas entre estos servicios, para posteriormente asociar físicamente las tecnologías utilizadas dentro de la arquitectura y los sistemas que se desarrollaran basados en estándares y normas internacionales. La interoperabilidad lógica definida por el marco de trabajo deberá ser utilizada en el diseño de una arquitectura ITS, garantizando la interoperabilidad física y homogeneidad de sus elementos.

4 CONCLUSIONES

Se evidencia carencia en interoperabilidad y homogenización en los sistemas de control de tránsito en el Ecuador.

Los usuarios del sector del transporte y organismos de control identifican los servicios necesarios para la implementación de un ITS en Ecuador.

La Agencia Nacional de Tránsito deberá presentar un marco de Trabajo para el diseño de una arquitectura para los sistemas inteligentes de transportación del Ecuador, de este modo los Gobiernos Autónomos Descentralizados deberán seguir el modelo de despliegue definido para sus sistemas de control de tránsito.

Resulta importante que las universidades y centros de investigación desarrollen proyectos de I+D dentro del ámbito de ITS en Ecuador para ayudar a resolver el problema generado por la carencia de interoperabilidad y estandarización de los controles de tránsito.

REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, "Informe sobre la situación Mundial de la Seguridad Vial," Ginebra, 2009.
- [2] Organización Mundial de la Salud, "Informe sobre la situación Mundial de la Seguridad vial 2013.," Ginebra, 2013.
- [3] Agencia Nacional de Tránsito, "Estadísticas - Causas de accidentes de tránsito," 2014.
- [4] Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones y Contenidos Digitales - AMETIC, "Hipersector TIC y Contenidos Digitales en España. Resultados 2014 y estimación de cierre 2015," Madrid, 05-Oct-2015.
- [5] Programa Sociedad de la Información y el Conocimiento - PROSIC, "Las TIC y su aplicación a la Seguridad Vial." Universidad de Costa Rica, 2010.
- [6] Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – CINTEL, "Estudio Cualitativo: ITS-Intelligent-Transportation-System en Colombia." Dic-2010.
- [7] United States Department of Transportation (US DOT), "National ITS Architecture 7.1." abril-2015.
- [8] El ciudadano, "ANT y ECU 911 implementan proyecto Transporte Seguro en Pastaza," dic-2014.
- [9] Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador, "Transporte Seguro." Abril-2013.
- [10] El Telégrafo, "22 drones recrearán accidentes de tránsito," 03-Mar-2015.
- [11] El Universo, "La CTE estrena control con 22 drones," 01-Mar-2015.
- [12] El Universo, "Plan piloto de cobro electrónico de pasajes en Santa Elena aún está en proceso," 22-Feb-2015.
- [13] Ecuavisa, "Usuarios demandan revisión de fotoradares por cobros excesivos en multas," 24-Mar-2015.
- [14] El Comercio, "Los resultados que deja la campaña Párale el Carro," abril-2014.
- [15] Agencia Nacional de Tránsito, "Plan Estratégico Noviembre 2013 - Diciembre 2017," Nov. 2013.
- [16] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, "MTOPE y ANT mantienen reunión con representantes de Operadoras de Transporte de la Ciudad de Quito." ago-2014.
- [17] International Organization for Standardization, "ISO 14813-1:2007." 2010.
- [18] L. Ochoa and G. Reyes, "Arquitectura de un sistema Inteligente de transportación (ITS) que permita mejorar la operación y seguridad del transporte terrestre de Ecuador," Universidad de Guayaquil, 2015.
- [19] L. Herrera, "Modelo de Prestación de Servicios ITS," Universidad de Alicante, 2011.
- [20] V. Katiyar, P. Kumar, and N. Chand, "An Intelligent Transportation Systems Architecture using Wireless Sensor Networks," Int. J. Comput. Appl., ene 2011.
- [21] A. Bahga, and V. K. Madiseti, "Cloud-Based Information Technology Framework for Data Driven Intelligent Transportation Systems," J. Transp. Technol., vol. 3, pp. 131–141, 2013.
- [22] E-Frame, "E-FRAME - The frame architecture and the ITS action plan." Jun-2011.