

Impacto del uso del Internet de las cosas en la prevención de accidentes de tránsito en Costa Rica

Nattanahel Chaves, Licenciado en informática,
Gustavo Vargas Sequeira, Ingeniero en informática,
y Julio Córdoba Retana, Master en ingeniería del software
ULACIT, Costa Rica
nchavesm298@ulacit.ed.cr, gvargass539@ulacit.ed.cr, jcordoba@ulacit.ac.cr

Resumen– *Costa Rica ha venido experimentando un aumento en la cantidad de accidentes de tránsito, situación que provoca varios problemas a nivel económico y social. Esta investigación examina la tecnología de Internet de las cosas (del inglés Internet of Things, IoT) como un elemento que puede contribuir a la disminución de los accidentes de tránsito en el país. La investigación contextualiza la situación en el país en cuanto a la cantidad de accidentes de tránsito y los costos relacionados en la industria de seguros, así como los escenarios a nivel mundial donde se ha propuesto el uso de IoT como posible solución a temas relacionados, ya sea de seguros o accidentes.*

Palabras clave – *Internet de las cosas, seguro, prevención de accidentes, sistemas inteligentes de transportes.*

Abstract – *Costa Rica has experimented an increase quantity of car accidents, that situation creates other economic and social problems. This paper examines the technology Internet of Things (IoT), as an element that can contribute decreasing the car accidents in the country. The research explains the country situation about the quantity of car accidents and the related costs in the insurance industry, besides the global scenarios where the use of IoT has been proposed as a solution of related problems.*

Keywords – *Internet of things, insurance, accident prevention, Intelligent Transport System (ITS).*

I. INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, el número de accidentes de tránsito ha venido en aumento en los últimos años, esto ha producido también un incremento en la cantidad de muertes en carretera [1], y en los montos que la industria aseguradora destina anualmente a cubrir los reclamos por concepto de los seguros de automóviles, tanto voluntarios como obligatorios.

La ausencia de una solución a corto plazo al incremento de los accidentes de tránsito en el país, que provocan a su vez un aumento en las muertes en carretera, y en los pagos por concepto de reclamos de los seguros por parte de la industria aseguradora, motiva la investigación del impacto que puede significar el uso de la tecnología IoT en la prevención de este tipo de accidentes en el país.

Lo anterior en virtud del pronóstico de analistas internacionales como Gartner que prevén un crecimiento de la cantidad de aparatos conectados a internet entre 2015 y 2016 de un 30% llegando de 4.902 a 6.392 millones de dispositivos conectados y a 20.797 millones de dispositivos conectados para el año 2020 [2]. Lo que puede significar una oportunidad para aplicar una solución a un problema social con base en una tecnología, que en el mediano plazo, será de uso común.

Debido a su naturaleza, IoT puede abarcar una variedad de escenarios muy diversos, uno de ellos es su aplicación en los componentes relacionados con los medios de transporte, llámese infraestructura, clima, conductores o vehículos; es en ésta área donde se analizará el aporte que la tecnología ha entregado en otros países para disminuir la cantidad de accidentes de tránsito y de esa manera entender si es posible que dichos beneficios se apliquen en Costa Rica.

Además de la reducción de incidentes, se pretende esclarecer el impacto en la industria aseguradora del país en cuanto al monto que paga por concepto de accidentes de tránsito.

De igual manera se analizará la posibilidad de incorporar el IoT aplicado a los componentes mencionados anteriormente en el Gran Área Metropolitana (GAM) para entender si es factible un proyecto de esta naturaleza.

La información para el análisis se basa en investigaciones de otros autores abarcando temas como siniestralidad en carreteras en otros países, aplicación de IoT en materia de seguros de automóviles, aplicación de IoT en general, así como datos históricos de accidentes y pagos efectuados por la industria aseguradora costarricense en los últimos años.

También se hace una recopilación de los servicios y dispositivos necesarios y existentes en la actualidad para lograr la implementación de IoT aplicado al problema en análisis, detallando su función e interacción.

Esta investigación está organizada de la siguiente manera, en el marco teórico se explicará el uso de la tecnología propuesta, algunos escenarios en los que se ha aplicado; posteriormente se define la metodología utilizada, se presenta el análisis de la información recopilada y los resultados, luego se listan los aspectos que pueden ser abordados en futuras investigaciones y finalmente se presentan las conclusiones.

II. MARCO TEÓRICO

¿Qué es el Internet de las Cosas? Dado el problema planteado en esta investigación, y el objetivo que se desea lograr, lo primero que se debe realizar es definir claramente el término IoT.

Según la investigación realizada el IoT se define como una red de dispositivos físicos que contienen software y sensores, los cuales obtienen información y comparten ésta con otros dispositivos [3].

La definición anterior es bastante simple y por tanto fácil de comprender, sin embargo, deja por fuera algunas

características que otros investigadores confieren a la tecnología, una de esas características es que esos dispositivos están conectados de manera inalámbrica, y funcionan sin intervención humana [4]. Esta característica agrega un aspecto muy importante a la presente investigación, dado que se establece que los dispositivos deben funcionar sin que medie intervención de las personas, en el caso de la presente investigación, los conductores o dueños de vehículos automotores.

Otras fuentes establecen que dichos dispositivos tienen una necesidad de comunicarse [5]. Esta última característica enmarca un elemento fundamental de la investigación, el dispositivo no solo debe recolectar los datos, sino también comunicarlos, lo que implica que la solución debe considerar las condiciones óptimas para que estos dispositivos puedan transmitir los datos que recolectan.

En resumen, y según todo lo anterior, se puede definir el IoT como la interacción entre dispositivos conectados a través de una red de telecomunicaciones con el propósito de compartir información.

Las tendencias tecnológicas sobre el tema de la incorporación del IoT en el transporte derivan en el concepto de Internet de los vehículos (En inglés, Internet of vehicles, IoV)

Según se menciona en el libro “Internet of Things –From Research and Innovation to Market Deployment” del autor Ovidiu Vermesan [6] para incorporar el IoT en los medios de transporte es importante entender los dispositivos que interactúan para formar el sistema de comunicación del IoV:

1) Vehículo, es el medio de transporte equipado con sistemas de monitoreo de la actividad del propio auto como velocidad, distancia y sensores entre otros. 2) Dispositivos móviles, aparatos como teléfonos y relojes inteligentes, tabletas. 3) Infraestructura, se refiere a sensores en carretera sobre velocidad, clima, radares, cámaras y pantallas informativas. 4) Redes de comunicación, los medios físicos de comunicación como la red 3G, 4G, 5G, WIFI, GPS o Bluetooth. 5) La nube, el medio de comunicación lógico donde se envía y almacena la información recolectada por todos los dispositivos mencionados para su procesamiento.

Vermesan afirma que la interacción de estos componentes incrementa la seguridad.

¿Qué escenarios ha habilitado el IoT? Una vez definido el concepto del IoT, es importante identificar algunos de los escenarios que esta tecnología ha permitido desarrollar, el propósito es evaluar si a nivel mundial o regional se ha utilizado el IoT para resolver problemas como el planteado en esta investigación o en temas relacionados.

La aceptación del IoT se ha incrementado en los últimos años y ha venido a habilitar escenarios en áreas tan diferentes como lo son la salud, y el transporte.

En el campo de la salud se han propuesto modelos para monitorear pacientes a través de sensores.

Un ejemplo de estas propuestas plantea una solución para países en vías de desarrollo, que implica la habilitación de sistemas capaces de monitorear de forma remota los signos

vitales de los pacientes, estos sistemas deben estar en capacidad de solicitar asistencia en caso de ser necesario, la propuesta incluye la utilización de una aplicación desarrollada para el sistema operativo para móviles Android, cuya funcionalidad es recibir la información de los sensores del paciente, para posteriormente transmitirlos a la nube a través de la red celular para su atención [7].

Como se indicó anteriormente, el área de la salud no es la única donde se ha considerado el uso de IoT, otro escenario donde se ha propuesto esta tecnología es para mejorar la seguridad del transporte marítimo en países en vías de desarrollo, según se ve en la referencia [8], existe una propuesta para convertir el modelo de transporte marítimo en un sistema inteligente con base en tecnología IoT.

La propuesta que tomó como base Bangladesh dados los aumentos en accidentes marítimos en los últimos años, establece que los vehículos acuáticos incorporen una serie de sensores que permitan obtener información como el peso de la embarcación, ubicación, velocidad, condiciones del clima, entre otros.

Todos estos sensores deberán reportar los datos recolectados a un elemento denominado en la propuesta “colector”, este último tiene como función retransmitir por medio de internet los datos a intervalos definidos, cuyo destino es una sala de control central de transporte, una unidad de atención de emergencias y un sistema central para almacenar la información recolectada.

Aunque el primer caso presentado puede tener cierta relación con la industria de seguros, esto no se establece explícitamente en la fuente. En la presente investigación se pretende establecer una solución que combine la tecnología IoT, la industria de seguros y los accidentes de tránsito. Lo anterior, dado el interés que pueda tener la industria de los seguros en reducir los costos asociados a los accidentes de tránsito, lo que puede convertir a este participante en un patrocinador de este tipo de soluciones, por lo que a continuación se explican algunos escenarios de aplicación de IoT en la industria de seguros.

¿Qué escenarios ha habilitado IoT en la industria de seguros? Esta tecnología también está siendo incorporada a los seguros, según ACCENTURE el 45% de las compañías de seguros creen que la tecnología del IoT será uno de los motores que impulsarán sus ingresos en los próximos años [9].

En esta industria el IoT está impulsando otros conceptos como, PAYD (Pague por cuánto usted conduce, del inglés Pay as you drive), y PHYD (Pague por cómo usted conduce, del inglés Pay how you drive) [10].

Esto significa que hay aseguradoras que están ofreciendo a sus clientes la posibilidad de adquirir seguros donde la prima no se basa solamente en el precio del vehículo, sino también en la cantidad de tiempo que el asegurado utiliza dicho vehículo.

De esta forma, una persona que utiliza su vehículo diariamente para transportarse de su casa al trabajo pagará una prima mayor que una persona que utiliza su vehículo solo los fines de semana (PAYD).

Otra modalidad de seguro que se está ofreciendo establece que la prima se basa en las costumbres del asegurado al conducir su vehículo, por ejemplo, cuántas aceleraciones bruscas realiza, cuántos frenazos repentinos ejecuta, su velocidad promedio, etc. (PHYD).

Esto supone un cambio en la forma en que las empresas de seguros ofrecen sus productos, dado que regularmente el costo del seguro de automóviles depende de variables como el monto asegurado, el año del vehículo, entre otros. Pero dos vehículos con iguales condiciones pagan la misma prima, bajo este nuevo concepto, dos automóviles en igualdad de condiciones podrían pagar primas diferenciadas a partir del reporte de información del uso que su conductor haga. Por lo tanto, este cambio se basa en la capacidad que tenga la compañía de seguros de obtener la información.

La captura de esta información ha estado disponible gracias a dispositivos OBD del inglés On-Board Diagnosis y OBD II, pero es gracias a la tecnología IoT que esta información puede llegar hasta las empresas aseguradoras, por ejemplo ya para el año 2014 empresas de la industria tecnológica como Huawei presentó su versión de dispositivos OBD II orientados a atender las necesidades de la industria de seguros [11].

Los anteriores son algunos de los ejemplos donde IoT se ha incorporado a la industria de seguros, pero de hecho se propone que estos usos se extiendan a algo más que simplemente establecer la prima de los seguros, sino que puede aplicarse a otros temas como la detección de fraude, asistencia en carretera, herramientas para diagnóstico, reporte de accidentes, monitoreo del vehículo [12].

En el congreso Insurance Tech 2016 celebrado en Miami, Florida del 22 al 25 de agosto, varias empresas de tecnología y seguros presentaron casos de usos de IoT en la industria de seguros, la firma Marketing Insight Group por ejemplo compartió un informe en el que muestran 7 escenarios de aplicación de IoT, clasificando 4 de ellos como servicios asociados a seguros y 3 como servicios separados de los seguros pero que pueden considerarse como nuevas opciones de negocio en la industria [13].

Uno de los escenarios que no están directamente relacionados con los seguros, pero que pueden contribuir a la industria y que se puede relacionar con esta investigación es el caso del monitoreo de eventos climáticos severos.

El mismo informe señala 7 proveedores de tecnologías IoT que tienen soluciones enfocadas a la industria de los seguros a saber: Dell, Librestream, LocationSmart, Octo Telematics, Pitney Bowes, Salesforce y Xchanging.

Desde el punto de vista de la industria aseguradora, estos cambios están orientados a disminuir los gastos por concepto de pagos de reclamos.

¿Cuál es la situación respecto a los accidentes de tránsito en Costa Rica? Desde el año 2011 se ha venido presentando un incremento en la cantidad de accidentes de tránsito, según los datos de la Superintendencia General de Seguros SUGESE, el monto pagado en la línea de seguros de automóviles voluntario pasó de 100,8 millones de dólares estadounidenses (USD) en

2011 a 172,3 millones de USD en 2015, estos montos incluyen tanto gastos por daños a la propiedad como por daños por lesión y muerte de personas [14].

En lo que respecta a los montos pagados por concepto del seguro obligatorio de automóviles pasó de 31,2 millones de USD en 2011 a 264,1 millones de USD en 2015, este rubro solo incluye gastos por muerte y atención médica de personas lesionadas a partir de accidentes de tránsito y el 100% de los montos reportados corresponden a una sola empresa de seguros pues el seguro obligatorio de automóviles se vende en forma exclusiva por la empresa de seguros del estado, el Instituto Nacional de Seguros (INS).

A estos montos hay que sumar una cifra indeterminada correspondiente a los pagos por reclamos de pólizas de vida, que pudieron ser cobradas por los beneficiarios de los asegurados fallecidos a consecuencia de un accidente de tránsito, pero que son reportadas por separado por las empresas de seguro a la SUGESE y que no se logró determinar en este estudio a partir de las fuentes consultadas.

En total, la industria aseguradora de Costa Rica ha pagado desde 2011 hasta 2015 un total de 920,9 millones de USD en reclamos de los seguros voluntarios u obligatorios, un monto que además va en aumento y a setiembre 2016 suma 180,1 millones de USD más, lo que implica que la industria de seguros del país ha pagado en el último lustro más de 1000 millones de USD a raíz de este problema y que demuestra que el fenómeno tiende al alza.

Aparte del impacto económico que los accidentes de tránsito pueden provocar en la economía del país, hay un aspecto social muy importante, y tiene que ver con las personas que resultan lesionadas o fallecidas a partir de un accidente de tránsito.

Solo en el año 2014, 515 personas fallecieron como resultado directo de accidentes de tránsito, a esta cifra hay que sumar otras muertes relacionadas con transportes pero que según la tabulación del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) corresponden a accidentes no calificados [1].

Para la fecha en que se hace esta investigación a noviembre 2016, ya este número supera la cifra del 2015 y alcanza 568 muertes [1].

Según datos del Consejo de Seguridad Vial de Costa Rica COSEVI, al 30 de setiembre de 2016 la cantidad de personas fallecidas por tipo de accidente es de 126 por colisión entre vehículos, 56 por salirse de la vía, 29 por colisión con bicicleta, 28 por colisión con objeto fijo y 25 por vuelco entre otros a lo largo de todo el país.

Igualmente se hace alusión al concepto de muerte por posible causa, que es una valoración subjetiva concluida a partir de una investigación posterior a la muerte. Bajo este concepto los números hasta la fecha mencionada anteriormente son de 107 por exceso de velocidad, 51 por invasión de carril, 43 por imprudencia conductor, 22 por imprudencia motociclista y otros conceptos menores que no se detallarán como ebriedad, irrespeto a señales y falla mecánica [15].

Las muertes por accidentes de tránsito ocupan el segundo lugar del total de defunciones en Costa Rica superado únicamente por el cáncer de estómago [1].

Aunque no es el objetivo de esta investigación determinar las causas del incremento en la cantidad de accidentes de tránsito, se considera oportuno contextualizar sobre los cambios que en materia de vialidad ha sufrido el país en los últimos años, por ejemplo en Costa Rica hasta el 2005 existían 35.708,18 kilómetros de carreteras, de los cuales 8.903,07 kilómetros se encuentran pavimentados mientras que 26.805,11 son carreteras de lastre y tierra. [16]

Tomando la referencia anterior es importante destacar que en 2015 El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (Lanamme) elabora un informe evaluando la situación de la red vial nacional pavimentada.

En dicho informe se muestra que un 62,05% de la red vial se encuentra en condición deficiente o muy deficiente según el índice de regularidad internacional (IRI), un 33,44% posee condiciones regulares y el restante 4,51% tiene un estado bueno [17].

Adicionalmente el país no cuenta con una infraestructura optimizada y esto conlleva a la generación de números accidentes, un ejemplo son los múltiples accidentes presentados entre los vehículos y trenes, pues las vías no cuentan con dispositivos de prevención que eviten estos siniestros por factores como los errores humanos por distracciones, falta de visibilidad en cruces o indicadores de proximidad de las unidades ferroviarias, todo esto convierte a los distintos medios de transporte en unidades distribuidas sin interacción entre sí.

Según el informe del estado de la nación [18] entre 2014 y 2015 la cantidad de vehículos particulares aumentó un 6,5% para llegar a un gran total de 1.489.699 unidades, siendo las motocicletas, el tipo de vehículo que creció en mayor proporción, un 15%, pasando de 289.015 a 332.372. Según el mismo informe San José, la capital del país, en términos per cápita es la quinta ciudad en América Latina con mayor cantidad de vehículos.

Como puede observarse este no es solo un problema puramente económico, sino también un problema de índole social que afecta con mucha fuerza al país.

¿Cuál es la situación de la infraestructura de telecomunicaciones en Costa Rica? Dado que el inicio de esta investigación se definió el IoT como la interacción entre “dispositivos conectados”, es de vital importancia investigar el grado de penetración de internet en el Gran Área Metropolitana (GAM) específicamente, que aglomera la mayor parte de la población del país.

También se hace necesario evaluar otros avances del país en términos de infraestructura para soportar una basta cantidad de dispositivos interconectados e interactuando entre sí, para ello se requiere de áreas de cobertura de red celular de datos y calidad de servicios acorde a la demanda de los recursos.

Al respecto, con base en el informe del año 2015 de la Superintendencia de Telecomunicaciones SUTEL, se presentan

datos de penetración del servicio móvil de internet, de la cantidad de información transmitida y de la calidad de la cobertura ofrecida por los operadores en el país.

Por ejemplo, señala el regulador que desde el año 2011 se ha presentado un aumento en la cantidad de suscripciones en el servicio de internet móvil en el país [19]. Incluso se establece en el informe que para diciembre de 2015 la suscripción de teléfonos móviles en el país es de 156% lo que significa el indicador más alto registrado a la fecha. Esto quiere decir que hay aproximadamente 1.5 suscripciones a internet móvil por habitante.

En cuanto a la información que se transmite a través de la telefonía móvil, el informe establece que se pasó de transmitir 24270 Terabytes en el año 2013, a 74933 Terabytes en el año 2015 esto equivale a un aumento del triple de la cantidad de datos transmitidos en solo 2 años.

En 2016 la SUTEL presentó un informe sobre la evaluación de la calidad de los servicios móviles en tecnología 2G, 3G y 4G. En dicho informe se evaluaron 282 poblados y 7750 kilómetros de la red vial nacional [20].

En el reporte puede observarse que la calidad del servicio en la red 4G es mejor para el operador ICE, en el siguiente cuadro comparativo vemos los datos de cada operador investigado:

TABLA I
CALIDAD DEL SERVICIO DE LA RED 4G

Compañía Provincia	ICE	CLARO	TELEFONICA
San José	89,55 %	72,52 %	46,10 %
Alajuela	95,50 %	64,99 %	40,27 %
Cartago	95,93 %	58,17 %	58,72 %
Heredia	94,22 %	69,30 %	48,51 %

El informe presenta también la velocidad promedio de descargada por operador, información que se presenta en la siguiente tabla.

TABLA II
VELOCIDAD PROMEDIO DE DESCARGA POR OPERADOR EN RED 4G

Compañía	Velocidad promedio en kbps
ICE	5931,95
CLARO	13416,05
TELEFÓNICA	5793,66

Hay que recalcar que éstas son velocidades de descarga y los dispositivos de IoT deben transmitir datos, no descargarlos.

El mismo informe, finalmente establece que el porcentaje de desempeño promedio respecto a la velocidad de descarga contratada (4G) es de 65,84 para el ICE, 76,92 para CLARO y 77,27 para TELEFÓNICA. El informe no concluye claramente si los porcentajes obtenidos son buenos o malos, pero puede inferirse que hay ocasiones donde no se cumple con las velocidades contratadas y hay que considerar además que lo común en los planes contratados en el país en lo que respecta a servicios de internet móviles es que la velocidad de carga es

menor a la velocidad de descarga, por tanto si la velocidad promedio de descarga más baja corresponde al ICE y es de 5931,91 kbps la velocidad promedio de “subida” es menor.

Esto es importante, porque dada la necesidad de conexión de los dispositivos que forman parte del sistema de IoT, uno de los aspectos a controlar es la cantidad de datos a transmitir, el cual debe considerar las limitaciones de la infraestructura, en este caso de los operadores del servicio móvil celular.

Por otra parte, el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021 el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, MICITT incluye proyectos de desarrollo de suma importancia en esta área, como el caso de la implementación de dos Ciudades Inteligentes. [21]

Según el MICITT, este proyecto para el 2016 posee un avance del 10%, para el 2019 se espera que el avance sea del 50% y para el 2021 del 75%. Esto muestra el interés del país de invertir en infraestructura, capacitaciones, tecnología y dispositivos orientados a una gran cantidad de servicios por medio de la “nube” a mediano plazo.

El MICITT en dicho plan indica que en la Fase II “tiene como elemento principal la instrumentación de la ciudad mediante el IoT para obtención de datos hacia la toma de decisiones de manera más temprana y precisa.

III. METODOLOGÍA

La metodología de esta investigación implica recolectar y revisar información de casos a nivel internacional donde se ha intentado reducir la cantidad de accidentes de tránsito, aplicando tecnologías IoT como un elemento de la solución planteada, ya sea en forma parcial o total.

También se hace una revisión y recolección de casos a nivel internacional donde se utilice el IoT en la industria de seguros para buscar una reducción para rebajar los costos en el pago de siniestros relacionados con el seguro de automóviles.

Una vez recolectada la información, se deben analizar los datos obtenidos para determinar el grado de afectación que la tecnología del IoT tuvo sobre el número de accidentes de tránsito y establecer con base en esos resultados conclusiones sobre la hipótesis planteada.

Inferir con base en los datos recolectados el impacto que la aplicación de estas tecnologías puede tener en la reducción de accidentes de tránsito en Costa Rica.

Finalmente se debe plantear una propuesta para aplicar el uso de tecnologías de IoT en Costa Rica, con base en los escenarios investigados y los resultados obtenidos, agregando los elementos que razonablemente pueden incluirse en el país y que según la investigación pueden aportar a la reducción de accidentes de tránsito.

Según [22] este enfoque de investigación se clasifica como cualitativo, dado que “...se intenta explicar y predecir los fenómenos investigados, buscando regularidades y relaciones causales entre elementos...”, además según la misma fuente, se puede establecer una sub categoría a esta investigación como cuantitativa correlacional, en tanto la finalidad es “...conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más

conceptos, categorías o variables en un contexto en particular...” en el caso de esta investigación la aplicación del IoT y la reducción de los accidentes de tránsito en el GAM de Costa Rica.

IV. ANÁLISIS

A continuación, se enumeran los resultados de la investigación y se establece para cada uno una interpretación básica.

Según Ageas, un grupo asegurador con presencia en 13 países de Europa y Asia, en 2012 el Gobierno del Reino Unido consideró el uso de “telematics” como una solución para combatir el incremento de las primas de seguros de automóviles, particularmente para los conductores de 25 años o menos [23].

Telematics es una solución que involucra la instalación en el vehículo de un dispositivo denominado “in-car black box” en español “caja negra para vehículos”, que registra cuándo y dónde se conduce el vehículo, así como las aceleraciones del conductor y la aplicación del freno. Toda esta información es transmitida vía la red móvil telefónica y procesada a través de una serie de algoritmos.

Así por ejemplo los conductores que mejor conducen reciben un descuento en la prima, mientras que los que regularmente viajan a exceso de velocidad o frenan de manera incorrecta, reciben un aumento en la prima.

Según las cifras del reporte se redujo en un 20% la cantidad de accidentes de automóviles donde se involucran conductores jóvenes, y el promedio de reclamos de conductores que usan telematics puede ser hasta un 30% menor.

Un estudio del año 2010 publicado por el departamento de transportes de EEUU y elaborado por Virginia Tech Transportation Institute concluye que la combinación de dispositivos de monitoreo de seguridad y el entrenamiento conductual fue responsable de la reducción en la tasa de eventos relacionados con la seguridad en los grupos evaluados [24]. La investigación tuvo como objetivo evaluar la comercialización de dispositivos de bajo costo para administrar el comportamiento de los conductores.

Los vehículos fueron conducidos por dos grupos de transportistas durante 17 semanas, las primeras 4 semanas no tuvieron retroalimentación y las restantes 13 sí.

El primer grupo redujo la cantidad de eventos registrados en un 38.1% respecto a la línea base (las primeras 4 semanas de evaluación), mientras que el segundo grupo lo hizo en un 52.2%.

También se obtuvo información de Zurich Fleet, una empresa de seguros que asegura flotas de vehículos y que indicó en 2012 que vieron reducirse en un 66% la tasa anualizada de accidentes llegando a un 59% de reducción en los costos por reclamos. También indicaron una reducción de 72% de reducción de la tasa anualizada de reclamos de terceros y un 83% de reducción en el costo por vehículo, estos datos fueron presentados en la conferencia Insurance Tech 2016 [25], esa misma fuente hace referencia a otra empresa de nombre Insure the box, que reportó que en un estudio realizado considerando

a sus más de 85,000 suscriptores, están un 40% por debajo del promedio nacional (Reino Unido).

No obstante lo anterior, para ninguno de los últimos dos casos fue posible encontrar información adicional a la presentada en la conferencia, y no se logró obtener la investigación o la fuente exacta que arrojó esos porcentajes, por esa razón, no se considerarán estos casos en el análisis de esta investigación.

El tercer caso que se tomó como comparación corresponde a un estudio llevado a cabo en la ciudad de Cali, Colombia cuyo objetivo fue evaluar el impacto sobre la accidentalidad que provocó la instalación de 19 cámaras de foto detección [26], aunque el estudio concluyó que no hubo un impacto en la reducción de los accidentes a raíz de la instalación de las cámaras, enfatiza que ese resultado es atípico, pues la literatura sugiere todo lo contrario, y atribuye esta situación a que en la ciudad existe lo que se conoce como sub registro de la accidentalidad, dado que en esa ciudad las partes involucradas en un accidente pueden decidir no llamar a las autoridades, especialmente si no hay heridos o muertos.

También establece que a diferencia de otros casos donde las cámaras se colocan en las ubicaciones donde generalmente se da mayor cantidad de accidentes, las colocadas en Cali fueron ubicadas en las zonas donde más infracciones se realizan, y esto también pudo afectar el resultado.

En cuanto a la factibilidad de aplicar esta solución en el GAM de Costa Rica se revisó la información de proveedores de soluciones de IoT en la nube como Microsoft [27] y Amazon [28], así como fabricantes como INTEL [29], todos con oficinas en Costa Rica.

La información publicada por estas tres firmas, establece que hay una serie de estándares y protocolos definidos para la comunicación entre los dispositivos de IoT y los servicios ofrecidos en la nube.

Estos protocolos establecen incluso máximos de tamaño por mensajes, que van desde 128Kb (Kbytes) hasta 256Kb, así como mecanismos de seguridad para la transmisión de los mensajes y la identificación de los dispositivos.

Sobre el punto de vista técnico se investigó si podrían existir problemas mayores en la implementación del IoT en la GAM, esto se realizó en primera instancia por medio de una entrevista a 2 expertos en redes y telecomunicaciones de distintas compañías [30], básicamente sus observaciones se centraron en que el factor clave es la configuración de los distintos dispositivos interconectados, ya que existe un factor de decisión particularmente enfocado en la frecuencia de sincronización o envío de datos desde los aparatos hasta el ente centralizador de la información.

Si un dispositivo se configura para enviar información en tiempo real podría provocar saturación de enlaces, lo que afectaría la funcionalidad del ecosistema IoT, así por ejemplo si se tienen 200 mil dispositivos transmitiendo 128Kb cada 10 segundos, en solo 8 horas, esos dispositivos cargarían la red de telecomunicaciones con más de 600 Gb (Gigabytes), y si el tamaño del mensaje se aumenta a 256Kb, esa carga se

duplicaría y llegaría a 1.2 Tb (terabytes) si la frecuencia se configura para que sea en intervalos definidos, acumulando en grupos la información y además, utilizando otro tipo de parametrizaciones como la compresión de los archivos para disminuir el tamaño de los paquetes de datos a enviar, permitiría hacer una depuración del sistema de comunicación para disminuir riesgos de problemas mayores, algunos de estos tipos de operaciones hoy en día son prácticamente un estándar de los dispositivos.

Las plataformas y productos ofrecidos por estas empresas prometen soluciones de IoT sin importar la marca de los dispositivos, el lenguaje de programación utilizado e incluso el sistema operativo de los dispositivos.

Otro punto importante que se investigó y que va relacionado con el tema de la información que generan los dispositivos tecnológicos es el impacto en los modelos de negocios de las aseguradoras, por ejemplo actualmente muchas de las empresas aseguradoras están migrando a un modelo basado en el tipo de utilización que se hace del vehículo (en inglés, Usage-based insurance, UBI), esto como se mencionó en el marco teórico genera nuevos seguros basados en el tipo de uso del vehículo por ejemplo PAYD o PHYD.

Estos sistemas de negocio se pueden basar en dispositivos que generan datos, para a partir de los mismos producir información, es tal el impacto en los negocios de seguros que según menciona la investigación de FC Business Intelligence [31] un 20% de las compañías aseguradoras se encuentran de alguna manera en proyectos relacionados con IoT.

De igual manera se comenta que para el 2020 cerca de 50 millones de conductores estarán utilizando este tipo de seguros UBI, que dependerán del IoT para lograr el objetivo de medición efectiva de las formas de conducción y uso de los vehículos.

También se menciona que para el 2025 el 30% de los vehículos dispondrá de sistemas Telematics lo que beneficiará este tipo de modelos de contratos de seguros.

Otro de los beneficios que se mencionan es que la información generada puede permitir a la aseguradora conocer el nivel de riesgo de los individuos basados en su record histórico.

Una vez analizados los puntos anteriores se realiza una evaluación de los posibles costos de implementación del servicio de IoT, para ello se toma la información referenciada por los servicios AWS IoT de Amazon [32], los costos se miden según la cantidad de mensajes publicados en esta plataforma.

La fórmula de cálculo es el resultado de multiplicar la cantidad de mensajes que se enviarán por mes por el resultado de dividir 5 USD entre 1 millón, para ejemplificarlo mejor; se tiene un radar de detección de velocidad de los vehículos en un punto de la carretera que recolecta la información y la envía una vez por hora al servidor AWS IoT, eso quiere decir que envía 24 mensajes al día, por ende, al mes se envían 720 mensajes sobre una base de 30 días, si aplicamos esa información usando la fórmula quedaría de esta manera:

$$\begin{aligned} \text{Costo} &= \text{Cantidad mensajes mensuales} * (5 \text{ USD} / 1.000.000) \\ \text{Costo} &= 720 * 0,000005 = 0,0036 \text{ USD al mes.} \end{aligned}$$

V. RESULTADOS

Como se aprecia el costo por el servicio es bajo, sin embargo, en un escenario real la cantidad necesaria para tener una solución completa de IoT aplicado a la infraestructura y dispositivos de tránsito se contaría en miles de unidades, si hacemos el mismo ejercicio sobre un supuesto de 500.000 aparatos el costo total del servicio sería de 1.800 USD mensual.

Adicionalmente este servicio ofrece gratuitamente varias utilidades, entre ellas un conjunto de herramientas para el desarrollo de software (SDK) que facilita el desarrollo de aplicaciones para poder gestionar los datos generados por los dispositivos IoT, también incluye funciones de seguridad y un motor de reglas que evalúa cada mensaje enviado desde las distintas fuentes y lo direcciona a otros dispositivos o servicios para su posterior utilización.

A estos importes hay que sumar, el costo del desarrollo del software que recibirá la información, el servicio de conexión a internet para cada dispositivo, y los dispositivos propiamente dichos, los cuales no se lograron establecer en esta investigación, dado que el costo del dispositivo depende de las características requeridas, cuya definición está fuera del alcance de esta investigación.

Cabe también mencionar los avances existentes por distintas compañías que buscan mantener los vehículos conectados permanentemente a internet con el fin de compartir información, uno de estos ejemplos es la tecnología OnStar que utilizan varias marcas como Chevrolet [33], la cual tiene funciones como Roadside, que es un asistente en carretera que con conexión GPS puede indicar distintos puntos de asistencia dependiendo de lo que se requiera, una gasolinera, reparación de llantas.

Otra de sus funciones llamada Vehicle Manager permite entre otras cosas generar reportes de diagnóstico, donde el vehículo de forma automática los envía al concesionario para que éste evalúe la necesidad del auto y proceda a contactar a su dueño para realizar los mantenimientos, estas son solo 2 de las decenas de funciones que contiene esta tecnología que permite mantener comunicados al concesionario, talleres, estaciones de servicio y al conductor entre otros posibles actores.

En el caso de BMW, la revista Forbes [34] presentó en el Consumer Electronics Show (CES) del 2015 en Las Vegas, una tecnología sobre la que trabajan, donde se pueden controlar varias funciones de uno de sus vehículos desde un reloj Smart, donde se brindan instrucciones al auto para que de forma autónoma se dirija a una ubicación de parqueo, se apague y active los sistemas de seguridad, de la misma manera que luego puede ser llamado desde el mismo reloj, aquí se muestra nuevamente la interacción de varios dispositivos para un mismo objetivo.

Con la información analizada anteriormente se aprecia como en la actualidad se desarrollan distintas tecnologías enfocadas en conectar distintos dispositivos buscando un mismo objetivo, compartir datos para obtener información para los más variados usos, desde características de comodidad hasta temas de seguridad y reducción de accidentes de tránsito.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos si se extrapolan los datos recolectados de soluciones aplicadas en otros países donde se usó IoT.

El primer caso es el de Ageas, donde se establece una reducción del 20% en accidentes de tránsito donde los conductores involucrados son de 25 años o menos [23], en Costa Rica, solo para el INS, si se consideran los reclamos presentados en los años 2014 y 2015 ese 20% significaría un total de 4486 accidentes menos, un 10,25% del total de reclamos que fue de 218771, de los cuales 22429 involucraron a conductores de 25 años o menos [32], esta información se puede apreciar en la tabla III.

Con base en esa misma fuente, se indica que se puede disminuir hasta en un 30% la cantidad de reclamos donde los asegurados adquieren este tipo de pólizas de seguro. En un escenario muy optimista, si el 100% de los asegurados del INS hubiesen tomado este tipo de pólizas para los años 2014 y 2015, la cantidad de reclamos presentados durante esos dos años, pudo haber sido de 153140 en lugar de 218,771, según se aprecia en la tabla IV.

TABLA III
IMPACTO EN LA CANTIDAD DE ACCIDENTES EN EL INS CON BASE A LOS RESULTADOS PUBLICADOS POR AGEAS PARA CONDUCTORES DE 25 AÑOS O MENOS

Cantidad total de reclamos presentados al INS en los años 2014 y 2015	Reclamos con conductores de 25 años o menos	Porcentaje de reducción de accidentes según AGEAS	Estimación de la reducción de cantidad de accidentes
218,771	22,429	20%	4,486

TABLA IV
IMPACTO EN LA CANTIDAD DE ACCIDENTES EN EL INS CON BASE A LOS RESULTADOS PUBLICADOS POR AGEAS

Cantidad total de reclamos presentados al INS en los años 2014 y 2015	Porcentaje de reducción de accidentes según AGEAS	Estimación de la reducción de cantidad de accidentes
218,771	30%	65,631

Si se extrapolan los datos del informe publicado por el Departamento de Transportes de EEUU [24], en el escenario pesimista, la reducción de accidentes sería de 38,1%, y en el escenario más optimista la reducción podría alcanzar el porcentaje del 52,2%. En la tabla V se muestran estos porcentajes aplicados a los datos históricos de la cantidad de reclamos para el INS en los años 2014 y 2015, que equivaldría a una reducción entre 83,132 y 113,760 casos.

TABLA V
IMPACTO EN LA CANTIDAD DE ACCIDENTES EN EL INS CON BASE A LOS
RESULTADOS PUBLICADOS POR EL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DE
EEUU

Cantidad total de reclamos presentados al INS en los años 2014 y 2015	Porcentaje de reducción en escenario pesimista	Estimación de la reducción de cantidad de accidentes	Porcentaje de reducción en escenario optimista	Estimación de la reducción de cantidad de accidentes
218,771	38,1%	83,132	52,2%	113,760

Esta información toma mayor relevancia si se considera que el INS pagó 153,4 millones de USD de los 168,1 millones de USD que la SUGESE reportó para todo el año 2014 en el seguro voluntario de automóviles, un 91,25% del total, mientras para que el año 2015 el INS pagó 154,2 millones de USD de los 172,3 millones de USD un 89,5% del total [14].

Es importante hacer una observación respecto a los datos de la tabla IV, dado que el estudio del Departamento de Transportes de EEUU incluye en la reducción no solo accidentes sino incidentes de seguridad, es decir comportamientos de los conductores que pueden considerarse como peligrosos o imprudentes y que potencialmente podrían provocar un accidente. Por lo tanto, el dato final en la reducción de la cantidad de accidentes según esta fuente debería ser menor.

Se debe aclarar que la información obtenida establece una reducción en la cantidad de accidentes de tránsito, no se indica la relación en cuanto a la disminución de dinero destinado por empresas de seguros a cubrir los reclamos por estos accidentes.

Los pagos de los seguros voluntarios de automóviles pueden darse por muchos factores, como el monto asegurado, la severidad de los daños, etc.

Hay que recordar además como se hizo en el marco teórico que el INS es la única empresa en Costa Rica que ofrece el seguro obligatorio de automóviles, y que sólo en el año 2014 y 2015 pagó montos por concepto de accidentes de este seguro 48,4 millones de USD y 59,5 millones de USD respectivamente [14].

VI. PROPUESTA

Con base en la información recolectada y el análisis de la información, se propone una solución que involucre a las empresas de seguros de Costa Rica, especialmente al INS, dada su cuota de mercado, así como otras instituciones de gobierno como el MOPT (Ministerio de obras públicas y transportes), y empresas privadas como las agencias de vehículos nuevos, y las empresas de alquiler de vehículos.

Las empresas aseguradoras pueden aplicar una estrategia similar a la presentada por Ageas [23], en la que ofrezcan productos con descuentos a los asegurados cuyo monitoreo refleje buenos hábitos de conducción.

Para alentar a los potenciales clientes a adquirir este tipo de seguros, se plantea seguir las tendencias de algunas de las

empresas investigadas conocidas como PAYD (Pague por cuánto usted conduce, por sus siglas en inglés). De esta forma, los conductores podrían aceptar el monitoreo de su vehículo a cambio de una reducción en el costo de su seguro.

Según lo investigado en la SUGESE y en las páginas de varias compañías aseguradoras de Costa Rica, no existe en el mercado costarricense productos de seguros con estas características, lo que podría significar una diferencia competitiva para la empresa de seguros que primero lo ofrezca.

También es posible implementar este tipo de seguros en flotillas de vehículos, por ejemplo, camiones repartidores, o vehículos dados en leasing por parte de entidades financieras, esto por cuanto podría existir un interés de la empresa dueña del vehículo y no tanto de parte del conductor por mantener no solo un monitoreo del buen uso del vehículo, sino por reducir los reclamos que en algunas ocasiones implica un recargo sobre el costo del seguro.

Con base en el estudio del Departamento de Transportes de Estados Unidos, que definió la realimentación sobre los hábitos de conducción como un factor que apoya la reducción de incidentes en carretera, se propone que la información recolectada sea compartida con los propios asegurados. Así, por ejemplo, se puede enviar información al cliente sobre buenos hábitos de conducción.

También es posible dado que se podrá tener acceso a la cantidad de kilómetros recorridos, que la empresa de seguros como un servicio de valor agregado, envíe información cada vez que determine que el vehículo debe ser llevado a revisión de mantenimiento preventivo.

En el caso del MOPT, se propone que información general pueda ser utilizada por ese ministerio por ejemplo para determinar franjas horarias en que se presentan prácticas incorrectas de parte de los conductores, identificar zonas o carreteras con mayor incidencia de irrespeto a las leyes de tránsito, etc.

Dada la información obtenida de las firmas como Microsoft, Amazon e INTEL, se propone que la solución al menos considere la utilización de estas plataformas, para disminuir los costos de implementación aprovechando que las tres empresas tienen representación a nivel nacional, y podrían tener interés de participar de un proyecto que pueda ayudar a disminuir el problema planteado en esta investigación.

En cuanto a la transmisión de datos, se sugiere que el envío de información se realiza en forma periódica, para reducir el riesgo de saturación de la red de telecomunicaciones, por ejemplo se puede establecer el envío de información en intervalos de una hora.

Si bien es cierto la investigación se circunscribe a la GAM, es posible que los vehículos puedan seguir transmitiendo información aunque estén fuera de esa área, lo cual también podría agregar información importante, tanto para los asegurados como para las empresas aseguradoras.

Empresas como agencias de vehículos podrían ser parte del ecosistema, ofreciendo vehículos equipados con estas tecnologías y con descuento en los seguros.

Las empresas de alquiler de vehículos podrían ofrecer un servicio más barato al negociar seguros de costo menor con las empresas de seguros para sus flotillas.

Como último punto, se debe establecer en el contrato de seguros y de acuerdo con la legislación vigente las condiciones sobre de uso de la información recolectada, de modo que no se comparta la información de los conductores sin su consentimiento, ni que se use para fines distintos a los acordados.

VII. CONCLUSIONES

Con base en la información recolectada se puede concluir que la inclusión del IoT ha ayudado a disminuir la cantidad de accidentes de tránsito en otros países como Estados Unidos e Inglaterra, esto con base en los informes publicados por compañías aseguradoras y entes de gobierno.

Se estima con base en la información evaluada, que la aplicación de estas tecnologías tendría un impacto positivo en la reducción de accidentes de tránsito en el GAM de Costa Rica, es decir, que el número de accidentes de tránsito disminuiría para los conductores que estén dispuestos a instalar este tipo de tecnología en sus vehículos.

Al disminuir la cantidad de accidentes de tránsito en Costa Rica como consecuencia de aplicar IoT, se puede concluir con base en lo investigado que también disminuiría el monto que pagan las empresas de seguros por concepto de reclamos de los seguros de automóviles.

Lo que no se puede concluir es el impacto económico para las compañías de seguros, pues los datos de reducción de accidentes están dados en cantidad de casos, y no en impacto económico. Cada reclamo de automóviles, sea por el seguro voluntario o por el seguro obligatorio es distinto y por tanto, el monto destinado para su pago varía. Indicar por ejemplo que una reducción del 20% en la cantidad de accidentes de tránsito equivale a un 20% de reducción en los costos de las empresas de seguros, no tiene respaldo en esta investigación ni en los datos que se lograron recolectar.

Con base en la información recolectada, se concluye además que la red de telecomunicaciones en el GAM de Costa Rica puede soportar la implementación de una solución como la propuesta en esta investigación, siempre y cuando los dispositivos no estén conectados en forma permanente, sino que los mensajes se transmitan en intervalos regulares y el tamaño de estos corresponda a los máximos identificados.

Adicionalmente se logra verificar que existen en el mercado soluciones con servicios en la nube enfocados a administrar los servicios de IoT de manera sencilla y eficiente, a precios accesibles basados en niveles de demanda según la utilización de consumo que se realice, esto permite disminuir en gran medida los costos relacionados a inversión de infraestructura.

VIII. TRABAJO FUTURO

Dado que esta investigación comprende solo el impacto en la reducción de la cantidad de accidentes de tránsito que puede

producirse por el uso del IoT en Costa Rica, no se realiza ninguna tarea orientada a medir o determinar el grado de afectación en la calidad de vida de los costarricenses.

Es posible realizar otros trabajos para determinar si existen elementos de índole social que pueden afectarse positiva o negativamente con una propuesta de esta naturaleza.

Tampoco se abarcó en esta investigación la evaluación de las causas que provocan la reducción de accidentes en sí misma, por ejemplo, si corresponde a un cambio de conducta del conductor al saberse monitoreado, o si es a consecuencia de alguna otra variable.

Otro punto pendiente de abarcar hace referencia al cálculo de la inversión total necesaria para la implementación de un ecosistema IoT en la GAM, ya que su alcance depende del levantamiento técnico de requisitos y requerimientos de distintas organizaciones gubernamentales y privadas, para que definan el software, hardware y alcance requeridos para realizar una implementación, esto se investigó sin embargo no se encontró información al respecto.

El motor de reglas que por ejemplo ofrece Amazon con su servicio, es otro aspecto a investigar en mayor detalle en futuras investigaciones.

REFERENCES

- [1] "Instituto nacional de estadística y censos," Instituto nacional de estadística y censos, 11 11 2016. [Online]. Available: <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos/poblacion/mortalidad/estadisticas/resultados/>. [Accessed 11 11 2016].
- [2] Gartner, "Gartner Says 6.4 Billion Connected "Things" Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent From 2015," Gartner, 10 Noviembre 2015. [Online]. Available: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>. [Accessed 9 Noviembre 2016].
- [3] S. J. MRAZ, "Paving the Way to an IoT World," *Machine Design*, vol. 88, pp. 20-25, 2016.
- [4] S. Li, L. D. Xu and S. Zhao, "The internet of things: a survey," *Information Systems Frontiers*, vol. 17, pp. 243-259, 2015.
- [5] R. Nelson, "Objects communicate wirelessly, sip picoamps," *EE: Evaluation Engineering*, vol. 55, pp. 14-16, 2016.
- [6] O. Vermesan and P. Friess, *Internet of Things - From Research and Innovation to Market Deployment*, River Publishers, 2014.
- [7] M. N. Hindia, T. A. Rahman, H. Ojukwu, E. B. Hanafi and A. Fattouh, "EnablingRemoteHealth-CaringUtilizingIoT ConceptoverLTE-Femtocell Networks," *Plos ONE*, vol. 11, pp. 1-17, 2016.
- [8] M. Mohaimenuzzaman, S. M. MonzururRahman, M. Alhusein, G. Muhammad and K. AbdullahAlMamu, "Enhancing Safety in Water Transport System Based on Internet of Things for Developing Countries," *International Journal Of Distributed Sensor Networks*, pp. 1-10, 2016.
- [9] J. L. Sánchez, "Accenture," Accenture, [Online]. Available: <https://www.accenture.com/es-es/company-news-release-redefining-distribution-insurance>. [Accessed 11 11 2016].
- [10] "Insurance Telematics Market by Deployment Type, End User, and by Region," Report Linker, 12 2015. [Online].

- Available: <http://www.reportlinker.com/p03605436-summary/Insurance-Telematics-Market-by-Deployment-Type-End-User-and-by-Region-Global-Forecast-and-Analysis-to.html>. [Accessed 11 11 2016].
- [11] "Huawei Showcases Latest OBD-II Solution at 2014 Insurance Telematics Show," *PR Newswire US*, 02 09 2014.
- [12] C. Harris, "Things Connected. (cover story)," *Canadian Underwriter*, vol. 81, p. 54.62, 2014.
- [13] B. Rabkin, "The IoT creates new insurance product and service opportunities," Market Insight Group, 2015.
- [14] "SUGESE," 2011. [Online]. Available: <http://www.sugese.fi.cr/estadisticas/>. [Accessed 11 11 2016].
- [15] COSEVI, "Consejo de Seguridad Vial," Setiembre 2016. [Online]. Available: <https://www.csv.go.cr/estadisticas>. [Accessed 2016 Noviembre 11].
- [16] MOPT, "COSEVI Consejo de Seguridad Vial," [Online]. Available: <http://www.transito.go.cr/estadisticas/Estadisticas.html>. [Accessed 11 Noviembre 2016].
- [17] Lanamme, "Universidad de Costa Rica," 02 Julio 2015. [Online]. Available: <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/index.php/evaluaci%C3%B3n-red-vial-nacional-rv/informes-evaluaci%C3%B3n-red-vial-nacional/informes-evaluaci%C3%B3n-red-vial-nacional-a%C3%B1o-2012-2014.html>. [Accessed 11 Noviembre 2016].
- [18] "Estado de la nación," 11 2016. [Online]. Available: http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/022/PEN-22-2016-BOOK-BAJA.pdf. [Accessed 30 11 2016].
- [19] "SUTEL," 2015. [Online]. Available: https://sutel.go.cr/sites/default/files/sutel_telecommunications_sector_statistics.pdf. [Accessed 11 11 2016].
- [20] "Informe ejecutivo de principales resultados de evaluación nacional de la calidad de los servicios móviles brindados por el ICE, CLARO y TELEFÓNICA en sus redes 2G, 3G y 4G, según mediciones efectuadas en el segundo semestre del 2015," 18 08 2016. [Online]. Available: https://sutel.go.cr/sites/default/files/05319-sutel-dgc-2016_cs_-_informe_ejecutivo_calidad_nacional_ice-clr-rlf_mediciones_2015_vfl.pdf. [Accessed 11 11 2016].
- [21] MICITT, "Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación," [Online]. Available: <http://pncti.micit.go.cr/>. [Accessed 12 Noviembre 2016].
- [22] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado and P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, México D.F.: Mc Graw Hill, 2010.
- [23] "Business Report 2012," Ageas, 2013.
- [24] J. S. Hickman and R. J. Hanowski, "Evaluating the Safety Benefits of a Low-Cost Driving Behavior Management System in Commercial Vehicle Operations," United States Department of Transportation, 2010.
- [25] "Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros," [Online]. Available: http://www.amis.org.mx/prueba/img/conveniones/2016/AUTO_S_2_Christian%20Terfi.pdf. [Accessed 02 12 2016].
- [26] J. F. González and S. I. Prada, "Cámaras de fotodetección y accidentalidad vial. Evidencia para la ciudad de Cali," *Desarrollo y Sociedad*, vol. 77, pp. 131-181, 2016.
- [27] "Microsoft Azure," Microsoft, [Online]. Available: <https://azure.microsoft.com/en-us/services/iot-hub/>. [Accessed 20 11 2016].
- [28] "Amazon Web Services," Amazon, [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/es/documentation/iot/>. [Accessed 20 11 2016].
- [29] "Intel Software," Intel, [Online]. Available: <https://software.intel.com/en-us/iot/home?language=ru>. [Accessed 20 11 2016].
- [30] I. C. J. Roquett, Interviewee, *Posibles problemas en la implementación del IoT*. [Interview]. 24 Noviembre 2016.
- [31] R. Gore, "Insurance, Innovation and IoT: Insurers have their say on the Internet of Things," *FC Business intelligence*, 2015.
- [32] Amazon Web Services, "Precios de AWS IoT," [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/es/iot/pricing/>. [Accessed 4 Diciembre 2016].
- [33] "Cantidad total de reclamos para 2014 y2015," Instituto Nacional de Seguros, San José, Costa Rica, 2016.

Nattanahel Alberto Chaves Moya, Licenciado en Informática con énfasis en Sistemas de Información de la Universidad Nacional de Costa Rica desde 2006, profesor desde 2015 de la Universidad Técnica Nacional de Costa Rica en las materias desarrollo de dispositivos móviles y metodologías de desarrollo ágil. Colaborador del Instituto Nacional de Seguros desde 1997, y encargado del proceso de Innovación de la Subdirección de Informática de dicha institución desde 2016. Experiencia en las áreas de tecnología de desarrollo de software, dirección de proyectos, arquitectura de sistemas, investigación e innovación.

Gustavo Adolfo Vargas Sequeira, Ingeniero en Informática graduado de ULACIT, San José Costa Rica, Certificado ITIL Fundamentos y Six Sigma Yellow Belt , con 9 años de experiencia en SAP como analista, consultor y desarrollador, encargado del Soporte Regional de SAP en el módulo de ventas y distribución para Bridgestone Latinoamérica desde 2011 y para el Shared Services Center desde 2014.

Conocimientos y experiencia como analista de negocio, analista de calidad de software y desarrollador, con participación activa liderando proyectos regionales y locales de TI. Áreas de interés relacionadas a innovación, mejora continua y business intelligence. Manejo del idioma inglés avanzado y portugués básico.

Julio Córdoba Retana, Profesor universitario desde el año 2001. Ingeniero en Computación con Énfasis en Sistemas de Información del TEC, Máster en Ingeniería del Software de la Universidad Politécnica de Madrid y Candidato a Doctor en Aplicaciones de la Informática (Diploma de Estudios Avanzados) por la Universidad de Alicante. Experiencia laboral como analista programador, consultor internacional en TICs, profesor en prestigiosas universidades nacionales (UCR, TEC, ULACIT, Cenfotec) e Internacionales (Ecuador, Bogotá). Lideró la implementación de Software Quality Assurance y IT Service Management en BAC Credomatic a nivel Regional. Actualmente Decano del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de ULACIT.