

## Revista Científica y Tecnológica UPSE

### Sistema e-call en la ciudad de Cuenca para reducir tiempos de respuesta en accidentes de tránsito

#### E-call system in the city of Cuenca to reduce response times in traffic accidents



Jean Mata Quevedo <https://orcid.org/0000-0001-8153-0043> (1), Luis Romo Vélez <https://orcid.org/0000-0002-2342-1276> (2).

<sup>1</sup> Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción. Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del Azuay (UDA), Ecuador.

#### Resumen

El presente artículo presenta los resultados de la implementación de un sistema e-call mediante la programación de un módulo GPS/GPRS, a través de la obtención de las coordenadas geográficas de posicionamiento de un vehículo que se remiten en tiempo real para la activación de un sensor de impacto; un operador recibe y alimenta la información a una página web, para finalmente ser mostrada en una hoja de cálculo a través de CDXZipStream, permitiendo realizar cálculos de rutas, además, comparar distancia en (km) y tiempo en (minutos) de las de los diferentes trayectos. El sistema también realiza una llamada automática para comunicar a los tripulantes del vehículo con un operador, para que de este modo puedan interactuar. Los resultados finales muestran una reducción en el tiempo de respuesta por parte de los servicios de emergencia ante la colisión entre uno o varios vehículos.

#### Abstract

This article presents the results of the implementation of an e-call system through the programming of a GPS / GPRS module, by obtaining the geographical coordinates of a vehicle's positioning that are sent in real time for the activation of an impact sensor; an operator receives and feeds the information on a web page, to finally be shown in a spreadsheet through CDXZipStream, perform route calculations, and also compare distance in (km) and time in (minutes) of those of the different routes. The system also makes an automatic call to communicate the crew of the vehicle with an operator, so that they can interact. The final results modified a reduction in the response time by the emergency services in the event of a collision between one or more vehicles.

#### Palabras clave:

e-call, área urbana de Cuenca, tiempos de respuesta, accidentes de tránsito, arduino GPS/gprs.

#### Keywords:

e-call; Urban Area of Cuenca; Response times; Traffic accidents, Arduino GPS / gprs

**Recibido:** 14/10/2019

**Aceptado:** 04/06/2020

**Publicado:** 30/06/2020

**Forma de citar:** Mata Quevedo, J.; Romo Vélez, L.; Bustos Sebastián; Carrión Pedro (2020). Sistema e-call en la ciudad de Cuenca para reducir tiempos de respuesta en accidentes de tránsito. Revista Científica y Tecnológica UPSE, 7 (1) pág. 36-42. DOI: 10.26423/rctu.v7i1.474

\* Autor para correspondencia: [jpmataq@ucacue.edu.ec](mailto:jpmataq@ucacue.edu.ec)

## 1. Introducción

En los últimos años una de las áreas que más se ha desarrollado dentro de la industria automotriz, tiene como enfoque mejorar la seguridad de los pasajeros, tanto la seguridad activa como pasiva. Dentro del estudio de seguridad del vehículo se divide en tres partes: primaria, secundaria y terciaria, esta última tiene como principio reducir al máximo los daños causados a los ocupantes del vehículo, después de producido el accidente de tránsito; dentro de esta área se han desarrollado tecnologías que permiten mejorar la respuesta de rescate y asistencia médica-hospitalaria, para ellos se conjugan tecnologías y procesos de los sistemas de respuesta ante accidentes de tránsito, el sistema se denomina comúnmente como e-call. Este sistema requiere de que tanto los fabricantes de autos así como las leyes de tránsito de los países, desarrollen procedimientos e implementen esta tecnología [1].

La respuesta a situaciones de emergencia implica la agregación de servicios en un punto de respuesta de seguridad pública (PSAP), accesible a través de números de emergencia ampliamente extendidos y a menudo accesibles a través de teléfono fijo y móvil: 112 en Europa, 911 en los Estados Unidos. La agregación de recursos asegura una mejor respuesta y una asignación de recursos más eficiente para acelerar las ocurrencias, incluyendo incendios, policía o emergencias médicas. Los números de llamadas de emergencia se han ocupado de varios problemas principalmente relacionados con la efectividad y confiabilidad de los sistemas. Por lo tanto, se han propuesto e implementado nuevos modelos para mejorar la agregación de todos los dominios de emergencia en un solo PSAP, lo que requirió un modelo de operación apropiado para la gestión de los diferentes servicios en la cadena de emergencia. Los desarrollos en las comunicaciones móviles y de IP "Internet Protocol", o "Protocolo de Internet", son protocolos de comunicaciones a través de la red, han introducido nuevos desafíos en los servicios de emergencia. En la actualidad, la nueva generación (NG9-1-1 y NG112), denominación de la forma en que operan los puntos de respuesta de seguridad pública (PSAP) de números de llamadas de emergencia se está discutiendo como una solución a largo plazo, para garantizar una comunicación total.

El sistema SOSphone, sistema de asistencia vial, a través de un teléfono celular en caso de un accidente, fue propuesto para el modelo como un modelo internacional. En este documento se propone una solución basada en el sistema SOSphone para permitir el acceso universal al sistema eCall. La existencia de una solución integrada que cumpla con muchas peculiaridades comunes a la emergencia, garantizando su usabilidad, puede garantizar una mayor precisión en la adquisición de información sobre la situación de emergencia y, en consecuencia, un menor tiempo de respuesta por parte de los equipos de respuesta.

Además, el acceso universal a tales servicios es esencial para garantizar la igualdad de derechos. El objetivo principal de la solución propuesta es garantizar estos dos supuestos y garantizar que los servicios de emergencia estén siempre al servicio de todos [2].

Virtanen, Schirokoff y Luom muestran en los resultados del estudio de caso más el registro de llamadas telefónicas y cuestionario que, en la mayoría de los accidentes con ocupantes del vehículo, la llamada de emergencia se realizó dentro de los cinco minutos posteriores al accidente. En aproximadamente el 14% de los casos, la llamada de emergencia se realizó entre 5 y 30 minutos después del accidente y en aproximadamente 4% de los casos más de 30 minutos después del accidente. El estudio mostró que e-Call podría haber evitado el 5-10% de las muertes en accidentes que involucran a ocupantes de los vehículos. El porcentaje fue mayor en accidentes, donde no había vehículos en los que pudiera instalarse la e-Call actual. Probablemente esto se deba a que los retrasos en las llamadas de emergencia también fueron más largos en estos accidentes [3].

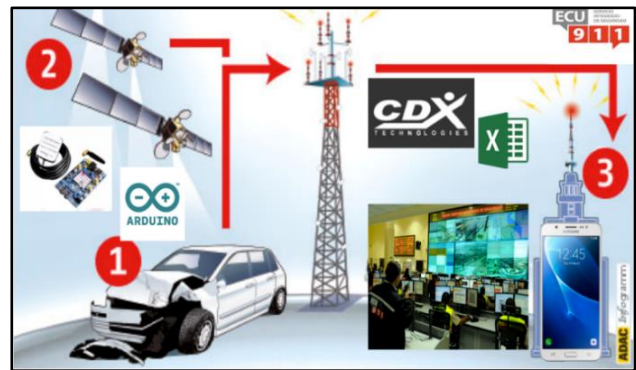


Figura 1. Esquema del Sistema e-Call

Las alarmas de seguridad son dispositivos electrónicos cuya función es evitar el robo del vehículo. El funcionamiento de las alarmas se basa en una central que procesa el estado de los sensores, los mismos que cuando se cumplen ciertas condiciones se ejecutarán las acciones programadas en la central. La funcionalidad e instalación del sistema Chevy Star conjugan la tecnología satelital con la celular, ello con el objetivo de ofrecer los mejores servicios de comunicación, asistencia, seguridad y monitoreo directamente desde cualquier vehículo liviano o de carga pesada Chevrolet.

Con tan solo presionar un botón podemos tener importantes funciones que nos ayudarán a localizar y recuperar un vehículo en caso de robo, apertura remota de las puertas en caso de olvido de llaves en el interior del vehículo, asistencia médica y mecánica, comunicación celular manos libres, comunicación con

el Centro de Atención al Cliente las 24 horas del día los 365 días del año desde el vehículo, monitoreo del automóvil cuando esté en carretera, monitoreo en la ciudad, Bluetooth y el perfil de manejo. [4]

En Ecuador actualmente existe una empresa llamada Tracklink, la cual ofrece un servicio denominado Ecall. Un sistema instalado en el auto genera una alerta automática que recopila toda la información del impacto para ser enviada a la centra de emergencia de Tracklink, en pocos segundos, los agentes receptan la señal de forma automática con datos que ayudan a determinar la gravedad del choque como: geolocalización, velocidad, fuerza y numero de impactos recibidos en el auto. Inmediatamente efectúa una llamada para conocer el estado en el que se encuentra el conductor y verificar si es necesario llamar a las autoridades, en caso de que sea necesario se efectuará la llamada para que vayan al rescate. [5]

El ECU 911 en Ecuador es un servicio de respuesta integral a emergencias, misma que dentro de sus políticas está la articulación de de varios servicios como: Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja Ecuatoriana, Policía Nacional, Fuerzas Armadas, Comisión Nacional de Tránsito, Ministerio de Salud Pública, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Secretaría de Gestión de Riegos, entre otros delegados para la atención de emergencias entre las cuales se encuentran los accidentes de tránsito; con una llamada a un número específico (911), se activa los protocolos internos de respuesta.



Figura 2. Mecanismos de alerta [8]

Además de incluir sectores públicos, también vincula a servicios privados que contribuyan con la seguridad integral de los ciudadanos. Como se puede observar en la **Figura 2**, existen varias formas de “*Mecanismos de Alerta*” que estarían acordes para alinearnos al diseño del sistema que se propone en los siguientes apartados.

## 2. Fundamentación

En Ecuador según cifras de la Agencia Nacional de Tránsito en el año 2019 se registraron 2151 fallecidos que dan en promedio un aproximado a 6 personas por día, entre enero y noviembre, por accidentes de tránsito. Además, se produjeron 25530 accidentes de tránsito dejando consecuencias graves entre lesionados y los mencionados fallecidos. El número de pérdidas fatales se podría reducir con un sistema avanzado con e-Call, que atienden inmediatamente reduciendo el riesgo de la persona. La mayoría de los vehículos que se comercializan en el mercado automotriz del Ecuador no disponen de sistemas de emergencia vial, esto impide que las entidades de asistencia puedan reducir el tiempo de respuesta ante un accidente, estos tiempos de respuesta son sumamente críticos a la hora de salvar vidas. Por ello se planteó diseñar e implementar un sistema e-call basado tecnología accesible y de bajo costo.

El sistema que se pretende desarrollar se enfoca en la implementación de un dispositivo que emita una señal de alerta desde un vehículo determinado, una vez producido un accidente, hasta la entidad encargada de brindar asistencia vial; este sistema tiene como requerimiento planteado el poder emitir la señal de alerta junto con las coordenadas del lugar donde se ha producido el accidente de tránsito, obsérvese la **Figura 1**. Una vez enviada la señal de alerta a un teléfono celular, un operario es encargado de procesar esta información y, a través de un software calcular la ruta más adecuada comparando la distancia (km) y el tiempo (min) para llegar a la zona en la cual se ha producido el accidente. También los operarios deben mantener una conversación con los ocupantes del vehículo accidentado en caso de ser factible.

## 3. Objetivos

- A. Diseñar un sistema e-call a través de tecnología actualizada y de bajo costo que permita ser implementada en cualquier tipo de vehículo.
- B. Implementar un sistema e-call que permita reducir los tiempos de respuesta ante un accidente de tránsito.
- C. Obtener información en un centro de datos con las coordenadas de un punto específico por medio de comunicación GPS/GPRS, para determinar el punto del accidente.
- D. Calcular la ruta más adecuada para llegar a un punto específico dentro de un mapa.

## 4. Metodología

### A. Levantamiento de información

Todos los vehículos cuentan con un sistema eléctrico que permite la implementación de un sistema electrónico e-Call, además de contar con el espacio físico para su montaje. El sistema de comunicación más amplio en el país es la telefonía móvil, mismo que usaremos para el diseño del sistema a ser implementado. Finalmente se puede obtener software de acceso libre para el desarrollo del sistema embebido y así minimizar sus costos.

### B. Materiales

- Arduino UNO
- Acelerómetro
- Módulo Shield SIM 800
- Fuente de alimentación 5V/ 2A
- Chip de telefonía celular
- Excel
- CDXZipStream Excel ZIP Code Add-in
- Computadora

### C. Procedimiento

El procedimiento para el desarrollo se muestra en la **Figura 3** que parte desde la sensorización hasta el cálculo de la ruta adecuada para la atención de la emergencia.

#### Acelerómetro

Está encargado de verificar el impacto del vehículo a través de la vibración y el cambio en el movimiento (aceleración), enviando una señal al microcontrolador (Arduino).

#### Arduino

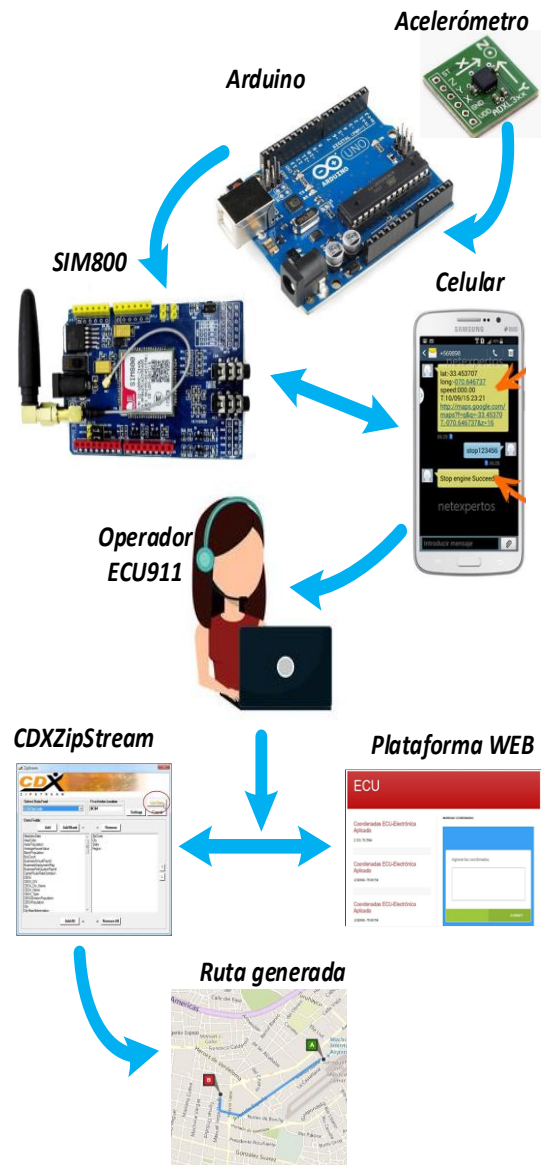
Es el cerebro del sistema que en el cual, mediante la implementación de un sketch (programa) de Arduino se realiza la inicialización del módulo GSM, para que de esta manera se active el GPS y la red GSM. El sketch de Arduino, permite enviar un mensaje de texto (SMS), enviando las coordenadas de longitud y latitud de donde se encuentra el módulo SIM 800, y a su vez realiza una llamada en el momento en que se produce el accidente del vehículo.

#### Módulo SIM 800

El módulo permite la obtención de las coordenadas de un punto específico mediante Arduino, la digitalización y el envío por mensaje de texto de la ubicación. Tiene integrado los sistemas GPS/GSM en

las bandas de frecuencia de 850/900/1800/1900 MHz, posee envío y recepción de SMS. [6]

**Figura 3.** Diagrama funcional del sistema e-Call



#### Recepción de datos e ingreso de información

Los datos de las coordenadas que se han obtenido mediante la recepción de un mensaje del GPS, posteriormente un operador ingresa los datos a una página Web, dichos datos son extraídos por medio de una extensión de Excel denominada CDX.

#### Plataforma WEB – ECU911

Se gestiona la información que es ingresada por sus operadores y receptada desde las diferentes emergencias producidas y reportadas en el ECU911.



*CDXZipStream*

Es un complemento de Microsoft Windows Excel que funciona directamente en la hoja de cálculo, éste complemento es compatible con el servicio web Bing Maps que se puede utilizar para geo-codificar de forma inversa, calcular la distancia y el tiempo de conducción, realizar la optimización de ruta, verificar direcciones, etc. [7]. En la hoja de cálculo de Excel se define las ubicaciones con coordenadas de las ambulancias, las cuales se encuentran en las clínicas y hospitales de la ciudad.

Las ambulancias son un punto preestablecido para la partida de la atención, entonces, se seleccionará la más cercana al accidente, teniendo en cuenta que ésta pueda llegar en el menor tiempo posible a la colisión vehicular. Las coordenadas de latitud y longitud del accidente son las ya enviadas por el módulo SIM 800. Los hospitales y clínicas a donde deben acudir luego del incidente y donde se encuentran las ambulancias, por ello se ha determinado las coordenadas de las mismas y se muestran en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Coordenadas de ubicación de hospitales de la ciudad de Cuenca

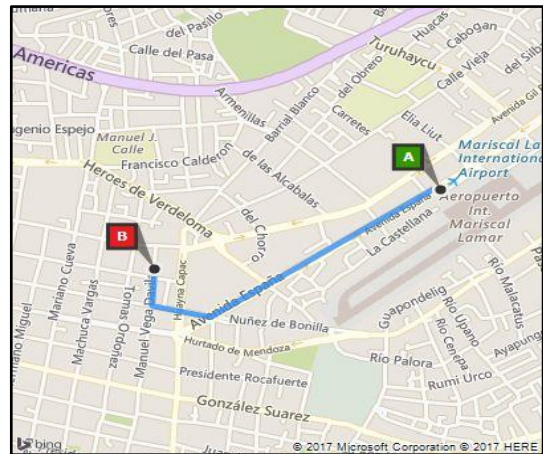
Hospitales / Clínicas	Latitud / Longitud
Hospital Vicente Corral Moscoso	-2,910882   -78,993687
Clínica Santa Inés	-2,901928   -79,008941
Hospital Monte Sinaí	-2,908435   -79,007641
Clínica Latinoamericana	-2,893341   -79,017773
Clínica Paucarbamba	-2,911909   -78,998321
IESS	-2,899190   -78,971377
Hospital Universitario del Río	-2,892292   -78,960255
Clínica la Paz	-2,903204   -78,994619
Hospital Universitario Católico	-2,892858   -78,997323
Hospital Vicente Corral Moscoso	-2,910882   -78,993687

Una vez que identificadas las coordenadas de localización de las diferentes casas de salud de la ciudad de Cuenca y en conjunto con el parámetro de ubicación del accidente ocurrido, el programa ejecuta el algoritmo para determinar la ruta más rápida, la ruta más rápida con tráfico, y la ruta más corta. Esto permite que la persona en la central de emergencia tenga la decisión de elegir el lugar desde donde se enviará una ambulancia, basado en el menor tiempo de llegada al lugar del accidente, como puede observarse en la **Figura 5**.

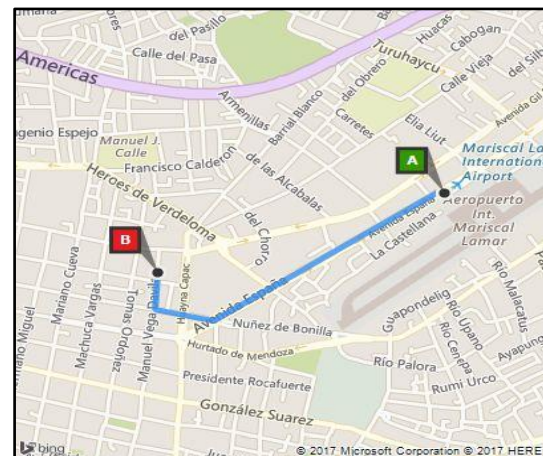
La más rápida		La más rápida con tráfico		La más corta	
Distancia [km]	Tiempo[ Min]	Distancia [km]	Tiempo[ Min]	Distancia [km]	Tiempo[ Min]
1.92	4.92	1.84	4.28	1.84	4.28
2.92	6.68	3.19	7.22	2.64	8.73
1.90	4.93	2.23	4.50	1.82	5.87
4.45	10.40	4.71	9.90	4.15	12.62
1.33	3.43	1.32	3.45	1.21	3.72
4.50	3.95	4.92	6.32	4.54	9.85
7.38	8.87	7.02	8.58	7.02	8.58
2.86	6.43	2.87	5.68	2.69	8.73
3.82	7.60	3.91	7.07	3.37	10.80
3.43 minutos		3.45 minutos		3.72 minutos	
Clínica Paucarbamba		Clínica Paucarbamba		Clínica Paucarbamba	

**Figura 5.** Distancias y tiempos de llegada al lugar del accidente de cada una de las salidas de las ambulancias

Las figuras siguientes muestran en el mapa de Bing las rutas con los 3 algoritmos para la selección de la ruta, el punto **A** representa el lugar del accidente, mientras que el punto **B**, representa al Hospital Universitario Católico, con la ambulancia más cercana para la atención del accidente. El punto **A** será dado por el módulo SIM800 con el lugar del accidente, y el punto **B**, será dado por el algoritmo del CDXZipStream el cual determinará la ruta más óptima.



**Figura 6.** Ruta más rápida.



**Figura 7.** Ruta más rápida con tráfico

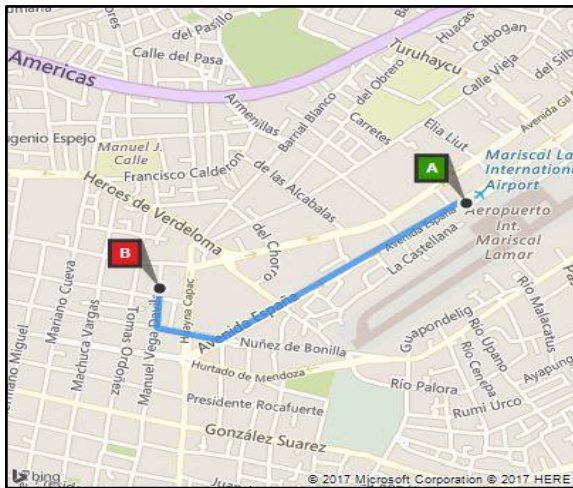


Figura 8. Ruta más corta.

### 5. Resultados

El uso del software CDXZipStream determina la ruta más óptima a partir de la información de la ubicación obtenida mediante GPS y enviada por el módulo SIM 800, esto nos permite reducir el tiempo en el que se procesa la información y se emite una respuesta, el programa realiza el algoritmo necesario para determinar la ruta más rápida, con tráfico y la ruta más corta en (km); estos parámetros permitirán comparar entre distintas posibles opciones. El operario selecciona según los datos procesados, el hospital o centro médico más adecuado en función de la distancia o tiempo de llegada, para responder al accidente, así logramos tener un tiempo de respuesta más rápido ante las emergencias.

A continuación, se muestra la **Tabla 2** con los resultados adicionales del tiempo obtenidos mediante el sistema e-Call y datos mostrados del tiempo de respuesta promedio para la zona urbana. Entre el nerviosismo que genera la emergencia de la persona que llama a reportarla a de más de la falta de preparación para responder las cuatro preguntas básicas: ¿Cuál es su emergencia?, ¿De qué dirección está llamando?, ¿Existen heridos? y ¿Cuál es su nombre? Determinan un tiempo de respuesta que oscila entre 8 y 12 minutos (480 y 720 segundos) con un promedio de 11 minutos con 47 segundos (707 segundos) reportado según el informe de gestión anual del Servicio integrado de seguridad ECU 911, esto dependerá del lugar del accidente [9].

Los datos del sistema e-Call fueron medidos desde que ocurre el accidente, hasta que el operador envía la unidad de asistencia al lugar del incidente.

**Tabla 2.** Tiempos medidos por el sistema y datos de ECU911. Zona urbana

Prueba	Tiempo respuesta con e-Call (seg)	T. promedio de respuesta ECU911 (seg)
1	159	
2	145	
3	208	
4	177	707
5	150	
6	188	
7	155	
8	177	
Promedio	170	707

### 6. Conclusiones

El sistema implementado cuenta con un mecanismo muy sencillo para su implementación y de fácil adquisición y de bajo costo debido a que todos los materiales son de fácil acceso dentro de la zona en estudio.

Mediante el sistema se puede informar de una manera muy eficaz y rápida el accidente, teniendo como datos principales el mensaje y las coordenadas donde ocurrió el mismo.

Se realizó la selección de la ruta más óptima al momento de suceder el accidente, mediante la utilización del software CDXZipStream.

La implementación de las coordenadas enviadas por el vehículo accidentado y el procesamiento de estas mediante el software permite a la central de emergencia disminuir su tiempo de respuesta, al poder enviar los vehículos de emergencia que más pronto puedan llegar al lugar del accidente.

Según los datos obtenidos en la medición de los tiempos a través de la implementación del sistema, se pudo observar que el tiempo de respuesta se redujo considerablemente, cumpliendo con el objetivo planteado, para la toma de los tiempos se realizó una simulación de accidente por parte de los autores.

Se obtuvo un tiempo de respuesta de 2.8 min desde que ocurrió el accidente hasta que el operador envía la unidad de asistencia al lugar del incidente, se logró una reducción del 43% del tiempo en el mejor de los casos de respuesta bajo el sistema descrito por Virtanen, Schirokoff y Luom.

Este sistema permite que las entidades encargadas de brindar la asistencia en caso de emergencia viales, desarrollar procedimientos de respuesta.

## 7. Bibliografía

- [1] Cazali, R. A. (2017). Desarrollo de una aplicación de monitoreo de routers 3g en sistemas de teledicada, para su gestión y mantenimiento. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- [2] Miriam Cabo, F. F. (2014). Universal access to eCall system. ScienceDirect, 27, 1-9.
- [3] N. Virtanen, A. Schirokoff, and J. Luom, "Impacts of an automatic emergency call system on accident consequences," System, pp. 1–6, 1800.
- [4] Barros C., Julián A. (2013). Funcionalidad e instalación del sistema chevystar. Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Tecnologías Aplicadas. Quito, Ecuador. Repositorio Digital USFQ.
- [5] Tracklink(2018). Rastreo, Bloqueo y Recuperación de Vehículos o Bienes | Tracklink. [online] Disponible en: <https://www.tracklink.com.ec/> [Accessed 1 Mayo 2018].
- [6] Torres, E. (2017). Control de asistencia y monitoreo GPS para trabajadores y vehículos de la empresa sistemas de automatización y control radicada en la ciudad de Ibarra. Ibarra, Ecuador: Repositorio Digital UTN.
- [7] Inc., Hughes. (2017). Excel Zip Code Analysis Add-In | Cdxzipstream. Cdxtech.com.
- [8] ECU911, 2018. Mecanismos de alerta, Ecuador ([https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2195:ecu-911-y-ops-oms-definen-lineas-de-trabajo-conjunto&Itemid=360](https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=2195:ecu-911-y-ops-oms-definen-lineas-de-trabajo-conjunto&Itemid=360))
- [9] ECU911, 2018. Informe de gestión anual. Ecuador. (<https://www.ecu911.gob.ec/wp-content/uploads/2018/03/Informe-de-Gesti%C3%B3n-Anual-2017.pdf>)