



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**

**TEMA
DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE
DETECCIÓN DE BACHES PARA ASISTENCIA
VEHICULAR**

**AUTOR
ROJAS BARRETH VICTOR HUGO**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. ELEC. ANDRADE GRECO PLINIO, MBA.**

2018

GUAYAQUIL – ECUADOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación me corresponde exclusivamente; y el patrimonio Intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”.

ROJAS BARRETH VICTOR HUGO

C.C: 0931141477

AGRADECIMIENTO

Agradezco el presente trabajo de tesis a Dios por bendecirme y darme la oportunidad de realizar una carrera Universitaria. También a mi familia que con esfuerzo diario me inculcaron valores, principios y aportaron tanto económicamente como emocionalmente para que con responsabilidad y disciplina pueda culminar esta etapa de mi vida.

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo, confianza, ejemplo y consejos que me ayudaron a continuar con esta meta fijada y poder finalizarla con éxito.

A mis amigos y compañeros por su estímulo y ánimo que mostraron a lo largo de estos años de educación y enseñanza.

Al grupo de profesores de la carrera Ingeniería en Teleinformática por impartir con paciencia y dedicación la cátedra y haber sido parte de mi formación profesional.

A todos los que directa o indirectamente me apoyaron, aconsejaron, animaron y estuvieron presentes en el transcurso de esta etapa universitaria.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
---------------------	----------

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del Problema	3
1.2	Formulación del problema	5
1.3	Sistematización del problema	5
1.4	Objeto de la investigación	6
1.5	Objetivos	7
1.5.1	Objetivo general	7
1.5.2	Objetivos específicos	7
1.6	Justificación e importancia	8
1.7	Delimitación del tema	9
1.7.1	Delimitación espacial	9
1.7.2	Delimitación temporal	10
1.7.3	Alcance	10
1.7.4	Limitaciones	10

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

N°	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes	13
2.2	Marco teórico	15
2.2.1	Baches	15

N°	Descripción	Pág.
2.2.2	Sistema de suspensión	16
2.2.3	Elementos de un sistema de suspensión	16
2.2.3.1	Neumáticos	17
2.2.3.2	Ballestas	17
2.2.3.3	Muelles helicoidales	18
2.2.4	Elementos de amortiguación de la suspensión	18
2.2.4.1	Amortiguador	19
2.2.4.2	Amortiguadores Monotubo	19
2.2.4.3	Amortiguadores Bitubo	20
2.2.5	Microcontrolador	21
2.2.6	Microcontrolador Arduino	21
2.2.7	Sensor	22
2.2.8	Piezo-electricidad	23
2.2.9	Sensor piezo-eléctrico	24
2.2.10	GPS	24
2.2.11	Aplicaciones del GPS	24
2.2.12	Módulo GPS NEO-6M	26
2.2.13	Módulo Wi-Fi ESP8266	27
2.2.14	Google Maps	28
2.2.15	Google Maps API	29
2.2.16	Sistemas operativos	32
2.2.17	Plataforma Android	33
2.2.18	Android Studio	34
2.3	Marco legal	35
2.3.1	Constitución de la República del Ecuador	35
2.3.2	Codificación de la Ley Orgánica de Régimen Municipal	36
2.3.3	Ley Orgánica de Defensa del Consumidor	36

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

N°	Descripción	Pág.
3.1	Marco Metodológico	38
3.2	Diseño de la investigación	38
3.3	Tipos de investigación	38
3.3.1	Investigación documental	38
3.3.2	Investigación de campo	39
3.4	Población	40
3.5	Muestra	40
3.6	Resultados de la encuesta	41

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA PROPUESTA

N°	Descripción	Pág.
4.1	Evaluación de sensores piezo-eléctricos	51
4.1.1	Anillo piezo-eléctrico PACEline CLP	51
4.1.2	Módulo sensor de vibración SW-420	53
4.1.3	Discos piezoeléctricos	54
4.2	Selección de sensor piezoeléctrico adecuado para desarrollo del prototipo	55
4.3	Diseño del prototipo detector de baches	56
4.4	Establecimiento de nivel de gravedad mediante señal detectada por el sensor	58
4.5	Captura de coordenadas geográficas	59
4.6	Envío de información recolectada desde Arduino a base de datos en MySQL	60

N°	Descripción	Pág.
4.7	Creación de base de datos	61
4.8	Módulo WI-FI ESP8266 para envío de datos	61
4.9	Diseño de aplicación Android para asistencia vehicular	63
4.9.1	Estructura de la aplicación Android	63
4.9.2	Baches	64
4.9.2.1	Formula Haversine para medición de la distancia entre baches	68
4.9.3	Foto	69
4.9.4	Estadísticas	71
4.9.5	Denuncia	72
4.10	Presupuesto	72
4.11	Conclusiones	73
4.12	Recomendaciones	74
	ANEXOS	75
	BIBLIOGRAFÍA	83

ÍNDICE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1	Promedio mensual de temperatura y precipitaciones	4
2	Vehículos matriculados, según uso – año 2016	5
3	Sistema detector de baches	7
4	Vehículos matriculados – año 2016	8
5	Vehículos matriculados, según marcas	11
6	Logotipo street bump y baches 24	14
7	Ballestas	18
8	Comparación amortiguador monotubo-bitubo	20
9	Efecto de piezoelectricidad	23
10	Módulo GPS NEO-6M	27
11	Pines de módulo wifi esp8266	28
12	Cuotas globales de mercado de smartphones	33
13	Género de los participantes en la encuesta	42
14	Rango de edad de los participantes	43
15	Opinión acerca del estado de las calles	44
16	Averías por caer en un bache	45
17	Uso de vehículo	46
18	Indemnización por perjuicios	47
19	Conocimiento de app que alerte de bache en el camino	48
20	Aplicación móvil para denunciar baches	49
21	Creación se sistema detector de baches	50
22	Anillo piezoelectrico PACEline CLP	52
23	Amplificador de carga digital	52
24	Módulo de vibración sw-420	53
25	Características de módulo de vibración sw-420	54

N°	Descripción	Pág.
26	Disco piezoeléctrico	55
27	Circuito 1	57
28	Circuito 2	58
29	Circuito 3	62
30	Menú principal de la aplicación Android	64
31	Actividad baches	65
32	Número de siniestros por provincia	66
33	Número de siniestros por causas probables	67
34	Actividad tomar foto	70
35	Actividad estadísticas	71

ÍNDICE TABLAS

N°	Descripción	Pág.
1	Costos aproximados de reparación para un vehículo tipo sedán	3
2	Ventajas de Arduino en el campo educativo	22
3	Género de los participantes en la encuesta	42
4	Rango de edad de los participantes	43
5	Opinión acerca del estado de las calles	44
6	Averías por caer en un bache	45
7	Uso de vehículo	46
8	Indemnización por perjuicios	47
9	Conocimiento de aplicación móvil que alerte de bache en el camino	48
10	Aplicación móvil para denunciar baches	49
11	Creación se sistema detector de baches	50
12	Pines utilizados del Arduino uno	56
13	Configuración de gravedad de bache según escala	59
14	Material requerido para la construcción del prototipo	72

ÍNDICE ANEXOS

N°	Descripción	Pág.
1	Código de sensor de impacto	76
2	Código de módulo GPS parte 1	77
3	Código de módulo GPS parte 2	78
4	Base de datos	79
5	Causas de siniestros de acuerdo a código	80
6	Formato de la encuesta	81

AUTOR: ROJAS BARRETH VICTOR HUGO
TEMA: DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE
DETECCION DE BACHES PARA ASISTENCIA
VEHICULAR.
DIRECTOR: ELEC. ING. ANDRADE GRECO PLINIO, MBA.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo desarrollar un sistema electrónico detector de baches que captura la latitud y longitud de donde fue detectado y almacena esta información en una base de datos para luego mostrar los marcadores geográficos por medio de un mapa en una aplicación móvil. El prototipo del sistema simula el impacto de un vehículo al caer en un bache a través de un sensor piezo-eléctrico y luego solicita al módulo GPS las coordenadas geográficas, la información es recolectada y procesada por el Microcontrolador Arduino Uno para posteriormente enviar estos datos por comando AT al módulo WiFi y este a su vez a la base de datos. Se utilizó tecnología de software y hardware libre, permitiendo construir un sistema de bajo costo. Para brindar asistencia vehicular mientras el conductor se encuentra manejando se desarrolló una aplicación móvil en Android Studio que utiliza Google Maps para mostrar los marcadores de los baches encontrados y mide la distancia entre la ubicación actual del conductor y los baches, permitiendo así la reproducción de un audio alertando al conductor de la cercanía de un bache de acuerdo a su gravedad alta, media o baja. Por último, la aplicación permite al ciudadano denunciar un bache tomando una fotografía del mismo, y visualizar toda la información de la base de datos, es decir, todos los baches encontrados tanto por el sistema electrónico como por los ciudadanos.

PALABRAS CLAVE: Baches, Sensor piezo-eléctrico, Latitud y Longitud, Comando AT, GPS.

Rojas Barreth Víctor Hugo
C.C 0931141477

Elec. Ing. Andrade Greco Plinio, MBA.
Director del trabajo

AUTHOR: ROJAS BARRETH VICTOR HUGO
SUBJECT: DESIGN OF AN ELECTRONIC POTHOLE DETECTOR
SYSTEM FOR VEHICLE ASSISTANCE
DIRECTOR: EE ANDRADE GRECO PLINIO, MBA.

ABSTRACT

The objective of this research project is to develop an electronic pothole detector system that captures the latitude and longitude of a pothole and stores this information in a database to then display the geographical markers by means of a map in a mobile application. The system prototype simulates the impact of a vehicle falling into a pothole through a piezoelectric sensor and then requests to GPS module for geographic coordinates, the information is collected and processed by the Arduino Uno Microcontroller to later send this data through AT command to WiFi module and this one in turn to the database. Free software and hardware technology was used, allowing to build a low cost system. To provide vehicle assistance while the person is driving, a mobile application was developed in Android Studio that uses Google Maps to show the markers of the potholes found and measures the distance between the driver's current location and the potholes, thus allowing the reproduction of an audio alerting the driver of the proximity of a pothole according to its severity high, medium or low. Finally, the application allows the citizen to report a pothole by taking a photograph of it, and visualize all the information in the database, it means, all the potholes found both by the electronic system and by citizens.

KEY WORDS: Potholes, Piezo-electric Sensor, Latitude and Longitude, AT command, GPS.

Rojas Barreth Víctor Hugo
I.D. 0931141477

EE Andrade Greco Plinio, MBA.
Director of Work

INTRODUCCIÓN

En los tiempos modernos, el desarrollo de una nación se mide por la calidad de sus vías de comunicación y el ordenamiento del tránsito. Las vías son obras estratégicas para el desarrollo, con ejes tan básicos como el turismo, el transporte, la agropecuaria y la industria.

Los beneficios económicos y sociales que genera la construcción de una carretera de manera apropiada y organizada contando con el debido financiamiento para no permitir una para en la construcción de la carretera, sobre todo, cuando conecta zonas con altos potenciales productivos son muy altos.

De hecho, una obra vial bien planificada se traduce en reducciones de los costos operativos de los vehículos, en tiempo y contaminación del ambiente, así como las facilidades para el desplazamiento de los usuarios y en consecuencia menos accidentes y más impulso económico de las zonas por donde atraviesa.

De ahí la importancia de mantener las vías en buen estado, recurriendo a pequeñas reparaciones y mejoras para eliminar las causas de las posibles o existentes fallas, y así evitar la repetición excesiva de los esfuerzos de mantenimiento.

Sin embargo, debido a las condiciones climáticas y el uso constante por parte de los ciudadanos y los trabajadores que prestan servicio de transporte terrestre, se manifiesta un deterioro gradual de las vías, carreteras y caminos resultando en fallas muy conocidas denominadas “baches”.

Mientras la autoridad competente recurre al arreglo del desperfecto surge una pregunta: ¿Cómo puede el conductor disminuir el riesgo de que su vehículo caiga en un bache que, por lo general, resulta difícil de prever?

Mediante este trabajo se pretende desarrollar un sistema de detección de baches que almacene en una base de datos todas las coordenadas geográficas donde se han registrado y, luego el conductor pueda visualizar las ubicaciones en tiempo real en su dispositivo móvil.

A su vez esta base de datos que contiene los registros de todos los baches detectados podrá servir de ayuda para que las autoridades puedan realizar su labor de mantenimiento rutinario y periódico de forma más rápida y eficiente, ya que podrán visualizar y analizar la gravedad y proximidad entre los baches pretendiendo así disminuir el coste de logística, movilización de personal y maquinaria.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En la ciudad de Guayaquil los baches en época de lluvias son un mal recurrente que a menudo provoca tráfico y accidentes, puesto que, los vehículos tienen que reducir la velocidad luego de caer en el bache o muchos conductores en el intento de evitar caer en un hueco frenan intempestivamente o hacen maniobras forzadas, sin pasar por alto que cuando hay lluvia los baches se invisibilizan bajo el agua.

Además provocan daño a los transportes públicos y privados que circulan por las calles y avenidas de la ciudad, provocando pérdidas tanto económicas en los ingresos de los ciudadanos y de tiempo en largas jornadas de reparación al automotor donde los conductores que usan su vehículo como una fuente de trabajo e ingresos son los más perjudicados, ver Tabla 1.

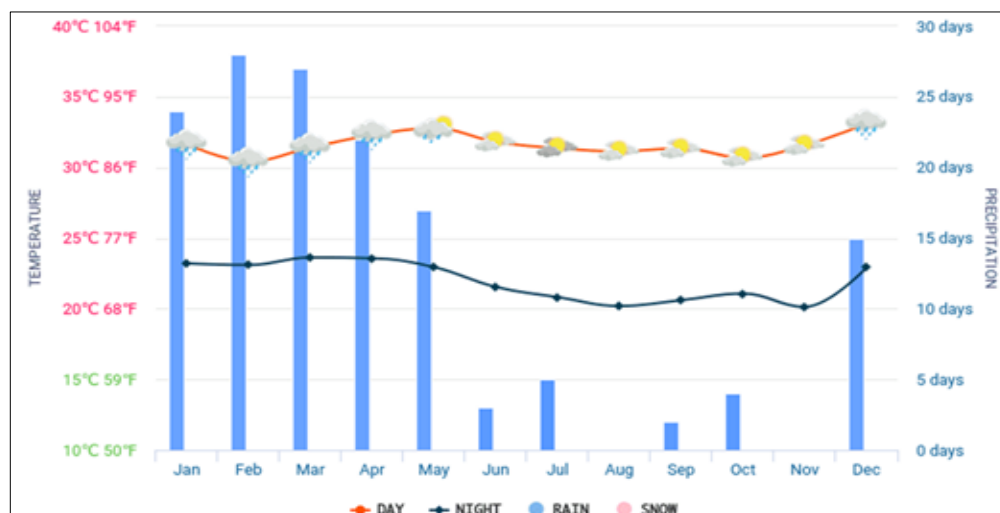
TABLA N° 1
COSTOS APROXIMADOS DE REPARACIÓN PARA UN VEHÍCULO
TIPO SEDÁN

Descripción	Costo
Reparación de Rin	Desde \$800 hasta \$2500
Horquilla	Desde \$1200 hasta \$3000
Amortiguador	Desde \$1200 hasta \$2500
Llanta nueva	Desde \$900 hasta \$2300
Daños en rótulas y terminales	Desde \$3000 hasta \$4000

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

Una de las causas de que se produzcan baches en las vías se debe a que Guayaquil se encuentra en una posición geográfica localizada en la región Costa dentro de la provincia del Guayas donde la temporada invernal está comprendida entre los meses de diciembre a mayo y su clima es cálido y lluvioso resultando en temperaturas que oscilan entre los 23° y 33° C, ver Figura 1.

FIGURA N° 1
PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIONES
(GUAYAQUIL)



Fuente: hikersbay.com

Elaboración: Investigación Directa

De acuerdo a (Arq. Leonardo García, 2003) La combinación de agua no drenada, los cambios de temperatura debido al clima, diseño incorrecto de las mezclas asfálticas y el material asfáltico como cubrimiento general en la mayoría de calles resulta en agrietamientos y huecos profundos que en época de lluvia se agudizan.

Se le añade también el deterioro de las vías debido a la masiva afluencia de vehículos que circulan por una de las ciudades más pobladas del Ecuador y que debido al comercio existe la necesidad de que cada día miles de personas se trasladen de un lugar a otro.

Por esta razón es importante diseñar un sistema electrónico que localice geográficamente los baches encontrados en las calles y avenidas de la ciudad de Guayaquil para luego mostrar las coordenadas a los usuarios, de tal forma que sean alertados y puedan desviarse del camino o atenuar el impacto.

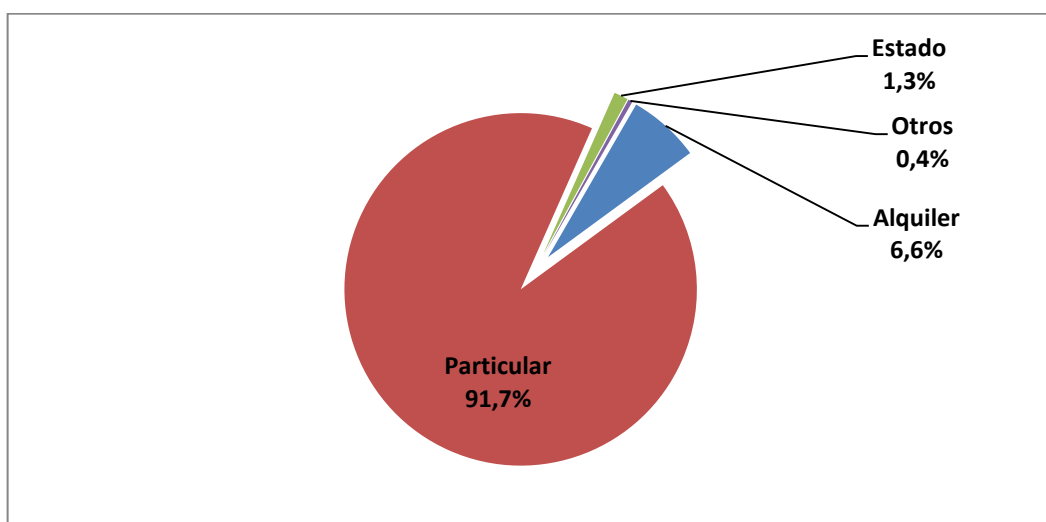
1.2 Formulación del problema

¿Cómo este sistema de detección de baches ayudará a las autoridades competentes a reparar los desperfectos en las vías y brindará asistencia en tiempo real al conductor para prevenir daños al caer en un bache?

1.3 Sistematización del problema

Los daños producidos por un bache en los vehículos producen pérdidas económicas y de tiempo a los conductores, especialmente los que prestan servicio de transporte terrestre como buses urbanos y taxis tanto convencional como informal, ver Figura 2.

FIGURA N° 2
VEHÍCULOS MATRICULADOS, SEGÚN USO – AÑO 2016



Fuente: INEC

Elaboración: Investigación directa

En la categoría Alquiler, de acuerdo a la figura se refiere a buses urbanos, interprovinciales, intercantonales, taxis, camionetas y camiones de alquiler mientras que, en la categoría Otros se encuentran en conjunto los Municipios, Gobiernos Seccionales y Otros no clasificados.

Siendo estas las personas más afectadas, puesto que, circulan diariamente por las vías de la ciudad, se pretende elaborar un sistema de bajo costo que pueda ayudar al conductor a prevenir o evitar la caída en algún bache hasta que las autoridades arreglan el problema vial y también a las autoridades encargadas para que puedan localizar y solucionar rápidamente los fallos.

Dentro de este trabajo de titulación se necesita dar respuesta a las siguientes interrogantes:

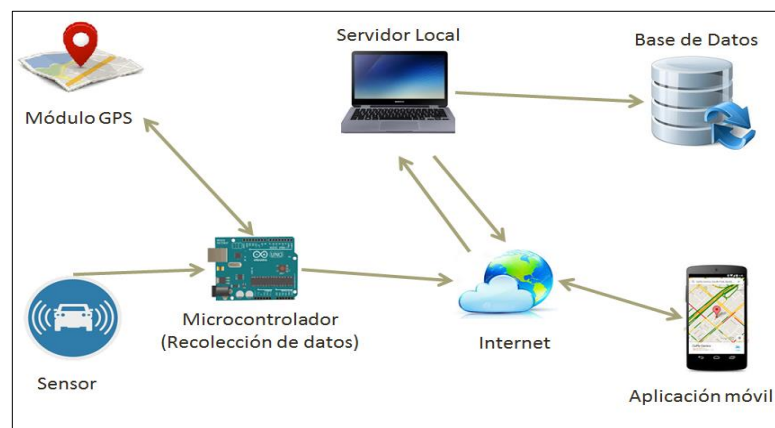
- ¿Cómo se evaluará el sensor más efectivo para la detección de baches?
- ¿Cómo se establecerá una escala o nivel de gravedad del bache mediante la señal detectada por el sensor?
- ¿Qué tipo de módulo GPS será usado para este proyecto?
- ¿Cómo se logrará que la interfaz gráfica pueda realmente asistir al usuario mientras se encuentra conduciendo?
- ¿Cómo se demostrará la validez y el correcto funcionamiento del sistema?

1.4 Objeto de la investigación

El objeto de esta investigación es el diseño de un sistema electrónico que detecte baches al momento que un vehículo cae en uno de ellos, esta arquitectura de dispositivos electrónicos, mediante un micro-controlador como punto central, receptará una señal de detección dada por un sensor ubicado en un punto estratégico del automotor que se

activará cuando el vehículo impacte en un bache, y automáticamente el micro-controlador pida a un módulo GPS las coordenadas del lugar donde fue generada la señal. Luego, se analizarán los datos para mostrarlos en una interfaz gráfica que pueda así brindar asistencia vehicular al conductor, ver Figura 3.

FIGURA N° 3
SISTEMA DETECTOR DE BACHES



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un sistema electrónico de detección de baches para asistencia vehicular en las calles de la ciudad de Guayaquil.

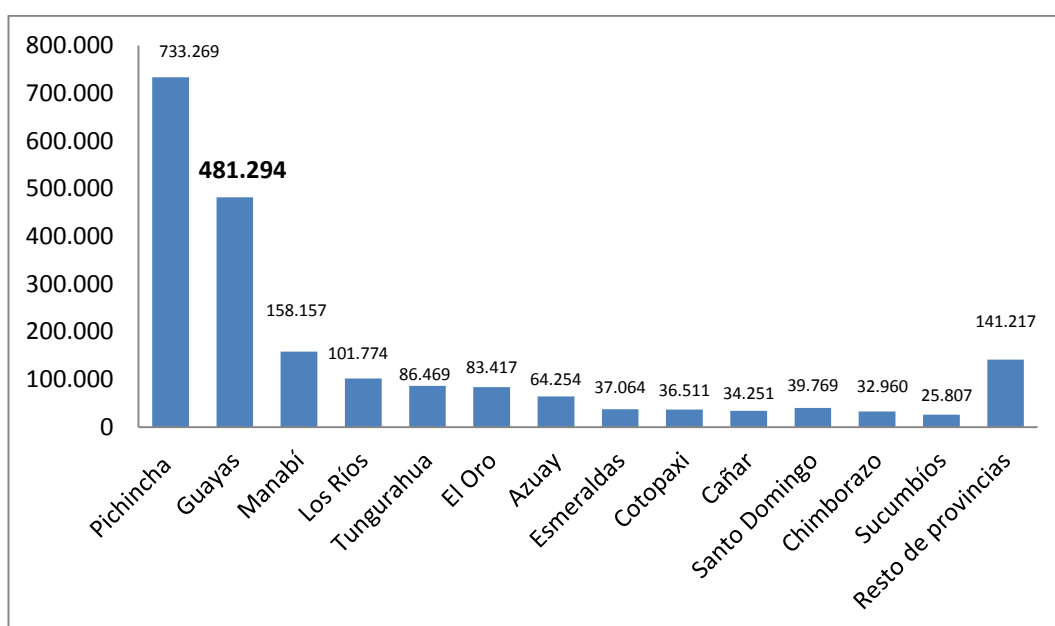
1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar sensores de vibración e impacto existentes en el mercado.
- Enlazar la detección de impacto a un módulo GPS para la captura de coordenadas geográficas.
- Generar una base de datos con las coordenadas capturadas en cada bache.

1.6 Justificación e importancia

Según (INEC, 2016) en la provincia del Guayas se registró un total de 481.294 vehículos que representaron un 23,4% del total nacional de vehículos matriculados, ver Figura 4.

FIGURA N° 4
VEHICULOS MATRICULADOS – AÑO 2016
TOTAL NACIONAL: 2.056.213



Fuente: INEC

Elaboración: Investigación Directa

También, según El Telegrafo (2018) la ATM (Autoridad de Tránsito Municipal) al momento cifra a unos 10.500 taxis convencionales y a entre 800 y 900 ejecutivos, mientras que en el sector cantonal comprendido en Durán y Daule existen 2.200 unidades llamadas “Taxis rutas” que prestan un servicio comunitario y se trasladan a la ciudad de Guayaquil desde otras zonas cantonales vecinas.

En cuanto al transporte público es importante añadir que según (El Universo, 2018) en total en la ciudad circulan 2.600 buses urbanos, y debido a la falta de empleo que se manifiesta en el país, cada vez hay

más ciudadanos que optan por prestar el servicio de taxista de manera informal generando más afluencia de vehículos en las calles produciendo un deterioro más rápido de las vías.

Como resultado se manifiesta el agrietamiento y fallas de las calles que por ende causan serios daños a los vehículos como por ejemplo, el daño a los neumáticos, rines, la dirección y suspensión, además de la alineación de las ruedas.

Por lo general, las autoridades esperan el término de la época de lluvias para iniciar los procesos de arreglo, mejoramiento y remodelación, pero durante ese tiempo se necesita proveer una ayuda al conductor para que pueda prever o detectar los baches, es decir, un sistema que brinde asistencia vehicular en tiempo real.

El proyecto podrá servir de ayuda para el Municipio de Guayaquil, pues es un aporte para mejorar el servicio que brinda la Agencia de tránsito municipal (ATM) y a la vez una ayuda directa a los ciudadanos entre ellos el gremio de taxistas y choferes de buses urbanos que circulan diariamente por las transitadas calles de Guayaquil.

1.7 Delimitación del tema

1.7.1 Delimitación espacial

El trabajo se llevará a cabo de manera local en una vivienda, donde se realizarán las pruebas de los sensores a utilizar para detectar impactos que puedan simularse a un bache en la vida real y, en lo relacionado a la recepción de coordenadas mediante el módulo GPS, no se prevé un lugar determinado ya que se realizaran pruebas en varias locaciones para verificar la exactitud del módulo.

1.7.2 Delimitación temporal

El desarrollo del trabajo tiene un tiempo establecido alrededor de 5 a 6 meses. La recopilación de los datos obtenidos y el análisis que se le haga determinarán el periodo de tiempo exacto que se tome para culminar el proyecto. En el transcurso de este tiempo se realizará investigación y verificación de los resultados para determinar las recomendaciones y conclusiones pertinentes.

1.7.3 Alcance

Se pretende clasificar la gravedad del bache de acuerdo a los rangos de vibración o impacto, esto ayudará a que las autoridades arreglen los fallos por prioridad tomando a los baches de gravedad alta como los primeros para ser reparados.

Se consultarán las coordenadas obtenidas en la base de datos con el propósito de localizar los baches cercanos al usuario y de esta manera alertar al conductor a tiempo para que prevenga y evite algún daño en su vehículo por caer en un bache.

Además, se realizará una muestra de las coordenadas a través de una aplicación móvil. De esta manera se pretende que cualquier ciudadano tenga acceso a la información almacenada y mediante el móvil reciba la alerta de un posible bache cercano a su ubicación.

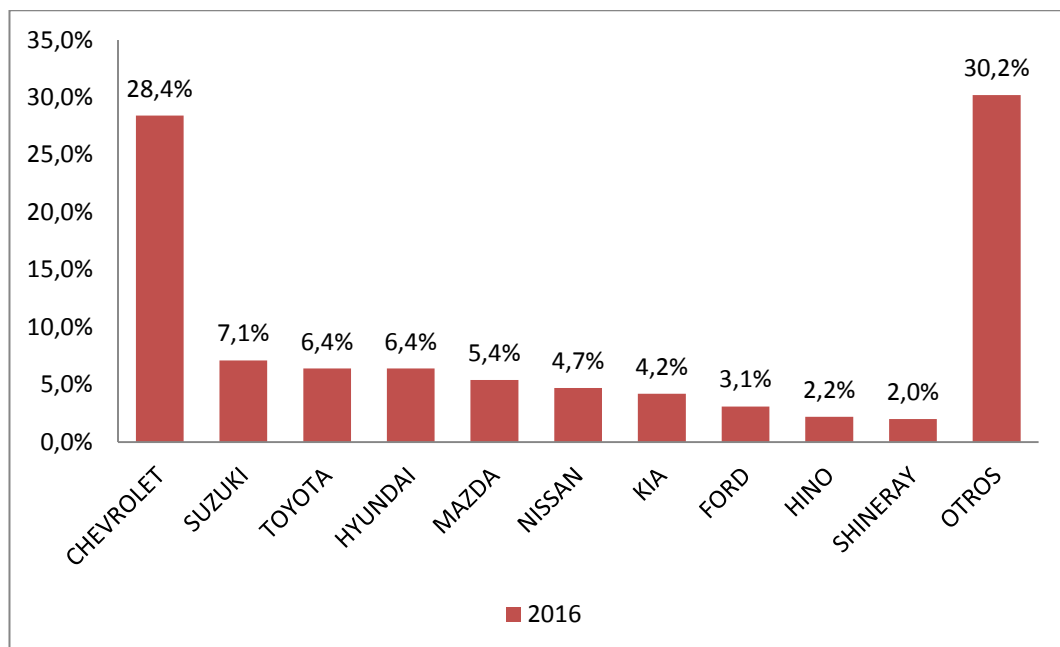
1.7.4 Limitaciones

Una de las limitaciones que se presenta al momento de diseñar el presente proyecto es el costo de los componentes de acuerdo a sus características, en este prototipo se requiere del uso de un sensor de vibración (piezo-eléctrico) para detectar el impacto del vehículo al caer en

un bache, por lo que para una eficiente medición de datos se necesita de sensores con mayor precisión siendo esta la causa de los altos costos.

Destacar también que los Newtons de fuerza que recibirá el sensor al caer el vehículo en un bache son altos. Si se considera esta situación se tiene que la marca de automóvil más usada en el país es la Chevrolet, ver Figura 5.

FIGURA N° 5
VEHICULOS MATRICULADOS, SEGÚN MARCAS
AÑO 2016



Fuente: INEC

Elaboración: Investigación Directa

Según (Patio Tuerca, 2015) el modelo Aveo Activo se encuentra entre los 5 modelos más vendidos por la marca Chevrolet en el Ecuador. Un automóvil Aveo Family del mencionado modelo, tiene un peso bruto vehicular de 1365 kg, ver Anexo.

Con este dato se puede comprender el peso aproximado que soportarían los componentes del tren delantero de un vehículo al caer en un bache, que según la velocidad podría disminuir como también

aumentar. Por esta razón se requeriría de un sensor que pueda resistir todo esta fuerza de impacto.

Además, para la detección de coordenadas se necesita de igual manera de un módulo GPS que tenga una mayor fiabilidad y exactitud de las coordenadas detectadas. Por lo tanto, para evitar altos costos se buscará la manera de construir el prototipo con poca inversión.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Para contrarrestar el daño que producen los baches en los vehículos y el congestionamiento del tránsito, países como México y Estados Unidos han intentado valerse de la tecnología para localizar y denunciar a las autoridades las irregularidades que se encuentran en las vías.

Una de las formas es por medio de aplicaciones para móviles donde se toma una foto del bache y automáticamente mediante el GPS incorporado en el Smartphone se envían las coordenadas a una base de datos, esta información es usada por las autoridades para luego iniciar las reparaciones.

En el caso de México a mediados del año 2016 se desarrolló e implementó una aplicación móvil que es parte del programa Bache 24, cuyo objetivo es atender en un plazo mayor a 24 horas los reportes realizados por los ciudadanos con respecto a baches ubicados en la red vial.

Este programa fue impulsado por el jefe de gobierno de la ciudad de México para dicha ciudad y buscaba garantizar la seguridad vial y peatonal de los habitantes a través de un sistema de bacheo eficiente, a la vez que utilizaba la tecnología para mejorar la calidad del servicio vial.

En cambio, las autoridades municipales de la ciudad de Boston en Estados Unidos probaron con una aplicación para iOS denominada Street

Bump que, de forma parecida a la anterior, permite a los conductores reportar automáticamente los baches al gobierno ciudadano en cuanto se detecte uno en la vía.

Sin embargo, a diferencia de Bache 24 esta aplicación es independiente del usuario al momento de detectar el bache, debido a que, al encender la aplicación el programa automáticamente - utilizando el acelerómetro del teléfono – percibe el movimiento brusco causado por el tropiezo del vehículo en un bache.

FIGURA N° 6
LOGOTIPO STREET BUMP Y BACHES 24



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

Por otro lado, la ciudad de Guayaquil no posee un programa o sistema de detección y reporte de baches, como resultado se recurre a la ayuda de los ciudadanos para localizar los que estén dañando vehículos o retrasando el tránsito vehicular, en muchas ocasiones estas denuncias son enviadas vía redes sociales a las cuentas oficiales de las instituciones encargadas o valiéndose de los medios de televisión los moradores del sector afectado manifiestan su descontento.

Con las respectivas denuncias la autoridad competente se encarga de arreglar el daño. Por lo general, el periodo de tiempo entre la denuncia y el arreglo de la vía tarda semanas y en muchos casos hasta meses.

Debido a esto, se necesita de un sistema que detecte baches automáticamente sin la ayuda de los ciudadanos y que brinde asistencia vehicular mientras el conductor transita por las vías alertándolo cuando se encuentre en una zona donde se ha localizado un desperfecto.

Además, se requiere de una base de datos que aloje todas las coordenadas resultantes de los baches detectados, para que dicha información sea revisada directamente por la autoridad que está encargada del arreglo de las vías y recurra con prontitud a reparar el daño.

En efecto, el sistema debe simultáneamente guardar las coordenadas de un bache detectado y asistir al conductor para que al pasar por una calle, avenida o carretera, pueda evitar que el automotor se dañe por el impacto de un bache en el camino.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Baches

Según (Pinos, 2014) el bache es una falla común en las carpetas de hormigón asfáltico, básicamente es la pérdida de la carpeta en un lugar puntual de la superficie de rodamiento, que se da por diversos factores relacionados con la calidad de la capa inferior, la filtración de agua o el progreso de la oxidación de los agregados pétreos que se conocen comúnmente como “piel de cocodrilo”.

Todos estos daños que se dan en la superficie del pavimento, producen una serie de inconvenientes como descomposturas de carros, congestionamiento del tránsito vehicular, accidentes peatonales, desprendimiento de pedazos del asfalto, entre otros. Por lo consiguiente, los baches son fallos muy comunes en las ciudades que tienen una gran

cantidad de población y también un gasto para la institución municipal que debe reparar estos desperfectos año a año.

2.2.2 Sistema de suspensión

Según (Hernando, 2010) la función principal del sistema de suspensión, en un vehículo automóvil, es absorber las reacciones producidas en las ruedas al pasar sobre las irregularidades del terreno evitando que se transmitan a la carrocería, asegurando, de esta forma, la comodidad del conductor y de los pasajeros del vehículo.

También, al mismo tiempo, asegurar el contacto de las ruedas con el suelo para obtener una estabilidad y direccionalidad del vehículo que permita al conductor y sus ocupantes tener un alto grado de seguridad en los desplazamientos realizados.

Al momento que el vehículo circula por la vía, especialmente una vía que presenta desperfectos o fallas en el pavimento, los neumáticos absorben los golpes que luego se transmiten al vehículo por medio de los elementos de unión.

La elasticidad de los neumáticos hace que absorba los impactos menores mientras que, los impactos grandes deben ser absorbidos por la unión elástica del sistema de suspensión para evitar que el fuerte impacto se transmita al vehículo.

2.2.3 Elementos de un sistema de suspensión

El sistema de suspensión se compone por un elemento flexible o elástico y un elemento amortiguador, el objetivo de estos dos elementos es de neutralizar las oscilaciones de la masa suspendida originada por los elementos flexibles al adaptarse a las fallas de las vías. A continuación,

se describen los distintos componentes que forman el sistema de suspensión en la mayoría de los automóviles.

2.2.3.1 Neumáticos

Una de las principales funciones que cumple el neumático dentro del funcionamiento de un vehículo es aguantar el peso y permitir que el pavimento o calzada tenga un excelente contacto por adherencia y fricción.

Según (Mora, 2002) los neumáticos son un componente fundamental de cualquier vehículo. La totalidad de los movimientos de aceleración, frenado y virajes de un vehículo se transmiten al suelo a través de cuatro superficies de poco más de 200 cm^2 que constituyen las áreas de contacto entre el neumático y el suelo de la calzada.

Del neumático depende que una buena parte de la rueda pueda realizar sus funciones principales como tracción, dirección, amortiguación de golpes, estabilidad y soporte de carga. Por esta razón, el estado del neumático debe ser sin fisuras, cortes y la presión de inflado tiene que ser la adecuada.

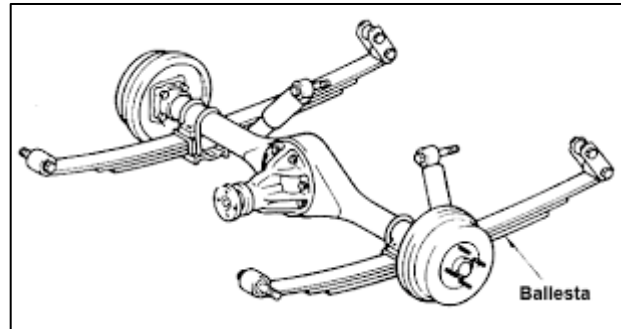
2.2.3.2 Ballestas

Las Ballestas o muelles de hojas superpuestas, son resortes conformados por láminas de acero de material especial, estos elementos trabajan a flexión y sirven como elemento de unión entre el eje y el bastidor.

En la actualidad son usados para suspensiones de vehículos pesados y en los ejes posteriores de vehículos livianos de carga. Las ballestas se componen por una serie de hojas de acero elástico, unidas

por el centro, formando un conjunto elástico y de gran resistencia a la rotura.

FIGURA N° 7
BALLESTAS



Fuente: e-ducativa.catedu.es
Elaboración: Investigación Directa

2.2.3.3 Muelles helicoidales

Los muelles al igual que las ballestas tienen el mismo propósito que es absorber las irregularidades del terreno. La ventaja del resorte helicoidal sobre la ballesta es la ausencia casi total de fricción interna, lo que permite confiar la absorción de energía al amortiguador, mucho más fácil de controlar.

Los muelles helicoidales son mucho más eficientes en su función de almacenar energía, también ahorran espacio, tienen poco peso y no precisan mantenimiento.

2.2.4 Elementos de amortiguación de la suspensión

Los elementos de amortiguación son los elementos encargados de devolver al resorte a su posición de equilibrio en el mínimo tiempo posible, absorbiendo la energía cinética transmitida a la masa suspendida y reduciendo el tiempo en que varía la carga sobre los neumáticos limitando las oscilaciones que se producen en el movimiento de los elementos

elásticos de la suspensión. Sin este amortiguamiento una vibración persistiría indefinidamente.

2.2.4.1 Amortiguador

El principio de funcionamiento del amortiguador es sencillo: un pistón unido a la carrocería a través de un vástago de fijación desliza en el interior de un cilindro unido a la rueda y lleno de un fluido (aceite o gas). Una serie de orificios calibrados en el pistón permiten el paso del fluido entre las dos cámaras en que queda dividido el cilindro, frenando así la oscilación de la carrocería.

Con respecto a la automoción existen dos tipos de amortiguadores hidráulicos telescópicos que son los más utilizados, los de doble tubo y los de un tubo. Ambos tipos de amortiguadores serán detallados más a fondo a continuación.

2.2.4.2 Amortiguadores Monotubo

Los amortiguadores monotubo constan de dos cámaras principales. Una contiene aceite y el otro gas a presión y están separadas por un pistón flotante que no posee válvulas, al contrario que el pistón principal.

En este tipo de amortiguadores, cuando el vástago penetra en el interior del cuerpo del amortiguador ocupa un espacio en el interior de la cámara de aceite que se compensa con una cámara de volumen variable, generalmente llena de gas presurizado a presión. Mediante el pistón flotante se consiguen dividir las dos cámaras.

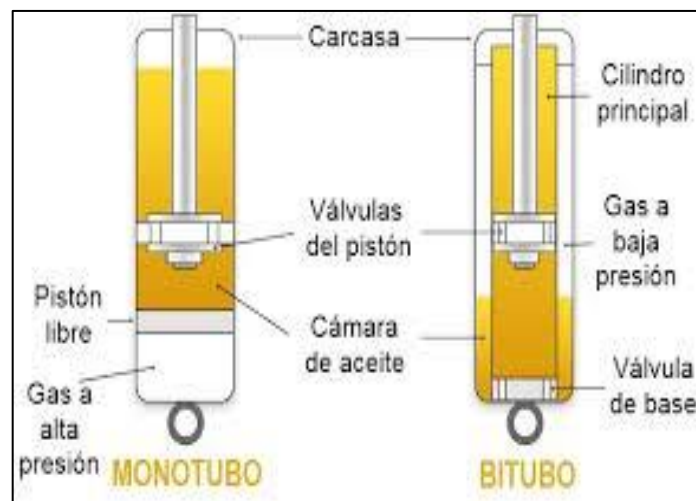
Al empujar el vástago, la presión que ejerce el aceite sobre dicho pistón flotante hace que la zona del gas se comprima, aumentando la presión a ambos lados (gas y aceite). A su vez, el aceite se ve obligado a

pasar a través de las válvulas del pistón principal. La fuerza de amortiguamiento viene dada por la resistencia que oponen dichas válvulas al paso del aceite.

2.2.4.3 Amortiguadores Bitubo

Los amortiguadores bitubo están formados por dos cámaras que se dividen en una de reserva y otra interior. Existen válvulas en el pistón y en la base del amortiguador, denominada válvula de pie. Pueden ser presurizados o no presurizados, en el caso de los presurizados utilizan aceite o gas.

FIGURA N° 8
COMPARACIÓN AMORTIGUADOR MONOTUBO-BITUBO



Fuente: rodiautosport.es
Elaboración: Investigación Directa

En este tipo de amortiguadores, cuando el vástago penetra en el interior del cuerpo del amortiguador, el aceite contenido en la cámara interior fluye sin resistencia a través de los orificios del pistón hacia el espacio generado al otro lado del mismo.

Simultáneamente, una cierta cantidad de aceite se ve desplazada debido al volumen ocupado por el vástago en la cámara interior. Este

aceite forzosamente pasa por la válvula de pie hacia la cámara de reserva (llena de gas en caso de los presurizados). La fuerza de amortiguamiento viene dada por la resistencia que impone la válvula de pie al paso del aceite.

2.2.5 Microcontrolador

Un micro controlador es un sistema computacional pequeño usado para propósitos con un uso de energía reducido así como también de memoria. Un micro controlador consiste de un microchip fijado a un circuito impreso con funcionalidades para leer y escribir datos, así como de memoria y pines de entrada y salida de datos.

2.2.6 Microcontrolador Arduino

El micro controlador Arduino es usado comúnmente en el área de la electrónica, arte y diseño, capaz de crear proyectos y trabajos creativos como una herramienta programable de código abierto. Este micro controlador puede manejar sensores, LEDs, motores, y otros componentes.

Las placas Arduino pueden leer entradas como por ejemplo encender un LED o enviar un mensaje en Twitter y convertirlo en una salida como por ejemplo activar un motor o reproducir un sonido. Todas estas instrucciones son enviadas al micro controlador y para ello utiliza el lenguaje de programación Arduino y el software Arduino (IDE) que se basa en el procesamiento.

Aunque existen otros microcontroladores en el mercado disponibles para la informática física, Arduino ofrece algunas ventajas para los profesores, estudiantes y aficionados interesados sobre estos sistemas, ver Tabla 2.

TABLA N° 2
VENTAJAS DE ARDUINO EN EL CAMPO EDUCATIVO

Ventajas	Descripción
Económico	En comparación con otras plataformas de micro controladores las placas Arduino son relativamente más económicas, teniendo un coste de menos de \$50.
Multiplataforma	El software de Arduino (IDE) se ejecuta en Windows, Macintosh OS X, y Linux.
Hardware de código abierto y extensible	Todos los planes que se realizan en los paneles Arduino se publican bajo una licencia de Creative Commons, por lo que los diseñadores experimentados de circuitos pueden crear su propia versión del módulo, ampliarlo y mejorarlo.

Fuente: Investigación Directa
 Elaboración: Rojas Barreth Víctor

2.2.7 Sensor

Un sensor es un dispositivo que responde a un estímulo físico como calor, luz, sonido, presión, magnetismo o un movimiento particular y transmite un impulso resultante como para medir u operar un control. (Webster)

Los sensores se usan hoy en casi todas partes. Las armas de radar disparan las microondas de los automóviles en movimiento. Una alarma antirrobo puede usar un fotosensor para detectar cuándo se ha roto un

rayo de luz, o puede usar onda de sonido ultrasónicas que rebotan contra objetos en movimiento.

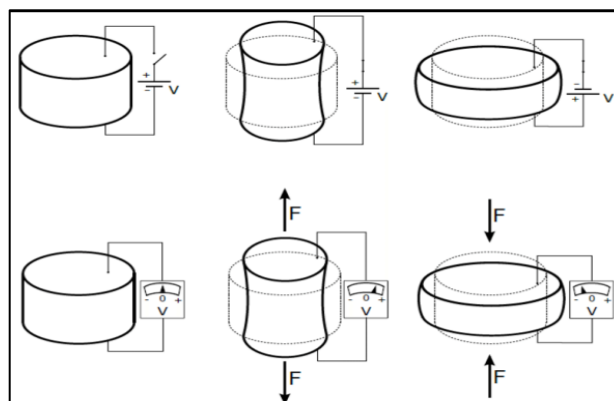
Aún otros sensores pueden detectar presión como los barómetros o productos químicos como alcoholímetros y detectores de humo. Los buscadores de postes, utilizados por los carpinteros para localizar postes de madera debajo de una pared, pueden emplear imanes o radares.

También puede expresarse que un sensor es un dispositivo electrónico que convierte una forma de energía en otra y su área de aplicación se esparce por la industria automotriz, industria de manufactura, industria aeroespacial, robótica, medicina, etc.

2.2.8 Piezo-electricidad

La piezoelectricidad es un fenómeno exhibido por cristales no centro-simétricos por los que una polarización eléctrica (es decir, carga) se induce en el material bajo la aplicación de estrés o presión. Contrariamente, es el desarrollo de una tensión inducida que es directamente proporcional a un campo eléctrico aplicado. (James F. Tressler, 1998)

FIGURA N° 9
EFFECTO DE PIEZOELECTRICIDAD



Fuente: www.researchgate.net
Elaboración: Investigación Directa

2.2.9 Sensor piezo-eléctrico

Los sensores piezo-eléctricos están caracterizados por tener un elemento de transducción hecho de un material piezo-eléctrico. Son también llamados sensores activos porque, en principio, no hay necesidad de energía externa para obtener una señal de salida. (Gautschi, 2002)

En la mayoría de los sensores pasivos, existe una clara distinción entre el elemento sensor y el elemento de transducción. En los sensores piezo-eléctricos, el elemento sensor así como el de transducción son usualmente uno solo.

Se puede concluir que un sensor piezoeléctrico es un dispositivo que utiliza el efecto piezoeléctrico para medir presión, aceleración, tensión o fuerza; transformando las lecturas en señales eléctricas.

2.2.10 GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de localización, diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines militares para proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo; operativo desde 1995 utiliza conjuntamente una red de ordenadores y una constelación de 24 satélites para determinar por triangulación, la altitud, longitud y latitud de cualquier objeto en la superficie terrestre. (GPS.gov)

2.2.11 Aplicaciones del GPS

Son múltiples los campos de aplicación de los sistemas de posicionamiento tanto como sistemas de ayuda a la navegación, como en modelización del espacio atmosférico y terrestre o aplicaciones con requerimientos de alta precisión en la medida del tiempo. A continuación

se detallan algunos de los campos civiles donde se utilizan en la actualidad sistemas GPS:

- 1) Estudio de fenómenos atmosféricos. Cuando la señal GPS atraviesa la troposfera el vapor de agua, principal causante de los distintos fenómenos meteorológicos, modifica su velocidad de propagación. El posterior análisis de la señal GPS es de gran utilidad en la elaboración de modelos de predicción meteorológica.
- 2) Localización y navegación en regiones inhóspitas. El sistema GPS se utiliza como ayuda en expediciones de investigación en regiones de difícil acceso y en escenarios caracterizados por la ausencia de marcas u obstáculos.
- 3) Sistemas de alarma automática. Existen sistemas de alarma conectados a sensores dotados de un receptor GPS para supervisión del transporte de mercancías tanto contaminantes de alto riesgo como perecederos (productos alimentarios frescos y congelados). En este caso la generación de una alarma permite una rápida asistencia al vehículo.
- 4) Navegación y control de flotas de vehículos. El sistema GPS se emplea en planificación de trayectorias y control de flotas de vehículos. La policía, los servicios de socorro, las centrales de taxi, los servicios de mensajería, empresas de reparto, etc. Organizan sus tareas optimizando los recorridos de las flotas desde una estación central.
- 5) Navegación desasistida de vehículos. Se están incorporando sistemas DGPS como ayuda en barcos para maniobrar de forma precisa en zonas de intenso tráfico, en vehículos autónomos terrestres que realizan su actividad en entornos abiertos en tareas

repetitivas, de vigilancia en medios hostiles (fuego, granadas, contaminación de cualquier tipo) y en todos aquellos móviles que realizan transporte de carga, tanto en agricultura como minería o construcción.

2.2.12 Módulo GPS NEO-6M

El módulo GPS NEO-6M modelo GY-GPSMV2 consta de un chip receptor NEO-6M de la marca U-blox, los dispositivos NEO-6 son una familia de receptores que pueden ser conectados con facilidad a un autónoma o procesador como Arduino.

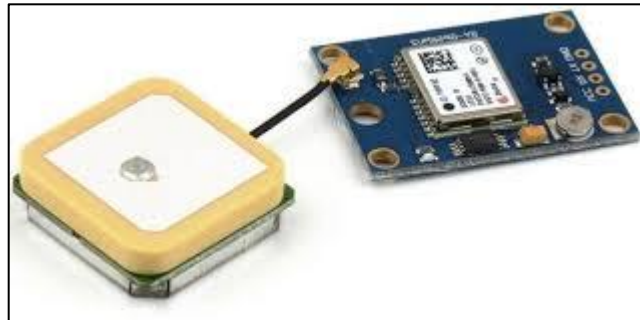
El módulo GPS NEO-6 dispone de interfaces de comunicación UART, SPI, DDC y USB, también soporta los protocolos NMEA, UBX binary y RTCM.

La familia GPS NEO-6 está diseñada para tener un pequeño tamaño, coste y consumo. La intensidad de corriente necesaria es de unos 37mA en modo de medición continuo, incluye una antena de cerámica que se conecta directamente en la PCB del módulo. La PCB contiene conectores tanto para la alimentación como para la transmisión y recepción de datos, especificados por las iniciales Vcc, Tx, Rx y GND para tierra.

El voltaje de alimentación que soporta este módulo es de 3-5 V, frecuentemente se encuentran integrados en módulos que incorporan la electrónica necesaria para conectarla de forma sencilla a un Arduino.

El módulo GPS tiene un tiempo de encendido cold y warm de unos 30 segundos y en hot de 1 segundo. La frecuencia máxima es de 5 Hz, la precisión en posición es de 2.5m, en velocidad de 0,1m/s y en orientación 0.5°, valores muy aceptables para un sistema de posicionamiento GPS. (Llamas)

FIGURA N° 10
MÓDULO GPS NEO-6M



Fuente: electronilab.com
Elaboración: Investigación directa

2.2.13 Módulo Wi-Fi ESP8266

El módulo ESP8266 es un chip integrado con conexión Wi-Fi y compatible con el protocolo TCP/IP, el objetivo principal de este módulo es dar acceso a cualquier micro controlador a una red.

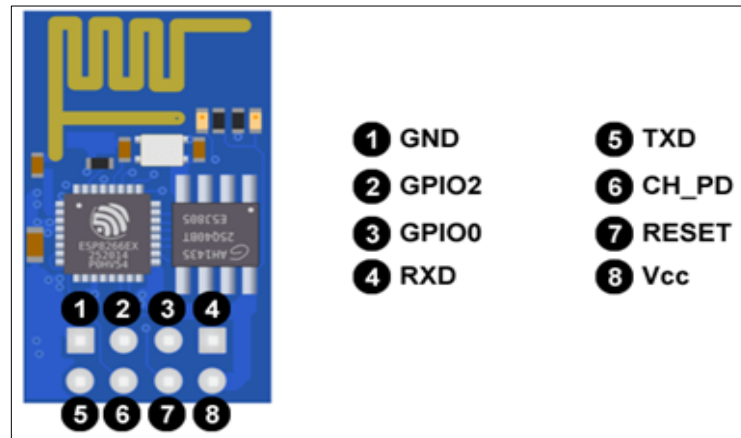
En la actualidad se vive una verdadera revolución del mundo de los objetos conectados, a esta tendencia se le conoce como el IoT (Internet of Things) y los beneficios que lleva consigo a la población civil son incalculables, ya que hoy en día todos queremos estar conectados sin importar en que región o lugar nos encontremos.

Este módulo es comúnmente usado en automatización del hogar, casas inteligentes, cámaras IP, redes de sensores y como ya se mencionó para el Internet de las cosas común como también para el sector industrial.

Una de las restricciones de este módulo es el trabajo con 3.3 V ya que si se utiliza un voltaje mayor el módulo se quemaría. No solamente soporta el protocolo TCP/IP sino también otros protocolos como el UDP/HTTP/FTP. Además, la codificación del módulo se logra mediante comandos AT o con el uso de librerías creadas por la comunidad de desarrolladores.

A continuación en la Figura 11 se puede visualizar los puertos del módulo para propósito general.

FIGURA N° 11
PINES DE MODULO WIFI ESP8266



Fuente: prometec.com

Elaboración: Investigación Directa

2.2.14 Google Maps

Es un servicio de aplicaciones que proveen el uso de mapas tanto para páginas web como para aplicaciones móviles pertenecientes a la empresa Alphabet Inc. Entre las variedades que ofrece el servicio se encuentran el uso de imágenes de mapas desplazables, fotografías por satélite del mundo así como la ruta entre diferentes ubicaciones o imágenes a pie de calle.

Google Maps está programado en JavaScript, la visualización del mapa al momento que el usuario interactúa al moverlo se baja desde el servidor, en el caso de buscar un negocio la ubicación se marca por un indicador en forma de pin el cual es una imagen en formato PNG sobre el mapa.

Las coordenadas de Google Maps se basan en el sistema WGS84 (Sistema Geodésico Mundial, 1984) que es un sistema de coordenadas geográficas que permite localizar cualquier punto en la tierra sin necesitar

otro de referencia, donde se muestra la latitud y la longitud, positiva para Norte y Este, negativa para Sur y Oeste.

2.2.15 Google Maps API

Google Maps API permite a los usuarios de Google Maps incluido los desarrolladores de aplicaciones webs y móviles acceder a los datos locales de los servidores de Google para adquirir información acerca de los mapas del mundo.

Es comúnmente usado para crear aplicaciones personalizadas donde se requiera la muestra de un mapa específico o las coordenadas de algún punto en concreto, proveyendo al desarrollador la libertad de georeferenciar indicadores de lugares tales como negocios, edificios, casas, estaciones tanto de trenes como de buses o rutas para la localización de los usuarios en tiempo real. (Google)

Dentro de las Apis que provee Google se encuentran 17 resultados:

- 1) API de direcciones: permite acceder al enrutamiento de conducción, ciclismo, senderismo y transporte público utilizando una solicitud HTTP. Se ofrece la posibilidad de modificar una ruta por medio de una ubicación específica especificando orígenes, destinos y waypoints como cadenas de texto o como coordenadas de latitud y longitud.
- 2) Matriz de distancia API: permite acceder a la distancia y al tiempo de viaje para una matriz de orígenes y destinos. La información que es devuelta se basa en la ruta recomendada entre los puntos de inicio y fin y consta de filas que contienen valores de duración y distancia para cada par.

- 3) API de geodecodificación: permite convertir direcciones en coordenadas geográficas, que se pueden usar para colocar marcadores o posicionar el mapa. Esta API también permite convertir coordenadas geográficas en una dirección.
- 4) API de geolocalización: permite encontrar una ubicación y un radio de precisión basado en información de cosas como torres de telefonía móvil y puntos de acceso WiFi que un cliente móvil puede detectar. Su utilización es adecuada cuando el GPS no se puede usar o no es apropiado para lo que se requiere.
- 5) API de elevación de mapas: permite consultar todas las ubicaciones en la superficie de la tierra, incluidas las ubicaciones de profundidad en el fondo del océano (que arrojan valores negativos). Las solicitudes de muestra están disponibles para los datos de elevación a lo largo de las rutas, lo que permite el cálculo del cambio de elevación a lo largo de las rutas.
- 6) Maps Embed API: permite colocar un mapa interactivo o panorama de Street View en un sitio web con una simple solicitud HTTP.
- 7) Maps JavaScript API: permite agregar un mapa a un sitio web, proporcionando imágenes y datos locales de la misma fuente que Google Maps. Permite también diseñar el mapa según las necesidades del desarrollador y visualizar sus propios datos en el mapa, incluso permite utilizar servicios como la geocodificación y las indicaciones.
- 8) Maps SDK para Android e iOS: permite agregar mapas basados en datos de Google Maps a una aplicación de Android o iOS. El SDK (Kit de Desarrollo de Software) maneja automáticamente el acceso a los servidores de Google Maps, la visualización del mapa y la respuesta a los gestos del usuario, como los clics y los arrastres.

- 9) API estática de Maps: permite colocar una imagen de Google Maps en una página web sin requerir JavaScript o cargar una página dinámica. Este servicio crea su mapa en función de los parámetros de URL enviados a través de una solicitud HTTP estándar y devuelve el mapa como una imagen.
- 10) API de lugares: permite obtener datos de la misma base de datos utilizada por Google Maps. Dentro de la base de datos se encuentran más de 100 millones de empresas y puntos de interés que se actualizan frecuentemente a través de listas verificadas por el propietario y contribuciones moderadas por el usuario.
- 11) API de rutas: permite ajustar los puntos de GPS a las carreteras para identificar las carreteras por las que viajaba un vehículo, compensando el error del GPS. También permite a los desarrolladores acceder a los límites de velocidad a lo largo de esas carreteras (esta última función solo está disponible para las empresas).
- 12) API de Street View: permite establecer un panorama o miniatura de Street View estático (no interactivo) en su página web, sin el uso de JavaScript. La ventana gráfica se define con parámetros de URL enviados a través de una solicitud HTTP estándar, y se devuelve como una imagen estática.
- 13) API de publicación de Street View: esta API publica 360 fotos en Google Maps, junto con los metadatos de posición, orientación y conectividad. Las aplicaciones pueden ofrecer una interfaz para posicionar, conectar y cargar imágenes de Street View generadas por el usuario.
- 14) API de zona horaria: esta API de zona horaria proporciona la zona horaria para una ubicación en la tierra, así como la compensación

de tiempo de esa ubicación de UTC (Tiempo Universal Coordinado).

2.2.16 Sistemas operativos

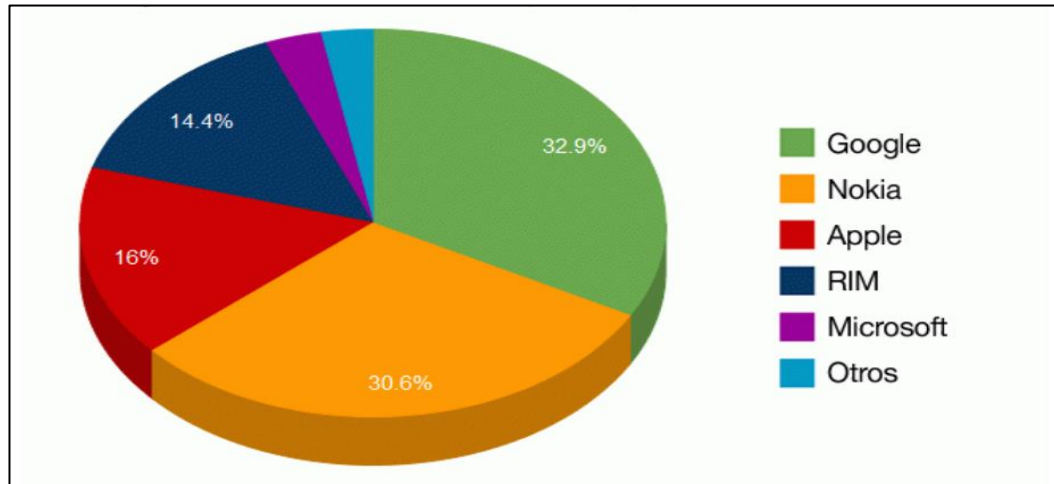
Un sistema operativo actúa como un intermediario entre el usuario de una computadora y el hardware de la computadora. El propósito de un sistema operativo es proporcionar un entorno en el que un usuario pueda ejecutar programas de una manera conveniente y eficiente. Un sistema operativo es un software que administra el hardware de la computadora, este hardware debe proporcionar los mecanismos apropiados para garantizar el correcto funcionamiento del sistema informático y para evitar que los programas de usuario interfieran con el funcionamiento correcto del sistema. (Abraham Silberschatz, 2014)

Por lo general, no se tiene una definición exacta de lo que es un sistema operativo. Los sistemas operativos existen porque ofrecen una manera razonable de resolver el problema de crear un sistema de computación utilizable. El objetivo fundamental de los sistemas computacionales es ejecutar programas de usuario y facilitar la resolución de problemas que se le puedan presentar.

Por ejemplo, los sistemas operativos para dispositivos móviles a menudo incluyen no solamente un kernel central sino también un middleware, un conjunto de frameworks que brindan servicios a desarrolladores de aplicaciones.

Cada uno de los dos sistemas operativos más prominentes y más vendidos en el mercado iOS de Apple y Android de Google, presentan un kernel central junto con un middleware que admite bases de datos, multimedia y gráficos.

FIGURA N° 12
CUOTAS GLOBALES DE MERCADO DE SMARTPHONES POR
FABRICANTE DE S.O – Q4 2010



Fuente: www.xatakandroid.com
 Elaboración: Investigación Directa

En conclusión, es difícil precisar con exactitud qué es un sistema operativo. Parte del problema consiste en que los sistemas operativos desempeñan básicamente dos funciones independientes: extender la máquina y administrar recursos; y, dependiendo de la opinión, se habla sobre todo de una de dichas funciones o de la otra. (Tanenbaum, 2003)

2.2.17 Plataforma Android

Android constituye una pila de software pensada especialmente para dispositivos móviles y que incluye tanto un sistema operativo, como middleware y diversas aplicaciones de usuario. Representa la primera incursión seria de Google en el mercado móvil y nace con la pretensión de extender su filosofía a dicho sector. (Tudela, 2009)

Google introdujo Android como un sistema operativo que ejecuta potentes aplicaciones y da a los usuarios una opción para seleccionar sus aplicaciones y sus portadores. La plataforma Android está hecha teniendo en cuenta varios conjuntos de usuarios quienes pueden usar la capacidad disponible dentro de Android en niveles diferentes.

Android está ganando fuerza tanto en la industria móvil como en otras industrias con diferentes arquitecturas de hardware. El creciente interés de la industria surge de dos aspectos centrales: su naturaleza de fuente abierta y su modelo arquitectónico.

Al ser un proyecto de código abierto, Android permite al desarrollador analizarlo y entenderlo completamente, lo que permite la comprensión de sus características, corrección de errores, más mejoras con respecto a nuevas funcionalidades y finalmente, portar a un nuevo hardware.

Por otro lado, su modelo de arquitectura basada en el kernel de Linux también agrega el uso de Linux a la industria de móviles, lo que permite aprovechar el conocimiento y características ofrecidas por Linux. La plataforma de Android consiste en varias capas que proporcionan una pila completa de software. Las aplicaciones de Android están basadas en Java y este factor implica las ventajas del uso de un entorno de máquina virtual.

Android usa su propio entorno virtual llamado Dalvik, que interpreta y ejecuta código de bytes portátiles al estilo Java después de transformarlo, que está optimizado para operar en la plataforma móvil. Todos estos aspectos hacen de Android un objetivo atractivo para ser utilizado en otro tipo de entornos. (Nisarg Gandhewar, 2010)

2.2.18 Android Studio

Según (Android Developers, 2018) Android Studio es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android y se basa en IntelliJ IDEA –un entorno de desarrollo de programas informáticos-. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ IDEA, Android Studio ofrece

aún más funciones que aumentan la productividad durante la compilación de apps para Android, como las siguientes:

- 1) Un sistema de compilación basado en Gradle flexible.
- 2) Un emulador rápido con varias funciones.
- 3) Un entorno unificado en el que puedes realizar desarrollos para todos los dispositivos Android.
- 4) Instant Run para realizar cambios mientras tu app se ejecuta sin la necesidad de compilar un nuevo APK.
- 5) Integración de plantillas de código y GitHub para ayudarte a compilar funciones comunes de las apps e importar ejemplos de código.
- 6) Gran cantidad de herramientas y frameworks de prueba.

2.3 Marco legal

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

La constitución de la República del Ecuador en sus páginas establece una serie de servicios públicos que el Estado tiene la responsabilidad de proveer y brindar a los ciudadanos, específicamente en el capítulo V de donde se habla de los sectores estratégicos, servicios y empresas públicas, el artículo 314 detalla el servicio público de vialidad.

Según el artículo 314 de la Constitución de la República, el Estado como principal representante de todos los ecuatorianos tiene 1) la responsabilidad de supervisar y coordinar la provisión de los servicios

públicos para todos los ecuatorianos y 2) garantizar que el estado de las vías sea excelente, es decir, que el tema vialidad y todo lo referente a esto sea eficiente, accesible y de calidad.

2.3.2 Codificación de la Ley Orgánica de Régimen Municipal

La Codificación de la Ley Orgánica de Régimen Municipal detalla las funciones primordiales del cabildo o municipio a las cuales debe apegarse y cumplir con aquella responsabilidad provista por la ley. Extrayendo el contenido descrito en el segundo capítulo del título primero perteneciente a la información relacionada con los fines municipales, se encuentra un artículo que involucra información referente al tema de vialidad.

Según el artículo 14 de la Ley de Régimen Municipal, es responsabilidad del cabildo porteño dar mantenimiento a los caminos y calles que se encuentren fijados dentro de su territorio. Por lo tanto, cualquier desperfecto o falla que se encuentre en la calzada tiene la prioridad de ser reparada por el ente administrativo. De esta manera se cumple con la función primordial de que las vías luzcan bellas y en buen estado.

2.3.3 Ley Orgánica de Defensa del Consumidor

Según el artículo 4 de la Ley de Defensa del Consumidor, en el primer numeral se garantiza el derecho del consumidor a la protección de su vida y seguridad al consumir diferentes bienes tanto de índole pública como privada, y que estos bienes satisfagan las necesidades fundamentales del consumidor.

En este caso, las calles son bienes de uso público y deben tener la seguridad suficiente para las personas que transitan por transporte o a pie por estas vías diariamente, no solamente seguras sino también de calidad

para que satisfagan la expectativa ciudadana y resalten el progreso de la ciudad.

Y en el caso de sufrir daños o lesiones debido a las fallas y desperfectos que se encuentren en las vías, según el octavo numeral el consumidor está en su derecho de exigir la indemnización y reparación por los daños y perjuicios ocasionados por la mala calidad del servicio de infraestructura vial.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Marco metodológico

El presente capitulo tiene como finalidad, dar una explicación detallada de los pasos e investigaciones que se aportaron para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto. Utilizando la documentación pertinente de los distintos procesos y procedimientos que se realizaron para de esta manera dar una solución al problema planteado inicialmente.

3.2 Diseño de la investigación

Durante la elaboración de este trabajo de titulación se usaron diversas metodologías y técnicas de investigación, las cuales ayudaron a conseguir los objetivos planteados anteriormente.

Por lo tanto, se adoptaron algunas metodologías existentes como: la bibliográfica o documental, experimental, analítico, deductivo; y a su vez herramientas como son las encuestas, ayudando de esta manera con la aplicación de técnicas investigativas como la de laboratorio y exploratoria. Obteniendo finalmente datos que fueron analizados e interpretados de forma estadística.

3.3 Tipos de investigación

3.3.1 Investigación documental

De acuerdo con Baena (1985), la investigación documental es una técnica en donde predomina la selección y recopilación de información a

través de documentos, hemerotecas, bibliotecas, leyéndolas y teniendo un pensamiento crítico en cuenta a ellas.

La documentación se puede recibir en diversos tipos: impresos, electrónicos o gráficos. Hay que destacar que en la actualidad la mayoría de información se encuentra en formato electrónico, de hecho, muchos libros se convierten a digital y se esparcen rápidamente por la Internet.

En este trabajo se utilizaron varios libros y revistas científicas como también datos de diferentes páginas web que enriquecieron el trabajo aportando conocimiento al respecto y, ayudaron a interpretar la realidad actual del estudio a través de estas fuentes de información.

3.3.2 Investigación de campo

Llevar a cabo una investigación de campo permite conocer las realidades y no las percepciones que se puedan tener en cuanto al trabajo a realizar. Para esto, se debe pasar por un proceso de tratamiento, análisis y presentación de los datos que se han recolectado, teniendo presente que estos datos deben tener una relación directa con la realidad de la información necesaria para la investigación.

Según (Bayardo, 1987) la investigación de campo reúne la información necesaria recurriendo fundamentalmente al contacto directo con los hechos o fenómenos que se encuentran en estudio, ya sea que estos hechos y fenómenos estén ocurriendo de una manera ajena al investigador o que sean provocados por este con un adecuado control de las variables que intervienen.

Por medio de este tipo de investigación se pudo conocer la opinión pública en cuanto al tema en cuestión, la realidad que enfrentan los conductores en su día a día transitando por las calles y avenidas de la

ciudad donde en ocasiones son afectados por los baches que se encuentran en las vías.

En consecuencia de esta problemática, se realizaron encuestas a los guayaquileños para de forma cuantitativa, determinar su conocimiento acerca del tema y su inclinación hacia encontrar una solución a aquel inconveniente que en ocasiones representa problemas económicos y de tiempo a los perjudicados.

3.4 Población

Según (Isern, Gallego, & Segura, 2006) la población es el conjunto de individuos que tienen ciertas características o propiedades que son las que se desea estudiar. Cuando se conoce el número de individuos que la componen, se habla de población finita y cuando no se conoce su número, se habla de población infinita.

En este trabajo la población finita se obtiene de las cifras del último censo realizado por el INEC para el año 2016 de los vehículos matriculados por cada provincia del Ecuador. En este censo la provincia del Guayas obtuvo un total de 481.294 vehículos.

Este dato es el que se agregará a la fórmula que permitirá obtener el tamaño de la muestra, es decir, el número total de personas a las que se tendrá que realizar la encuesta.

3.5 Muestra

Según (Isern, Gallego, & Segura, 2006) la muestra es el grupo de individuos que realmente se estudiarán, es un subconjunto de la población. Para que se puedan generalizar los resultados obtenidos, dicha muestra debe ser representativa de la población.

A continuación se calcula el tamaño de la muestra conociendo el número de vehículos matriculados en el año 2016 para la provincia del Guayas:

$$n = \frac{N \times p \times q}{(N - 1) \times \frac{d^2}{Z^2} + p \times q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población (481.294)

Z = nivel de confiabilidad (95%) = 1.96

p = Probabilidad de éxito = (0.5)

q = Probabilidad de fracaso = 1-p = (0.5)

d = es el mínimo de error aceptado (5%) = 0.05

p x q = Constante de varianza poblacional (0.25)

El resultado de calcular la ecuación reemplazando los valores fue de 383,854, a este valor se lo redondea para dar un total de 384.

Por lo tanto se tiene que:

$$n = \frac{N \times p \times q}{(N - 1) \times \frac{d^2}{Z^2} + p \times q} = 384 \text{ encuestas}$$

Se realizarán 384 encuestas a los guayaquileños que posean un vehículo o presten algún servicio de transporte terrestre.

3.6 Resultados de la encuesta

Una vez realizadas las encuestas se le dio el respectivo tratamiento a la información, teniendo los resultados siguientes de acuerdo a las preguntas planteadas:

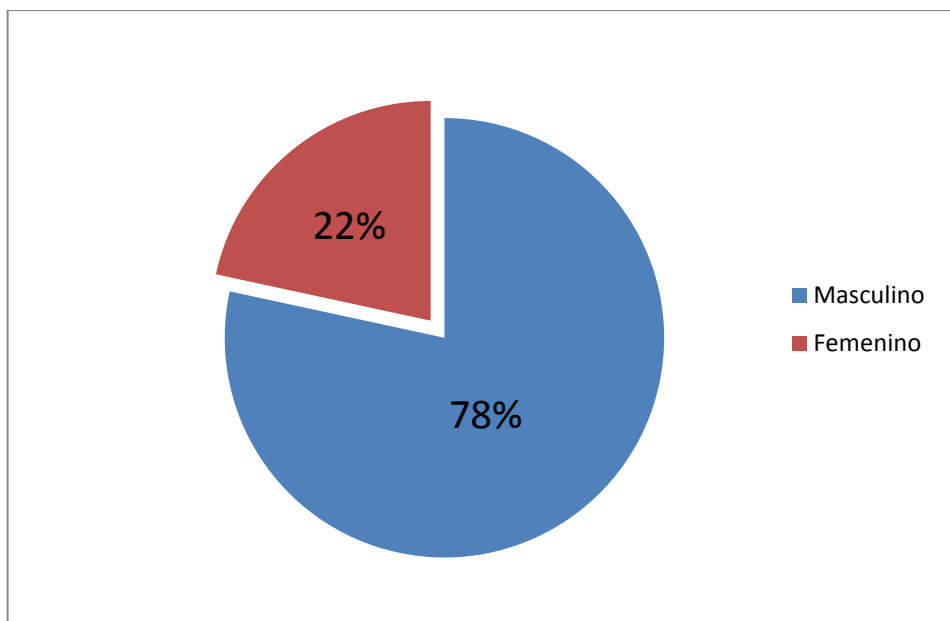
1. Defina su sexo

TABLA N° 3
GÉNERO DE LOS PARTICIPANTES EN LA ENCUESTA

Descripción	Frecuencia	%
Masculino	301	78%
Femenino	83	22%
TOTAL	384	100%

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

FIGURA N° 13
GÉNERO DE LOS PARTICIPANTES EN LA ENCUESTA



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

Mediante esta pregunta que tenía como propósito evaluar el sexo de los participantes, se determinó que la mayoría de personas que se encuestaron para este proyecto fueron de sexo masculino, encontrando una cifra mayor de hombres conduciendo por las calles que mujeres.

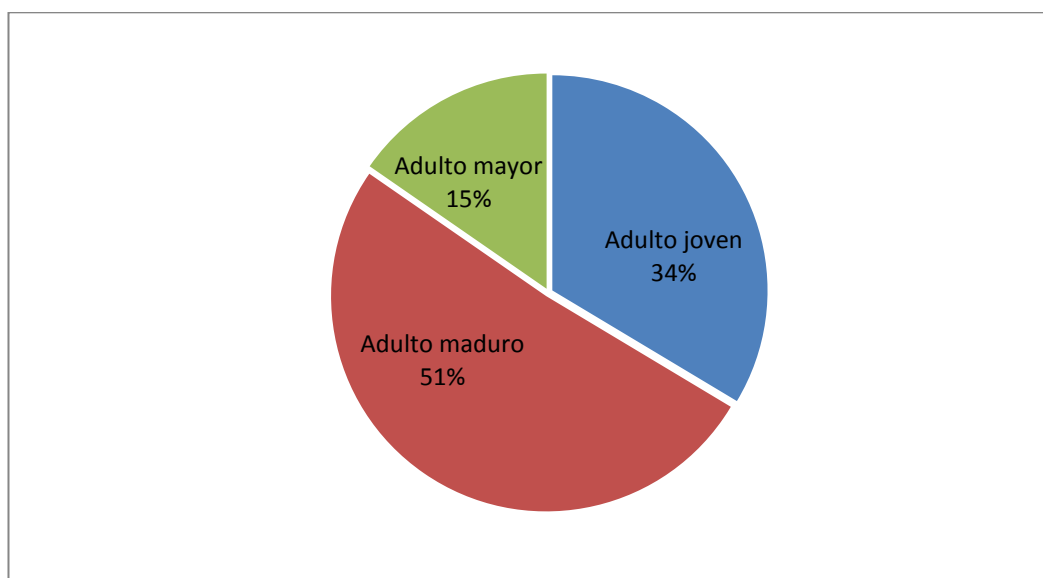
2. ¿En qué rango se encuentra su edad?

TABLA N° 4
RANGO DE EDAD DE LOS PARTICIPANTES

RANGO/AÑOS	DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
18-25	Adulto joven	129	34%
25-60	Adulto maduro	196	51%
60 en adelante	Adulto mayor	59	15%
Total		384	100%

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

FIGURA N° 14
RANGO DE EDAD DE LOS PARTICIPANTES



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

De acuerdo a los resultados se encontró que los ciudadanos entre 25 a 60 años tienen una mayor presencia en el tránsito vehicular local, representando un 51% del total encuestado.

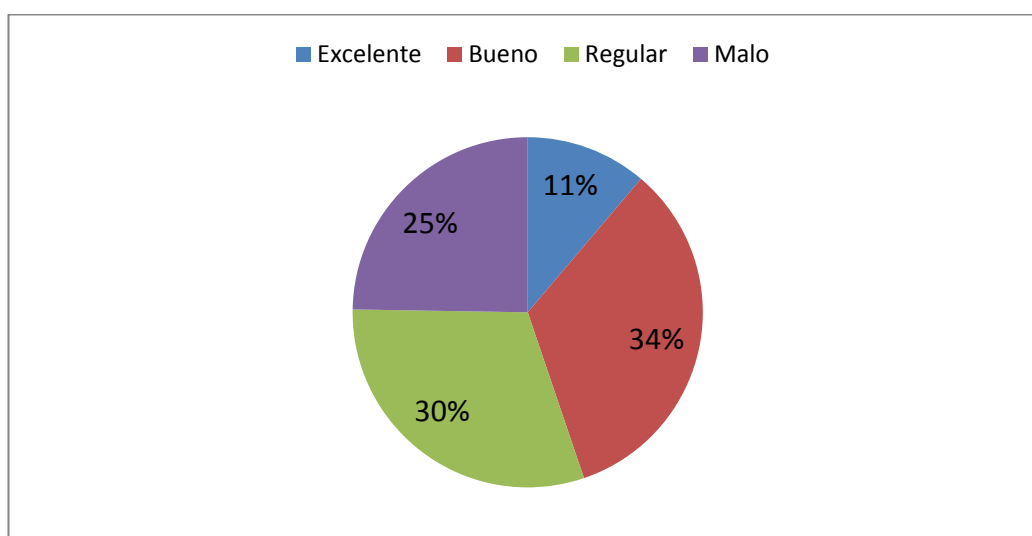
3. ¿Considera usted que las calles de Guayaquil se encuentran en buen estado?

TABLA N° 5
OPINIÓN ACERCA DEL ESTADO DE LAS CALLES

Descripción	Frecuencia	%
Excelente	43	11%
Bueno	129	34%
Regular	117	30%
Malo	95	25%
Total	384	100%

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

FIGURA N° 15
OPINIÓN ACERCA DEL ESTADO DE LAS CALLES



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

Según las siguientes cifras un 34% de guayaquileños opinan que el estado de las vías es bueno, sin embargo la tendencia declina hacia un estado regular y malo. Esto permite entender que existen varias calzadas comúnmente transitadas que de seguro están deterioradas y pueden averiar o dañar a un vehículo.

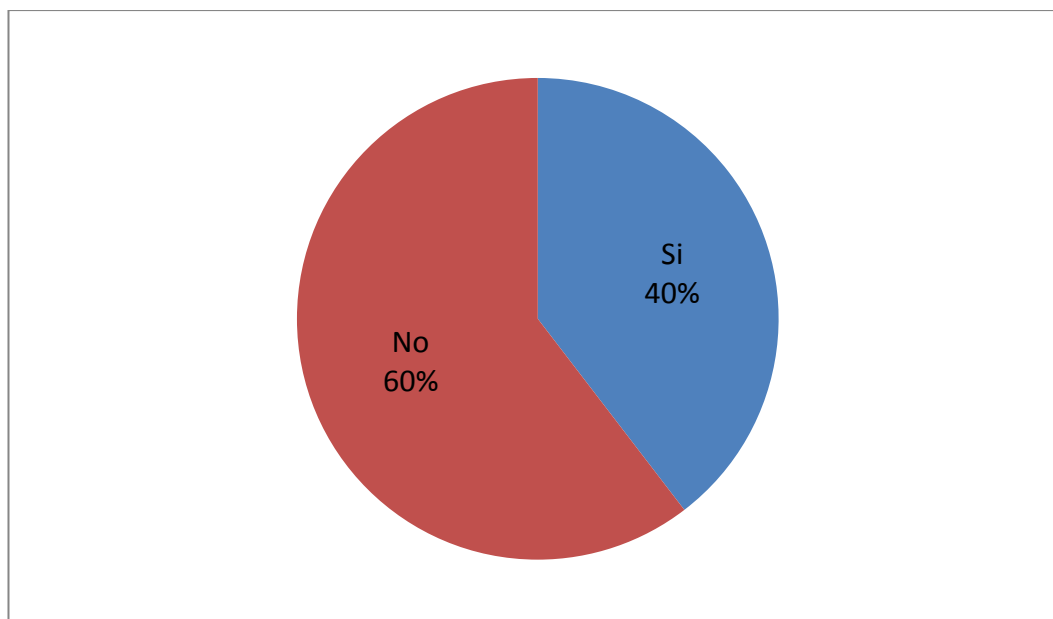
4. ¿Alguna vez su vehículo ha sido averiado por caer en un bache?

TABLA N° 6
AVERIAS POR CAER EN UN BACHE

Descripción	Frecuencia	%
Si	152	40%
No	232	60%
Total	384	100%

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

FIGURA N° 16
AVERIAS POR CAER EN UN BACHE



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

Los ciudadanos que durante la conducción han sido perjudicados por caer en un bache representa un 40% del total encuestado, esta cifra considerable defiende la idea de crear un sistema que ayude a esta población a evitar los gastos por reparación del automotor.

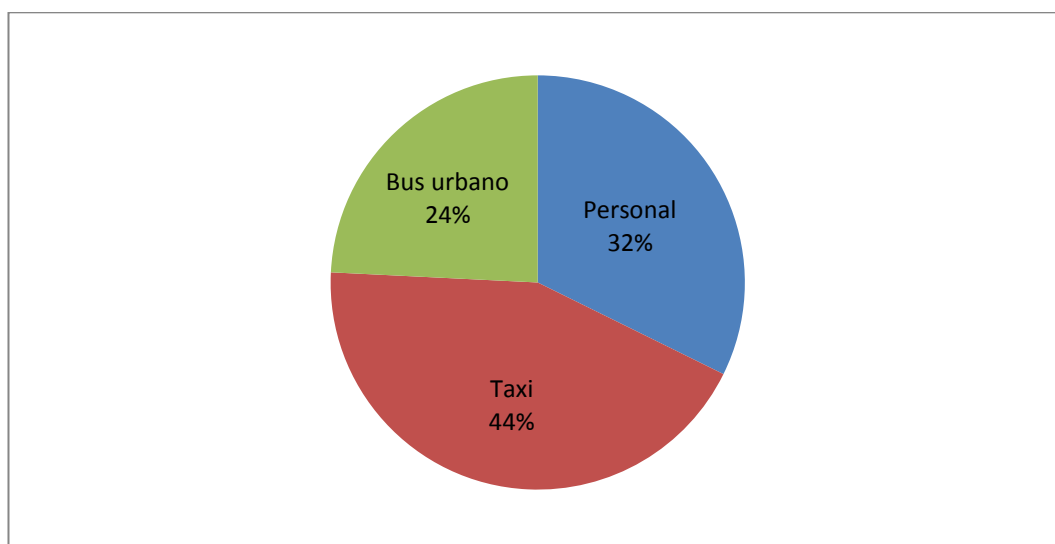
5. ¿Qué uso le da a su vehículo?

TABLA N° 7
USO DE VEHÍCULO

Uso	Frecuencia	%
Personal	124	32%
Taxi	167	44%
Bus urbano	93	24%
Total	384	100%

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

FIGURA N° 17
USO DE VEHÍCULO



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

Un 44% del total encuestado presta servicio de taxista representado la mayoría de afluencia y congestión vehicular en las calles, de hecho se suman los “taxis piratas” que prestan un servicio de manera ilegal no debidamente reglamentado por la autoridad de tránsito.

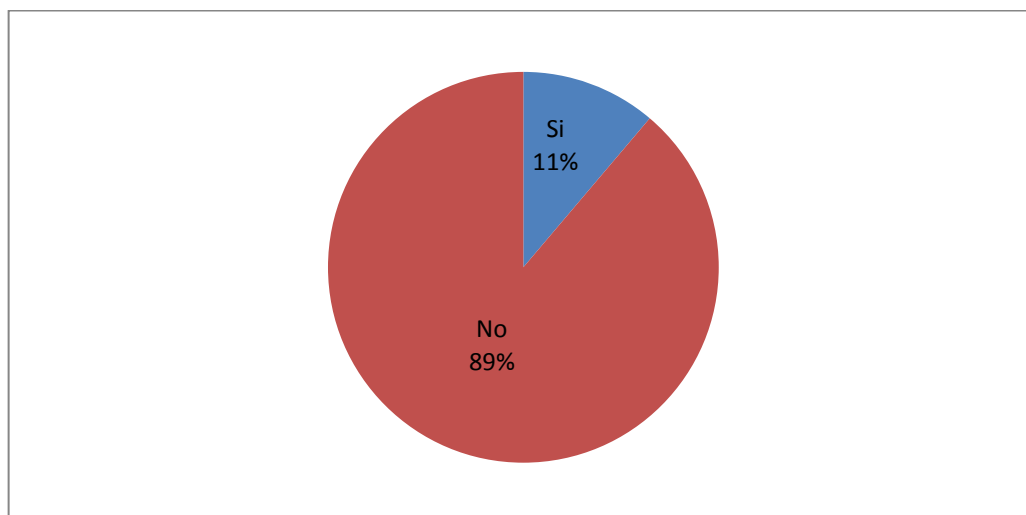
6. ¿Sabía usted que puede reclamar al Municipio de Guayaquil la indemnización por los daños y perjuicios causados a su vehículo, o integridad física, si es que cae en un bache?

TABLA N° 8
INDEMNIZACIÓN POR PERJUICIOS

Descripción	Frecuencia	%
Si	43	11%
No	341	89%
Total	384	100%

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

FIGURA N° 18
INDEMNIZACIÓN POR PERJUICIOS



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

La mayoría de guayaquileños no sabría defenderse si en algún momento su vehículo o persona es afectada por una falla vial, según la encuesta el desconocimiento de la ley en cuanto a este tema es de un 89%, casi el total encuestado

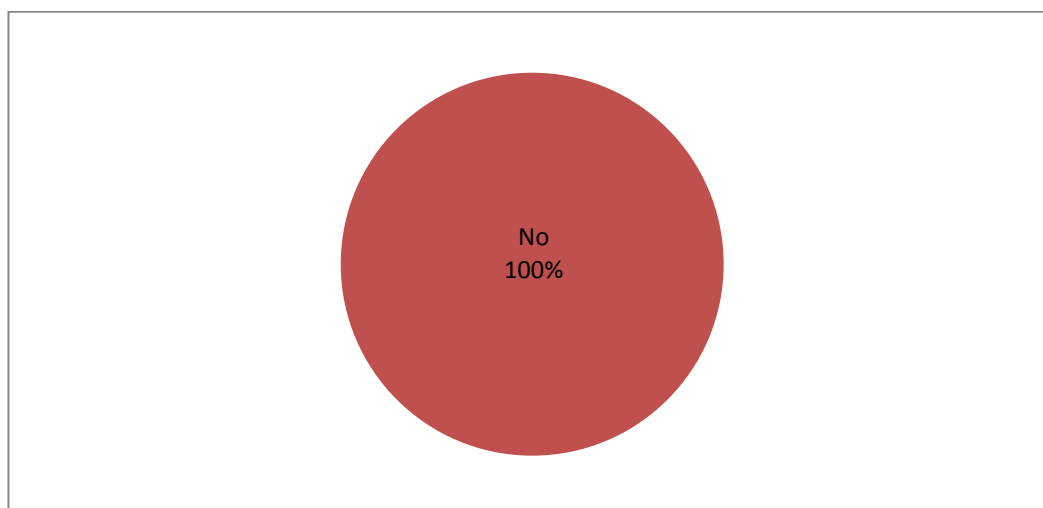
7. ¿Conoce usted alguna aplicación móvil que pueda alertarle de un bache mientras está conduciendo?

TABLA N° 9
CONOCIMIENTO DE APLICACIÓN MÓVIL QUE ALERTE DE BACHE
EN EL CAMINO

Descripción	Frecuencia	%
Si	0	0%
No	384	100%
Total	384	100%

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

FIGURA N° 19
CONOCIMIENTO DE APLICACIÓN MÓVIL QUE ALERTE DE BACHE
EN EL CAMINO



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

Ningún ciudadano encuestado tiene conocimiento de alguna herramienta tecnológica que le permita evitar un bache al momento de conducir.

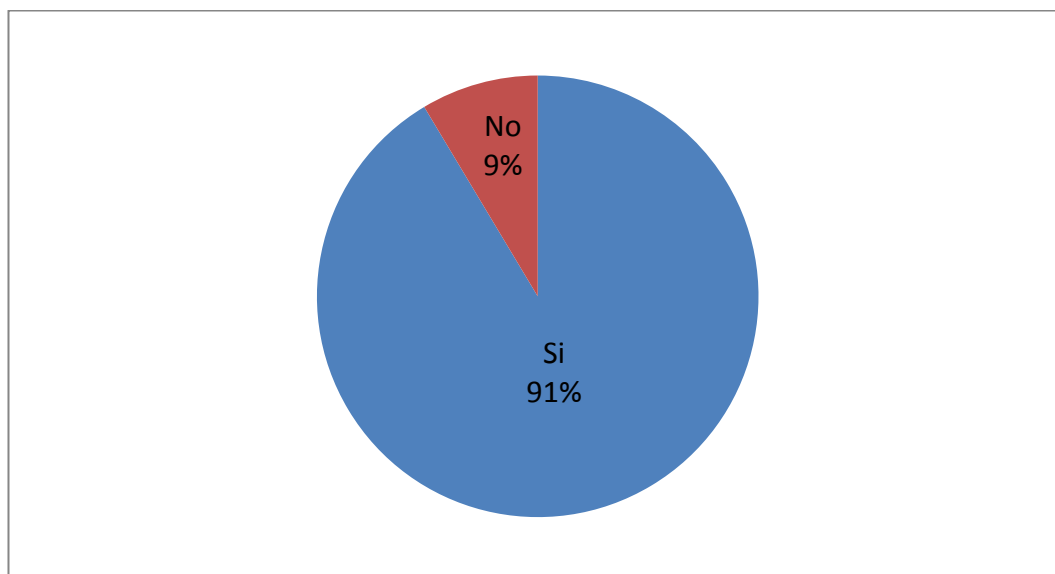
8. En caso de observar un bache, ¿le gustaría tener una aplicación móvil en la cual pueda tomar foto y denunciar el daño a las autoridades competentes?

TABLA N° 10
APLICACIÓN MÓVIL PARA DENUNCIAR BACHES

Descripción	Frecuencia	%
Si	351	91%
No	33	9%
Total	384	100%

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

FIGURA N° 20
APLICACIÓN MÓVIL PARA DENUNCIAR BACHES



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

Un 91% del total encuestado apoya la idea de contar con una aplicación móvil que permita denunciar a las autoridades no solo baches sino cualquier anomalía en cuanto a los servicios públicos.

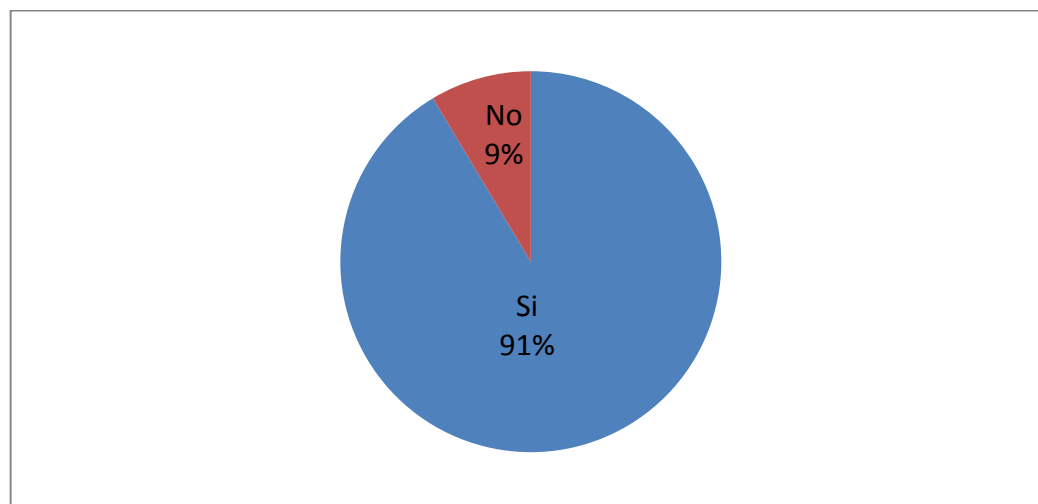
9. ¿Cree usted necesario el desarrollo de un sistema de detección de baches que los ubique y alerte de ellos al conductor por medio de una aplicación móvil?

TABLA N° 11
CREACION SE SISTEMA DETECTOR DE BACHES

Descripción	Frecuencia	%
Si	351	91%
No	33	9%
Total	384	100%

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

FIGURA N° 21
CREACION SE SISTEMA DETECTOR DE BACHES



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

Considerando el resultado de la pregunta 9, el 91% de la población encuestada cree necesario un sistema que alerte baches, mejore la conducción vial y disminuya costos por reparación de los daños causados por los baches.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Evaluación de sensores piezo-eléctricos

4.1.1 Anillo piezo-eléctrico PACEline CLP

Una de las principales características de estos anillos piezoeléctricos de medida de fuerza es que se pueden encontrar en diferentes capacidades, la empresa HBM Test and Measurement posee una serie de medidas de fuerza con tres versiones de 3kN, 14kN y 36kN. Estos anillos piezoeléctricos son muy pequeños y pueden instalarse en espacios muy reducidos.

Toda la serie cuenta con siete versiones de fuerzas distintas graduadas desde 3kN hasta 80kN. Su altura de construcción oscila entre 3 y 5 mm dependiendo del rango de medida y sus diámetros exteriores se encuentran por los 12 o 36 mm.

Todos los sensores están contruidos con acero inoxidable con un grado de protección IP65, un grado de protección referenciado en la norma internacional CEI 60529 Degrees of Protection utilizada con mucha frecuencia en los datos técnicos de equipamiento eléctrico o electrónico.

En general de uso industrial como sensores, medidores, controladores, y cumplen con la reglamentación RoHS que se refiere a la directiva 2002/95/CE de restricción de ciertas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos que fue adoptada en el año 2003 por la Unión Europea.

FIGURA N° 22
ANILLO PIEZOELECTRICO PACEline CLP



Fuente: hbm.com
 Elaboración: Investigación Directa

Estos sensores cuentan con un amplificador de carga digital PACEline CMD que es capaz de medir con precisión señales rápidas de fuerza, par y presión, estas señales oscilan entre los 50 y 2 millones de pC (picoculombio) otorgando un rango de medida extremadamente amplio y de uso flexible.

Tiene un rango de adquisición de datos de hasta 50kHz y su transferencia de datos se realiza de forma directa a través de una interfaz Ethernet o una salida analógica de 10v, lo que vuelve a este amplificador fácil de utilizar con interfaces digitales y un asistente de software.

FIGURA N° 23
AMPLIFICADOR DE CARGA DIGITAL



Fuente: hbm.com
 Elaboración: Investigación Directa

El precio de estos sensores dependerá de la versión de fuerza medida en kN, que como se mencionó anteriormente la línea PACEline

posee una gran variedad. En este caso, para el rango de 100-120 dólares se encuentra el sensor de fuerza de pequeña escala de 2-3kN, mientras que para uno de 62kN se estima un precio de 700 dólares en adelante.

Este tipo de sensor luego de una búsqueda por internet solo fue encontrado en el sitio web oficial de la empresa HBM y en el sitio web de mercado en línea Alibaba.com. Por lo tanto, no se encuentra en venta en el país y la adquisición del producto solamente sería por compra en línea.

4.1.2 Módulo sensor de vibración SW-420

Este sensor es comúnmente usado en una amplia variedad de efectos de activación de choque, alarma de activación por robo, automóvil inteligente, alarma de terremoto, alarma de motocicleta, etc.

FIGURA N° 24
MÓDULO DE VIBRACIÓN SW-420



Fuente: www.prometec.net
Elaboración: Investigación Directa

Entre sus principales características se encuentra que la salida del comparador es limpia, fácil de controlar y consume más de 15mA. El voltaje de trabajo es de 3.3 a 5 V, su formato de salida es por medio de la conmutación digital, es decir, salida de 0 y 1.

Este módulo en conjunto con el OPAMP LM393 detecta si hay alguna vibración más allá del umbral fijado, esta sensibilidad puede ser

fijada a través del potenciómetro que está integrada en el módulo. Su funcionamiento es debido a un resorte y un pequeño poste en su interior, por lo que cada vez que el sensor sea sometido a una vibración o golpe su salida se verá afectada.

Este interruptor de inducción del tipo de un rodillo, cuando no hay vibración o inclinación, el producto estará en estado de conducción, y en el estado estable, dándose una vibración o inclinación, el interruptor se desconectará instantáneamente resultando en que la resistencia conductiva aumente, generando una señal de pulso de corriente, activando así el circuito.

Este módulo de acuerdo a sus especificaciones es completamente sellado, a prueba de agua y polvo.

FIGURA N° 25
CARACTERISTICAS DE MÓDULO DE VIBRACIÓN SW-420



Fuente: www.prometec.net
Elaboración: Investigación Directa

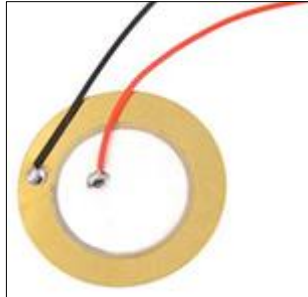
4.1.3 Discos piezoeléctricos

Estos discos piezoeléctricos de fácil uso, instalación y fragilidad están hechos de latón -una aleación de cobre y zinc- tienen una frecuencia de resonancia entre 4.6 +/- 0.5 kHz y una impedancia de 300 Ohms en su máxima resonancia.

Su funcionamiento consiste en la base fundamental de la piezoelectricidad que al ser presionados o impactados en su parte central

provocan un cambio drástico en su forma siendo esta parte central deformada, generando voltaje y siendo transmitido por sus conectores.

FIGURA N° 26
DISCO PIEZOELECTRICO



Fuente: mercadolibre.com
Elaboración: Investigación Directa

4.2 Selección de sensor piezoeléctrico adecuado para desarrollo del prototipo

De acuerdo a las especificaciones, características y funcionamiento, el sensor piezoeléctrico PACEline CLP es el dispositivo que mejor rendimiento daría al prototipo, debido a su capacidad y rango de medición de fuerza.

Hay que añadir que el amplificador de carga digital PACEline CMD contribuiría de gran manera a la medición de la fuerza en entornos reales y de pruebas. Además, este dispositivo está diseñado con acero inoxidable, lo que lo convierte en un dispositivo muy resistente para trabajar en ambientes difíciles.

Sin embargo, para la elaboración del prototipo no se requiere de demasiada precisión ni de materiales muy resistentes, ya que este prototipo no será probado en entornos reales, es decir, no será aplicado al chasis de un vehículo, evitando de esta forma que al recibir impactos muy fuertes se puedan dañar los otros componentes del sistema como por ejemplo el microcontrolador y el módulo GPS.

También el costo de este sensor es muy alto y por factores de presupuesto no se podría obtener. Por lo tanto, dentro del ámbito educativo e investigativo resulta más factible, tanto por precio como por diversidad de tiendas locales donde encontrar el producto, la adquisición del módulo sensor de vibración sw-420 o los discos piezoeléctricos.

Cualquiera de estos dos componentes electrónicos nos permitirá cumplir con uno de los requerimientos para el sistema que es la elaboración de un rango de acuerdo a la vibración o impacto para establecer el nivel de gravedad del bache en cuestión.

4.3 Diseño del prototipo detector de baches

Los puertos del Arduino y la serie de componentes que se utilizarán en el diseño del prototipo final están descritos en la tabla 12.

TABLA N° 12
PINES UTILIZADOS DEL ARDUINO UNO

Puerto E/S	Dispositivo	Pin del Dispositivo
A0, Ground	Sensor de vibración	Cable rojo (+) Cable negro (-)
13, Ground	Diodo LED	Ánodo, Cátodo
4, 5, Ground	Módulo GPS	Rx, Tx, Ground
2, 3, Ground	Módulo Wi-Fi	Rx, Tx, Ground
3.3 V	GPS, Wi-Fi	Vcc

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

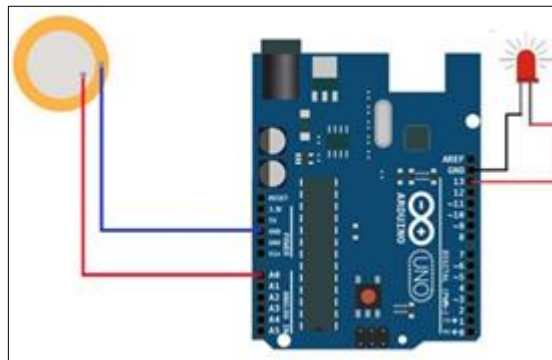
El disco piezoeléctrico cuenta con 2 cables que permiten su funcionamiento, por estos cables se envía la señal eléctrica producida al deformar el material piezoeléctrico en el momento del impacto o la vibración.

Un cable va conectado a tierra, en el Arduino Uno este pin esta descrito como GND (ground), y el otro cable va conectado al pin A0. Se le añade un diodo LED para identificar el momento en que el sensor envía información al Arduino, prendiéndose o apagándose en caso de recibir alguna señal.

Este componente se conecta con su ánodo en el pin 13 del Arduino mientras que su cátodo a tierra. El foco LED irá aumentando la intensidad de acuerdo a la magnitud de impacto o vibración que reciba del material piezoeléctrico, ver Figura 27.

La tensión es detectada por Arduino utilizando `analogRead()` para encender el LED, el valor de umbral del nivel del sensor determina que tanto se enciende el LED.

FIGURA N° 27
CIRCUITO 1



Fuente: naylampmechatronics.com
Elaboración: Investigación Directa

El siguiente objetivo del detector de baches luego de haber recibido la señal del piezoeléctrico es georeferenciar la ubicación de acuerdo a las coordenadas geográficas, latitud y longitud. Para este propósito se añade al circuito el módulo GPS NEO-6M.

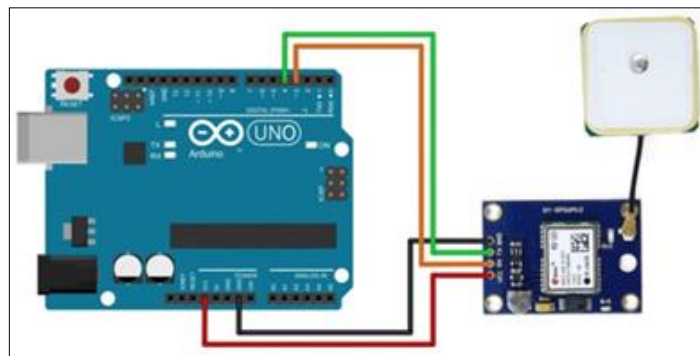
La placa de circuito impreso del módulo GPS viene provista de conectores para la alimentación y la transmisión de datos los cuales son:

Vcc, Tx, Rx y Gnd. También incluye una antena fabricada con material cerámico que se conecta directamente a la placa a través de un pin dedicado.

En la Figura 28 se muestra la forma de conectar nuestro GPS a Arduino, este circuito fue utilizado para permitir que el sistema detector de baches pueda referenciar geográficamente la ubicación del bache y enviar posteriormente esa información a la base de datos.

Se establecen los pines de transmisión y recepción de forma que, el pin 4 del Arduino va conectado al Tx mientras que el pin 3 va conectado al Rx del módulo. En cuanto a la alimentación de energía del módulo, el pin de 3V del Arduino va conectado al Vcc, así como los pines de tierra de ambos componentes se unen respectivamente.

FIGURA N° 28
CIRCUITO 2



Fuente: naylampmechatronics.com
Elaboración: Investigación Directa

4.4 Establecimiento de nivel de gravedad mediante señal detectada por el sensor

Las entradas analógicas del Arduino Uno son las correspondientes a los pines A0 a A5. Estos pines leen valores de 0 a 5 Voltios con una resolución de 1024 bits. Teniendo en cuenta estos valores se puede realizar una división entre los voltios de entrada y la resolución de bits,

dando como resultado variaciones en el nivel de la señal de entrada de casi 5mV.

Esto quiere decir que al presionar el disco piezoeléctrico se obtendrán valores dentro de la escala de 0-1024 bits, por consiguiente se realiza un programa que modifique la intensidad del LED con la presión o fuerza aplicada en el sensor. Finalmente estos datos serán mostrados por el puerto serial para verificar su funcionamiento.

La codificación se puede visualizar en el anexo 1.

En la tabla 13 se muestran los niveles configurados para determinar la gravedad del bache de acuerdo al golpe o vibración detectado por el sensor.

TABLA N° 13
CONFIGURACION DE GRAVEDAD DE BACHE SEGÚN ESCALA

Escala	Gravedad
10 - 100	Gravedad Baja
100 - 200	Gravedad Media
200 en adelante	Gravedad Alta

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

4.5 Captura de coordenadas geográficas

Luego de que el Microcontrolador Arduino reciba una señal del disco piezoeléctrico activando la señal de impacto, el módulo GPS obtiene las coordenadas geográficas latitud y longitud para mostrarlas en consola junto con el nivel de gravedad del bache.

Cabe destacar que se deberá encender el módulo GPS con anticipación ya que, para conectarse con los satélites y poder recibir las coordenadas y otros datos más necesita un aproximado de 15 minutos de espera.

Entre los datos que el módulo GPS puede obtener se encuentran los siguientes: Latitud, Longitud, Fecha, Altitud (metros), Orientación (grados), Velocidad (kmph), Satélites (cantidad de satélites visibles y participantes).

La codificación se puede visualizar en el anexo 2.

4.6 Envío de información recolectada desde Arduino a base de datos en MySQL

Con el fin de enviar la información recolectada tanto por el sensor piezoeléctrico como el módulo GPS desde el Microcontrolador Arduino se necesitó de un servidor, que en este caso sería local y una computadora serviría para este propósito.

Para convertir la computadora en un servidor local se necesitó instalar en ella un paquete de software libre llamado XAMPP, que consiste principalmente en un sistema de gestión de base de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguaje de script PHP y Perl.

Se estableció una nueva configuración IP para la computadora, ya que por defecto y con el propósito de conectarse a las redes inalámbricas automáticamente tiene asignado obtener una dirección IP dinámica dentro de su protocolo de Internet. Para este caso se asignó una dirección IP estática, es decir, se aplicó una IP que no se modificaría en este dispositivo.

Esta dirección IP fue asignada dentro del rango de la IP del router que provee Internet y a su vez crea una red local interna, donde los dispositivos que estén conectados a esta red que quisieran ingresar o consultar la información almacenada en la base de datos del servidor tendrían acceso.

4.7 Creación de base de datos

Utilizando la interfaz gráfica de phpMyAdmin que es la herramienta que maneja la administración de MySQL, se creó la base de datos llamada “bachesgyq” donde se añadió una tabla denominada “datos” que contenía los campos que se necesitarían para almacenar la información de ubicación y gravedad de los baches encontrados en las vías por el sistema de detección, ver anexo 3.

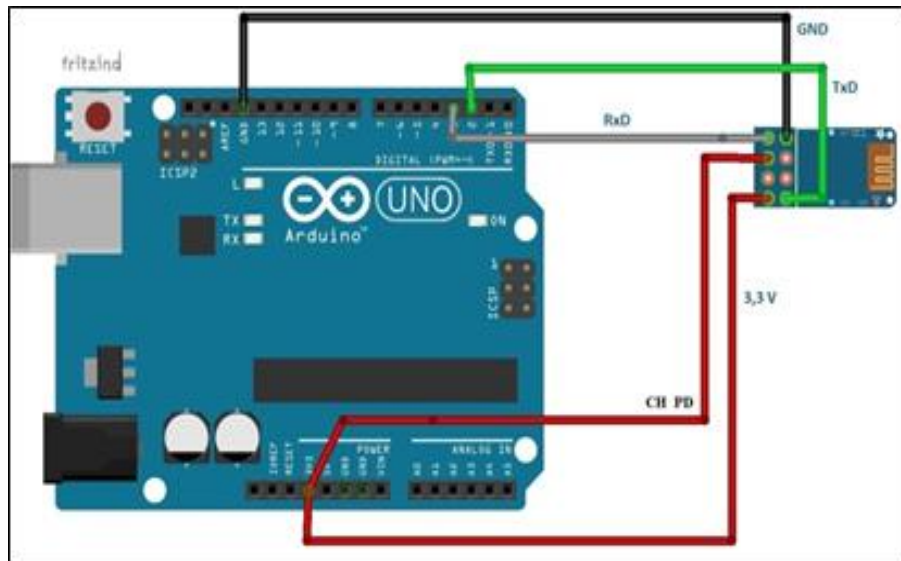
La creación de esta base de datos es muy importante para el proyecto, puesto que, toda esta información se pretende sea de utilidad para las entidades públicas encargadas de mejorar la calidad de las calles y avenidas de la ciudad de Guayaquil.

En otras palabras, la posibilidad de obtener en un mismo lugar los datos de coordenadas y gravedad de bache, permitirá facilitar y agilizar la logística para el arreglo de las vías, ya que, se podría agrupar por áreas los baches de mayor urgencia y de esta forma enviar los equipos de trabajo directamente a un punto en específico.

4.8 Módulo WI-FI ESP8266 para envío de datos

Utilizando el módulo Wi-Fi conectado al Arduino se envía la información a la base de datos MySQL. En la Figura 29 se muestra la forma de conectar nuestro módulo WiFi a Arduino, esta conexión se utilizó al momento del desarrollo del prototipo.

FIGURA N° 29
CIRCUITO 3



Fuente: www.prometec.net
Elaboración: Investigación Directa

Para este caso se utilizan los pines digitales 2 y 3 del Arduino, siendo estos pines no físicos se los configura mediante la librería Software Serial para establecerlos como pines de transmisión y recepción. Se conecta la alimentación de voltaje al pin 3.3 del Arduino que establece ese determinado voltaje al módulo, evitando así un daño en el aparato por exceso de voltaje.

Para enviar los datos del Arduino al servidor local Apache instalado en la computadora se utiliza el protocolo HTTP (Protocolo de Transferencia de Hipertexto) el cual es el protocolo de comunicación predilecto para permitir las transferencias de información en la Internet y sigue el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor.

En este caso se utiliza el método GET de una petición HTTP (HTTP REQUEST) para insertar los datos obtenidos por el Arduino a la base de datos. En el cuerpo de la petición se incluirán los datos obtenidos por el circuito.

Estos datos a su vez serán recibidos por un servicio web (web service) que es una tecnología que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones, en este caso el sistema de detección y el servidor local. Dentro del servicio web los datos serán obtenidos e insertados a la base de datos utilizando sentencias MySQL.

Se crearon los web service utilizando PHP que es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. Este lenguaje de programación tiene como idea de desarrollo central la programación de scripts del lado del servidor, es decir, la petición de un usuario mediante la interpretación de un script en el servicio web.

4.9 Diseño de aplicación Android para asistencia vehicular

Las entidades públicas que se encargan de arreglar los baches en las vías demoran un buen tiempo en terminar sus trabajos y, mientras ese tiempo transcurre los conductores deben ser avisados de los daños encontrados para no perjudicar a sus vehículos. Por esta razón, se necesita de una aplicación que muestre los marcadores donde se encuentran los baches y alerte al conductor mientras se encuentra conduciendo.

4.9.1 Estructura de la aplicación Android

Para mostrar de manera sencilla la estructura de la aplicación Android, se explicará el desarrollo mediante las 4 partes fundamentales que tiene la aplicación. En la figura 30 se muestra el menú principal que se ha dividido en 4 botones: Baches, Foto, Estadísticas y Denuncia. Desde este menú el usuario podrá tener acceso a las diferentes funcionalidades que contiene la aplicación.

FIGURA N° 30
MENÚ PRINCIPAL DE LA APLICACIÓN ANDROID



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

4.9.2 Baches

En esta sección de la aplicación se mostrará en pantalla un mapa proporcionado por Google Maps. Para poder incorporar esta función en la aplicación se necesita tener una cuenta de Google, desde donde se accede a la página web de la consola de APIs de Google.

Luego de ciertas configuraciones se obtiene una credencial de API, de donde obtenemos una clave API. Como seguridad se restringe el uso de esa clave para la aplicación, para ello se suministra el nombre del paquete y la huella digital del certificado SHA-1 ambos datos son otorgados al crear una actividad de Google Maps en Android Studio.

Esta parte de la aplicación es la que brindará asistencia vehicular al conductor, por lo tanto, dentro del mapa de Google se añaden marcadores enlazados con las coordenadas de todos los baches

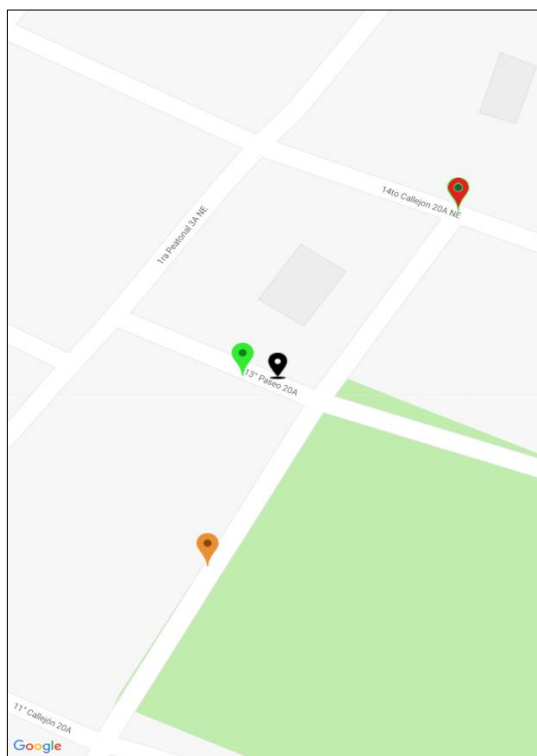
detectados que se encuentran almacenados en la base de datos anteriormente creada.

Dentro de los campos que se crearon en la base de datos se estableció también la gravedad del bache y este campo es el que provee el color del marcador, siendo rojo para gravedad alta, naranja para gravedad media y verde para gravedad baja.

Además, se añadió un marcador personalizado de color negro para indicar la ubicación actual del conductor, estas coordenadas se obtuvieron al configurar dentro de la aplicación los permisos para utilizar el GPS del Smartphone.

En la figura 31 se puede observar el contenido mostrado al presionar el botón Baches desde el menú principal de la aplicación.

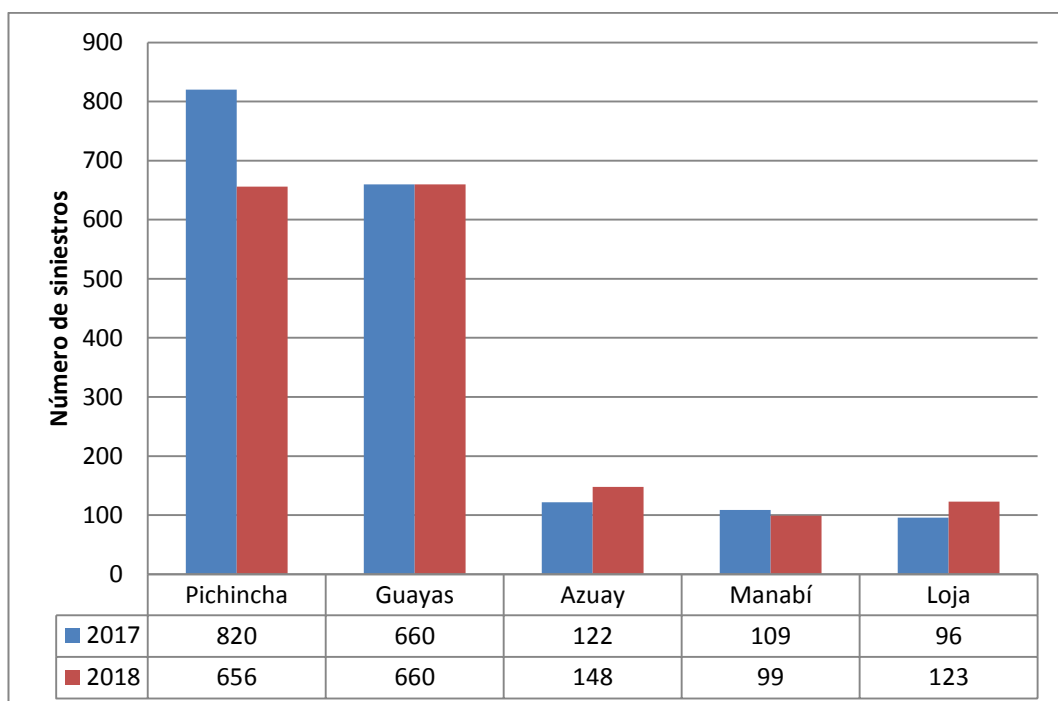
FIGURA N° 31
ACTIVIDAD BACHES



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

Una de las causas de accidentes de tránsito mortales en el país es la desatención al conducir ya sea por factores externos en la carretera o dispositivos móviles. A continuación en la figura 32 se muestran los números de siniestros considerando ciertas provincias, tomados del mes de Junio de los años 2017 y 2018.

FIGURA N° 32
NUMERO DE SINIESTROS POR PROVINCIA
COMPARATIVA DE MES DE JUNIO 2017-2018

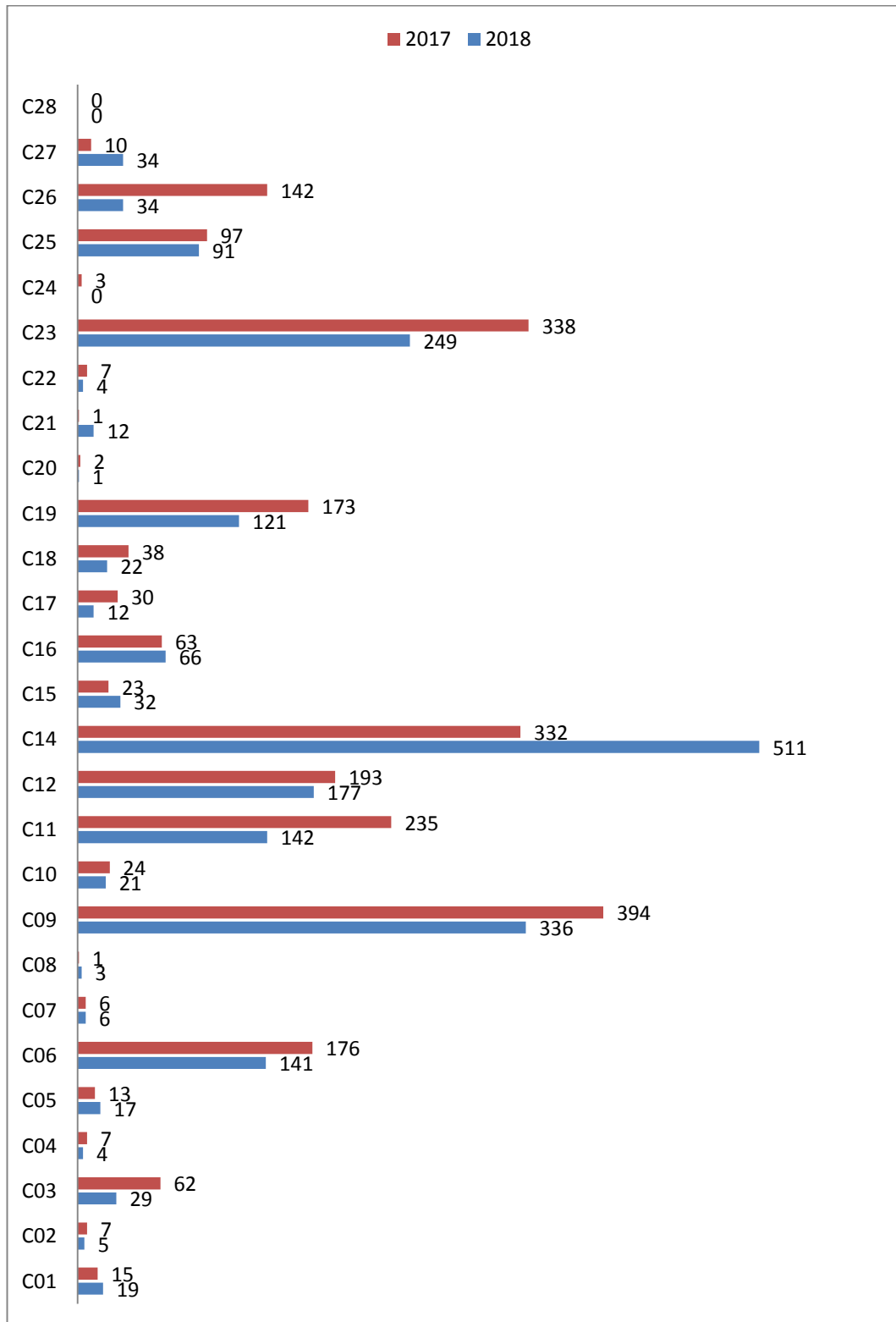


Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (ANT)
 Elaboración: Investigación directa

Como se muestra en la figura el total de siniestros en la provincia del Guayas para el mes de Junio en los años 2017 y 2018 es el mismo valor resultando en 660 accidentes de tránsito. Sin embargo, las autoridades han tomado medidas para disminuir esta cantidad haciendo campañas de concientización a los ciudadanos, se puede apreciar que en el caso de Pichincha el número se incrementa.

En la figura 33 se muestran las causas de los accidentes de tránsito para el mismo mes y años.

FIGURA N° 33
NUMERO DE SINIESTROS POR CAUSAS PROBABLES
COMPARATIVA DE MES DE JUNIO 2017-2018



Fuente: Agencia Nacional de Tránsito (ANT)
 Elaboración: Investigación directa

En la figura el código C14 representa la causa siguiente: Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor). En el anexo 4 se puede visualizar el resto de causas según su código.

Esta causa tiene para el año 2018 un total de 511 accidentes mientras que para el año 2017 el número es menor con 332 accidentes. Se puede concluir que cada vez más los conductores demuestran una inclinación a distraerse mientras se encuentran conduciendo.

Debido a estas estadísticas se necesita que los baches no solamente sean mostrados en la pantalla celular ya que esto distraería al conductor pudiendo resultar en un accidente de tránsito mortal, sino también que el dispositivo pueda alertar por medio de un audio al conductor de un bache cercano a su camino.

4.9.2.1 Formula Haversine para Medición de la Distancia Entre Baches

Para conocer cuál es el bache más cercano a la posición del conductor se necesita saber en primer lugar la distancia que hay entre los baches registrados y la ubicación actual del conductor.

Se logra mediante la fórmula Haversine que se utiliza para calcular la aproximación esférica de la distancia entre dos puntos de la superficie terrestre. Es decir, la fórmula determina la distancia del círculo máximo entre dos puntos en una esfera dadas sus longitudes y latitudes.

$$d = 2r \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \sin^2 \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right)$$

Donde:

ϕ_2 , ϕ_1 y λ_2 , λ_1 : Se refieren a la latitud y longitud expresadas en radianes de los puntos 1 y 2 respectivamente.

r : Se refiere al radio terrestre Medio.

d : Distancia entre los dos puntos.

Aplicando esta fórmula en el código se logra obtener la distancia entre la ubicación actual del conductor y cada uno de los baches registrados en la base de datos.

Luego, utilizando bucles y condicionales en el código se obtiene la distancia mínima, es decir, la más cercana a la ubicación del conductor. Una vez obtenido este dato se crean 3 archivos mp3 con un mensaje de voz diferente para los tres tipos de gravedad de bache: alta, media y baja y se reproduce el mensaje de acuerdo a la gravedad que se haya recibido del bache cercano.

El mensaje de voz creado contiene una alerta para el conductor, que al escucharla sin necesidad de voltear al móvil, podrá tomar las debidas precauciones para disminuir el riesgo de impactar con un bache y de esta forma evitar un daño o avería al vehículo.

4.9.3 Foto

Esta sección de la aplicación se creó con el fin de que un ciudadano pueda denunciar o registrar un bache de forma independiente sin necesidad del hardware de detección instalado en su vehículo. Por lo tanto, al presionar en el botón Foto la aplicación despliega 3 opciones que son: Tomar Foto, Cargar Imagen y Cancelar.

En la opción Tomar Foto el ciudadano utiliza la cámara de su dispositivo para capturar la foto de un bache encontrado en el camino, automáticamente se despliega una nueva actividad que muestra la foto capturada con la opción de que el ciudadano añada su cédula de

identidad y la dirección de la ubicación según Google Maps se establece automáticamente.

Además, se le añade las coordenadas de donde fue capturada la imagen y todos estos datos son enviados al servidor que aloja esta información en la base de datos, ver Figura 34.

FIGURA N° 34
ACTIVIDAD TOMAR FOTO

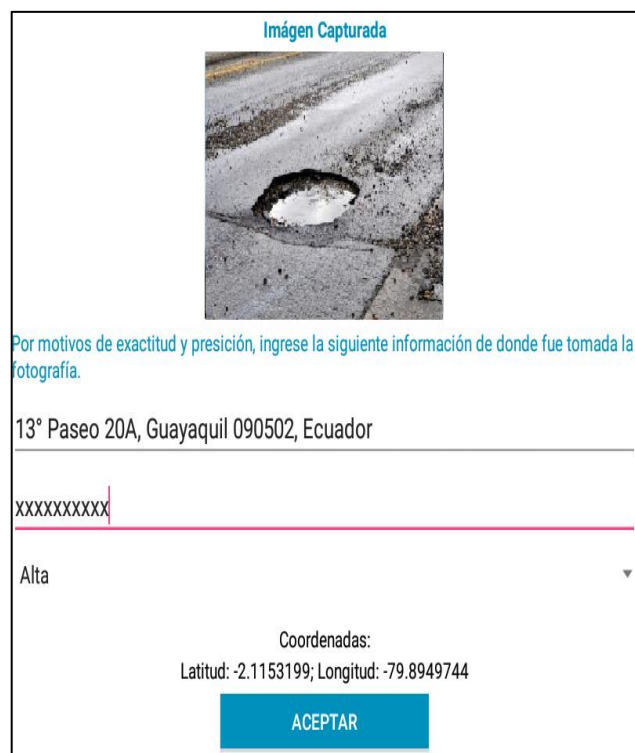


Imagen Capturada

Por motivos de exactitud y precisión, ingrese la siguiente información de donde fue tomada la fotografía.

13° Paseo 20A, Guayaquil 090502, Ecuador

xxxxxxxxxx

Alta ▼

Coordenadas:
Latitud: -2.1153199; Longitud: -79.8949744

ACEPTAR

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

El añadir esta funcionalidad a la aplicación móvil permite brindar otra vía alternativa para la detección de un bache que al final servirá a las entidades públicas para que procedan al arreglo de las vías.

Los ciudadanos por lo general denuncian esta clase de inconvenientes por otros medios como las redes sociales de las instituciones públicas pero, con la ayuda de esta aplicación se crearía un filtro donde toda esta información se almacenaría específicamente en un

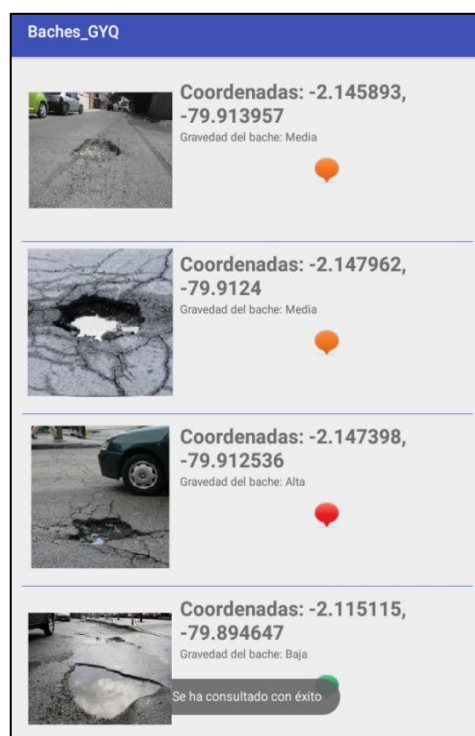
solo lugar y las entidades encargadas podrían ir a consultar la información.

La opción Cargar Imagen permite que el ciudadano en caso de no contar con el servicio de Internet en su Smartphone, pueda tomar foto del bache y luego al conectarse a una red cargar la imagen capturada desde la galería de imágenes de su dispositivo.

4.9.4 Estadísticas

Esta sección de la aplicación permite que el usuario pueda visualizar la cantidad total de baches detectados tanto por el hardware de detección de baches como por la ayuda de los ciudadanos. Es decir, se muestra toda la información almacenada en la base de datos de manera organizada y legible para el usuario, ver Figura 35.

FIGURA N° 35
ACTIVIDAD ESTADISTICAS



Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

4.9.5 Denuncia

Esta sección de la aplicación permite al usuario denunciar directamente algún descontento o incomodidad que presente ante las autoridades competentes, realiza una llamada directa a los dos entes que se encargan de supervisar el servicio vial en la ciudad de Guayaquil como son; ATM y la Municipalidad de Guayaquil. Se diseñó este apartado para acercar al ciudadano con las autoridades municipales, ya que estos dos actores son importantes para que las calles estén en buen estado.

4.10 Presupuesto

La elaboración del prototipo detector de baches requiere estimar los valores y unidades de materiales siguientes:

TABLA N° 14
Material requerido para la construcción del prototipo

Cantidad	Descripción	Precio
1	Sensor piezoeléctrico	\$ 1, 50
1	Módulo GPS	\$ 22, 50
1	Módulo Wi-Fi	\$ 8, 00
1	Arduino Uno	\$ 15, 00
1	Diodo LED	\$ 0, 15
1	Resistencia	\$ 0, 10
20	Conectores	\$ 2, 00
1	Cable AB	\$ 13, 00
Total		\$ 62, 25

Fuente: Investigación Directa
Elaboración: Rojas Barreth Víctor

4.11 Conclusiones

Se logró construir y desarrollar el prototipo de detección de baches sin inconveniente alguno utilizando materiales y componentes de bajo coste así como software libre lo que lo convierte a este sistema en rentable.

Cabe destacar la ayuda de páginas web, blogs, plataformas educativas y comunidades de desarrolladores informáticos y electrónicos que comparten mucha información acerca de estos temas y que permiten obtener soluciones a los problemas que se presentan en la realización del trabajo.

Se utilizaron componentes accesibles de encontrar en el mercado y que se usan comúnmente en el ámbito educativo lo que permite incentivar al colectivo académico a proponerse y desarrollar más proyectos en las áreas electrónicas y computacionales.

En lo que concierne a los objetivos, se cumplieron con cada uno de ellos siendo piezas importantes que en conjunto lograron crear este sistema, incluyendo la base de datos que contiene toda la información recolectada tanto por el medio hardware y software del sistema.

En las pruebas realizadas se observó que la aplicación funcionaba correctamente y que alineado al GPS interno del Smartphone se actualizaba la ubicación del conductor y alertaba de los baches cercanos, siendo esto parte fundamental para que este sistema brinde asistencia vehicular en tiempo real.

En cuanto a los resultados de la encuesta se concluye que los ciudadanos encuestados necesitan de un sistema que les ayude al conducir y que les permita anticiparse a un bache para poder evitarlo.

4.12 Recomendaciones

El sistema de detección utiliza hardware de bajo coste lo que en ocasiones representa menor exactitud en los datos o menor resistencia a las condiciones reales que se presentan cuando se desarrolla un trabajo en ambientes externos. Por ejemplo, para el sensor de impacto se recomienda un sensor más resistente y robusto que pueda resistir fuerzas altas ya que este componente iría ubicado en un punto estratégico del tren delantero de un vehículo.

En cuanto al módulo GPS, mientras se realizaban las pruebas se notó que el módulo tardaba un promedio de 15 minutos en conectarse a los satélites que le suministraban la información de posicionamiento geográfico. Esto generaría inconvenientes si se toma en cuenta que el sistema debe estar funcionando antes o al mismo momento que el conductor comienza su camino.

El sistema utiliza un módulo WiFi para enviar los datos que recolecta el Microcontrolador a la base de datos alojada en el servidor local, sin embargo existe la probabilidad de que en algún momento no se tenga acceso a alguna red que provea el servicio de Internet o que la conexión falle.

Por lo tanto, se recomienda añadir al Microcontrolador un data logger para que internamente almacene la información recolectada y luego pueda ser transferida a la base de datos, evitando de esta forma la pérdida de información.

Por último se recomienda cambiar el uso de un servidor local, a un servidor remoto con un nombre de dominio propio para que nuestra aplicación pueda tener acceso a los datos en cualquier parte del mundo y con una velocidad de carga de datos aceptable.

ANEXOS

ANEXO N° 1

CÓDIGO DE SENSOR DE IMPACTO

```

const int ledPin = 13;      // led conectado al pin digital 13
const int knockSensor = A0; // disco piezoelectrico conectado a pin 0
const int alta = 300;      // nivel de impacto para gravedad de bache alta
const int media = 200;     // nivel de impacto para gravedad de bache media
const int baja = 100;      // nivel de impacto para gravedad de bache baja

// Estas variables cambiarán:
int sensorReading = 0;      // Variable para almacenar el valor leído desde el sensor piezoelectrico
int ledState = LOW;         // Variable usada para almacenar el último estado del LED que enciende la luz

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // Se declara el ledPin como OUTPUT
  Serial.begin(9600);      // Velocidad del puerto serial
}

void loop() {

  // Lee el sensor y lo guarda en la variable sensorReading:
  sensorReading = analogRead(knockSensor);

  // Se condicionan los niveles de gravedad de bache de acuerdo a la señal de sensorReading:
  if ((sensorReading <= baja) && (sensorReading > 10)) {
    // Cambia el estado del ledPin:
    ledState = !ledState;
    // Actualiza el ledPin:
    digitalWrite(ledPin, ledState);
    Serial.println(sensorReading);
  }
  else if ((sensorReading > baja) && (sensorReading <= media)){
    ledState = !ledState;
    digitalWrite(ledPin, ledState);
    Serial.println(sensorReading);
  }
  else if (sensorReading > media){
    ledState = !ledState;
    digitalWrite(ledPin, ledState);
    Serial.println(sensorReading);
  }
  }

  delay(100); // Se establece un retardo para evitar sobrecarga del buffer del puerto serial
}

```

Fuente: Investigación Directa

Elaboración: Rojas Barreth Víctor

ANEXO N° 2

CÓDIGO DE MÓDULO GPS PARTE 1

```

#include <SoftwareSerial.h>

#include <TinyGPS.h>

/* This sample code demonstrates the normal use of a TinyGPS object.
   It requires the use of SoftwareSerial, and assumes that you have a
   4800-baud serial GPS device hooked up on pins 4(rx) and 3(tx).
*/

TinyGPS gps;
SoftwareSerial ss(4, 3);

void setup()
{
    Serial.begin(115200);
    ss.begin(4800);

    Serial.print("Simple TinyGPS library v. "); Serial.println(TinyGPS::library_version());
    Serial.println("by Mikal Hart");
    Serial.println();
}

void loop()
{
    bool newData = false;
    unsigned long chars;
    unsigned short sentences, failed;

    // For one second we parse GPS data and report some key values
    for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;)
    {
        while (ss.available())
        {
            char c = ss.read();
            // Serial.write(c); // uncomment this line if you want to see the GPS data flowing
            if (gps.encode(c)) // Did a new valid sentence come in?
                newData = true;
        }
    }
}

```

Fuente: Investigación Directa
 Elaboración: Rojas Barreth Víctor

ANEXO N° 3

CÓDIGO DE MÓDULO GPS PARTE 2

```

if (newData)
{
    float flat, flon;
    unsigned long age;
    gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
    Serial.print("LAT=");
    Serial.print(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
    Serial.print(" LON=");
    Serial.print(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
    Serial.print(" SAT=");
    Serial.print(gps.satellites() == TinyGPS::GPS_INVALID_SATELLITES ? 0 : gps.satellites());
    Serial.print(" PREC=");
    Serial.print(gps.hdop() == TinyGPS::GPS_INVALID_HDOP ? 0 : gps.hdop());
}

gps.stats(&chars, &sentences, &failed);
Serial.print(" CHARS=");
Serial.print(chars);
Serial.print(" SENTENCES=");
Serial.print(sentences);
Serial.print(" CSUM ERR=");
Serial.println(failed);
if (chars == 0)
    Serial.println("*** No characters received from GPS: check wiring ***");
}

```

Fuente: Investigación Directa
 Elaboración: Rojas Barreth Víctor

ANEXO N° 4

BASE DE DATOS

+ Opciones

←

→

				idDatos	Gravedad	Latitud	Longitud	Imagen	ID			
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	1532576189358	Baja	-2.115388	-79.8949674	[BLOB - 11.1 KB]	0967552310
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	1532576375333	Media	-2.147028	-79.911326	[BLOB - 7.6 KB]	0876544789
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	1532576375515	Alta	-2.115702	-79.89502	[BLOB - 11.1 KB]	0453289760
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	1532576375577	Media	-2.145893	-79.913957	[BLOB - 11.3 KB]	0867845532
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	1532576375588	Baja	-2.147962	-79.9124	[BLOB - 12.9 KB]	0957678422
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	1532576375999	Alta	-2.147398	-79.912536	[BLOB - 9.7 KB]	0983421653
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	1532576995522	Baja	-2.115115	-79.894647	[BLOB - 11.1 KB]	0945743920
<input type="checkbox"/>		Editar		Copiar		Borrar	1534999807327	Alta	-2.1154502	-79.8949338	[BLOB - 11.1 KB]	0967743265

☐ Seleccionar todo

Para los elementos que están marcados:

Editar

Copiar

Borrar

Exportar

Fuente: Investigación Directa

Elaboración: Rojas Barreth Víctor

ANEXO N° 5

CAUSAS DE SINIESTROS DE ACUERDO A CÓDIGO



DIRECCIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

SINIESTROS POR CAUSAS PROBABLES A NIVEL NACIONAL- JUNIO 2018

CODIGO	CAUSAS PROBABLES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	TOTAL A JUNIO 2018	%
C01	CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR (EXPLOSIÓN DE NEUMÁTICO NUEVO, DERRUMBE, INUNDACIÓN, CAÍDA DE PUENTE, ÁRBOL, PRESENCIA INTEMPESTIVA E IMPREVISTA DE SEMOVIENTES EN LA VÍA, ETC.).	12	10	37	28	30	19	136	1,09
C02	PRESENCIA DE AGENTES EXTERNOS EN LA VÍA (AGUA, ACEITE, PIEDRA, LASTRE, ESCOMBROS, MADEROS, ETC.).	9	16	11	15	6	5	62	0,50
C03	CONducir EN ESTADO DE SOMNOLENCIA O MALAS CONDICIONES FÍSICAS (SUEÑO, CANSA NCIO Y FATIGA L).	35	23	30	27	19	29	163	1,31
C04	DAÑOS MECÁNICOS PREVISIBLES.	3	5	11	6	4	4	33	0,26
C05	FALLA MECÁNICA EN LOS SISTEMAS Y/O NEUMÁTICOS (SISTEMA DE FRE NOS, DIRECCIÓN, ELECTRÓNICO O MECÁNICO).	14	22	18	19	13	17	103	0,83
C06	CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS.	139	114	159	157	164	141	874	7,01
C07	PEATÓN TRANSITA BAJO INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS.	5	8	3	4	5	6	31	0,25
C08	PESO Y VOLUMEN-NO CUMPLIR CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD NECESARIAS AL TRANSPORTAR CARGAS.	3	1	3	1	3	3	14	0,11
C09	CONducir VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD.	327	319	296	376	341	336	1.995	16,01
C10	CONDICIONES AMBIENTALES Y/O ATMOSFÉRICAS (NEBLA, NEBLINA, GRANIZO, LLUVIA).	48	65	25	50	29	21	238	1,91
C11	NO MANTENER LA DISTANCIA PRUDENCIAL CON RESPECTO AL VEHÍCULO QUE LE ANTECEDE.	167	107	146	148	124	142	834	6,69
C12	NO GUARDAR LA DISTANCIA LATERAL MÍNIMA DE SEGURIDAD ENTRE VEHÍCULOS.	147	132	191	177	157	177	981	7,87
C14	CONducir DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO (CELULAR, PANTALLAS DE VIDEO, COMIDA, MAQUILLAJE O CUALQUIER OTRO ELEMENTO DISTRACTOR).	392	629	441	524	481	511	2.978	23,90
C15	DEJAR O RECOGER PASAJEROS EN LUGARES NO PERMITIDOS.	50	13	42	30	38	32	205	1,65
C16	NO TRANSITAR POR LAS ACERAS O ZONAS DE SEGURIDAD DESTINADAS PARA EL EFECTO.	41	44	50	55	59	66	315	2,53
C17	BAJARSE O SUBIRSE DE VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO SIN TOMAR LAS PRECAUCIONES DEBIDAS.	24	11	27	18	23	12	115	0,92
C18	CONducir EN SENTIDO CONTRARIO A LA VÍA NORMAL DE CIRCULACIÓN.	30	16	35	7	32	22	142	1,14
C19	REALIZAR CAMBIO BRUSCO O INDEBIDO DE CARRIL.	121	86	130	80	146	121	684	5,49
C20	MAL ESTACIONADO- EL CONDUCTOR QUE DETENGA O ESTACIONE VEHÍCULOS EN SITIOS O ZONAS QUE ENTRAÑEN PELIGRO, TALES COMO ZONA DE SEGURIDAD, CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES.	8	2	2	3	1	1	17	0,14
C21	MALAS CONDICIONES DE LA VÍA Y/O CONFIGURACIÓN. (ILUMINACIÓN Y DISEÑO).	4	3	10	6	15	12	50	0,40
C22	ADELANTAR O REBASAR A OTRO VEHÍCULO EN MOVIMIENTO EN ZONAS O SITIOS PELIGROSOS TALES COMO: CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES, ETC.	8	10	6	5	5	4	38	0,30
C23	NO RESPETAR LAS SEÑALES REGLAMENTARIAS DE TRÁNSITO. (PARE, CEDA EL PASO, LUZ ROJA DEL SEMAFORO, ETC.).	255	239	269	215	236	249	1.463	11,74
C24	NO RESPETAR LAS SEÑALES MANUALES DEL AGENTE DE TRÁNSITO.	-	1	-	3	3	-	7	0,06
C25	NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO A VEHÍCULOS.	63	42	86	73	75	91	430	3,45
C26	NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO AL PEATÓN.	107	31	46	54	21	34	293	2,35
C27	PEATÓN QUE CRUZA LA CALZADA SIN RESPETAR LA SEÑALIZACIÓN EXISTENTE (SEMAFOROS O SEÑALES MANUALES).	25	26	36	49	46	34	216	1,73
C28	DISPOSITIVO REGULADOR DE TRÁNSITO EN MAL ESTADO DE FUNCIONAMIENTO (SEMAFORO).	23	-	19	-	1	-	43	0,35
	TOTAL	2.060	1.975	2.129	2.130	2.077	2.089	12.460	100,00

Fuente: Investigación Directa

Elaboración: Rojas Barreth Víctor

ANEXO N° 6

FORMATO DE LA ENCUESTA

1. Defina su sexo

- Masculino
- Femenino

2. ¿En qué rango se encuentra su edad?

- Adulto joven (18-25 años)
- Adulto maduro (25-60 años)
- Adulto mayor (60 años en adelante)

3. ¿Considera usted que las calles de Guayaquil se encuentran en buen estado?

- Excelente
- Bueno
- Regular
- Malo

4. ¿Alguna vez su vehículo ha sido averiado por caer en un bache?

- Si
- No

5. ¿Qué uso le da a su vehículo?

- Personal
- Taxi
- Bus urbano

6. ¿Sabía usted que puede reclamar al Municipio de Guayaquil la indemnización por los daños y perjuicios causados a su vehículo, o integridad física, si es que cae en un bache?

- Si
- No

7. ¿Conoce usted alguna aplicación móvil que pueda alertarle de un bache mientras está conduciendo?

- Si
- No

8. En caso de observar un bache, ¿le gustaría tener una aplicación móvil en la cual pueda tomar foto y denunciar el daño a las autoridades competentes?

- Si
- No

9. ¿Cree usted necesario el desarrollo de un sistema de detección de baches que los ubique y alerte de ellos al conductor por medio de una aplicación móvil?

- Si
- No

BIBLIOGRAFÍA

Abraham Silberschatz, P. B. (2014). Libro. *Operating System Concepts Essentials*. Wiley.

Android Developers. (25 de Abril de 2018). Sitio Web. *Developers*.
<https://developer.android.com/studio/intro/>

Arq. Leonardo García, I. A. (2003). Manual Elemental de Servicios Municipales. *Rehabilitación y mantenimiento de canales y caminos*. AMUNIC e INIFOM.

Bayardo, M. G. (1987). Libro. *Introducción a la metodología de la investigación educativa*. México, D.F: Editorial Progreso.

El Telégrafo. (26 de Marzo de 2018). Sitio Web. El Telégrafo
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/1/baches-mal-recurrente-durante-epoca-de-lluvias>

El Universo. (20 de Abril de 2018). Sitio Web. *El Universo*.
<https://www.eluniverso.com/guayaquil/2018/04/20/nota/6723342/flota-98-buses-reemplazara-unidades-que-estan-cumplir-su-tiempo>

Gautschi, G. (2002). Libro. *Piezoelectric Sensors*. Springer.

Google. (s.f.). Sitio Web. *Google APIs*.
<https://console.developers.google.com/apis>

GPS.gov. (s.f.). Sitio Web. GPS.gov: <https://www.gps.gov/>

Hernando, V. C. (2010). Repositorio de la Universidad Carlos III de Madrid. *Diseño de una suspensión para un vehículo automóvil basada en amortiguadores magneto-reológicos*. e-archivo.uc3m.es: Madrid.

INEC. (2016). Sitio Web. *Ecuador en cifras.*

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/transporte/>

Isern, M. T., Gallego, C. F., & Segura, A. M. (2006). Documento de Sitio Web. *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina.* Barcelona: Barcelona Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.

James F. Tressler, S. A. (1998). Artículo de Revista. Piezoelectric Sensors and Sensor Materials. *Journal of Electroceramics*, 257–272.

Llamas, L. (s.f.). Sitio Web. *Luis Llamas Ingeniería, informática y diseño.*
<https://www.luisllamas.es>

Mora, R. L. (2002). Artículo de Revista. La dimensión de Hausdorff-Besicovitch en el diseño de la banda de rodadura de neumáticos. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, Vol 18, 1, 19-30.

Nisarg Gandhewar, R. S. (2010). Artículo de Revista. *Google Android: An Emerging Software Platform For Mobile Devices.* International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE): India.

Patio Tuerca. (8 de Diciembre de 2015). Sitio Web. *Patio Tuerca.*
<https://ecuador.patiotuerca.com/blog/marcas-modelos/>

Pinos, C. S. (2014). Repositorio de la UEES. *Análisis comparativo de trabajos de bacheo usando hormigón asfáltico frío y hormigón asfáltico caliente mezclado en planta.* UEES: Samborondón.

Tanenbaum, A. S. (2003). Libro. *Sistemas Operativos Modernos.* En A. S. Tanenbaum, *Sistemas Operativos Modernos* (págs. 1-4). México: Pearson Education Inc.

Tudela, J. A. (2009). Libro. *Desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles sobre la plataforma Android de Google.* Madrid.

