

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico Automotriz

PROYECTO TÉCNICO:

**“Diseño y construcción de un sistema electrónico de
adquisición de datos y determinación de costos de
movilidad para vehículos de la categoría M1 y N1.”**

Autor:

Holger Andrés Rojas Toro

TUTOR:

Ing. Javier Vázquez Salazar

CUENCA - ECUADOR

2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Holger Andres Rojas Toro, con documento de identificación N° 0705146504, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales, en virtud de que soy autor del trabajo de titulación “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y DETERMINACIÓN DE COSTOS DE MOVILIDAD PARA VEHÍCULOS DE LA CATEGORÍA M1 Y N1.”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Mecánico Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor, me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, junio del 2018



Holger Andres Rojas Toro

0705146504

CERTIFICACIÓN

Yo declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y DETERMINACIÓN DE COSTOS DE MOVILIDAD PARA VEHÍCULOS DE LA CATEGORÍA M1 Y N1”, realizado por Holger Andrés Rojas Toro, obteniendo el Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, julio del 2018.



Ing. Javier Vázquez Salazar
C.I. 0301448353

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Holger Andrés Rojas Toro, con número de cédula 0705146504 autor del trabajo de titulación “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y DETERMINACIÓN DE COSTOS DE MOVILIDAD PARA VEHÍCULOS DE LA CATEGORÍA M1 Y N1”, certifico que el total contenido del Proyecto Técnico es de mí exclusiva responsabilidad y autoría

Cuenca, julio del 2018.



Holger Andres Rojas Toro

0705146504

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado con mucho esfuerzo y dedicación a mis padres Holger Rojas y Dina Toro por todo el inmenso sustento que me han otorgado en el transcurso de mi vida como estudiante y como ser humano, de la misma manera agradezco los valores que me han enseñado desde mi niñez hasta mi vida adulta, con el mismo agradecimiento y afecto reconozco a mi tutor el Ing. Javier Vázquez por haberme brindado todo su apoyo y aportado con sus conocimientos, a mis hermanas, a mi novia y a mi familia en general por estar siempre apoyándome en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme su bendición y a su vez la motivación para culminar con esta meta.

A mis padres que me apoyan en todo momento, siempre alentándome a cumplir mis metas, siempre dándome consejos para superarme cada día.

Mi especial y sincero agradecimiento al Ing. Javier Vázquez por todos los consejos que recibí que fueron parte fundamental para el desarrollo de mi proyecto de titulación y de mi persona.

A la Universidad Politécnica Salesiana por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi amigo Vicente Alvarez por brindarme sus conocimientos que me ayudaron en el desarrollo de este proyecto.

A mi novia, amigos y familia, les agradezco por sus consejos, apoyo, ánimos que fueron parte fundamental en mi vida para poder superarme y poder culminar con esta meta.

RESUMEN

El diseño y construcción de un sistema electrónico de adquisición de datos que a partir de su construcción determina los costos de movilidad para vehículos de la categoría M1 y N1, se realiza con la finalidad de conocer los elementos que intervienen en el desgaste del mismo por lo cual inciden en los costos directos de operatividad del vehículo. El presente estudio se define como una investigación de campo experimental de carácter descriptivo que utiliza la observación como técnica de investigación que aplica el instrumento de la ficha de cotejo para la recolección de datos. Así mismo, se lleva a cabo una investigación y análisis del fundamento teórico con el fin de establecer la construcción y diseño del sistema, además se toma en cuenta el estado del arte como referencia para el desarrollo del sistema de adquisición de datos.

Consecutivamente se procede a determinar los costos de operatividad, siendo estos fijos y variables, los cuales serán utilizados en el sistema, con el fin de establecer la rentabilidad que se genera al utilizar vehículos M1 y N1, teniendo en cuenta los gastos por uso como factor fundamental del proyecto.

Una vez establecidos todas a consideraciones, se procede al diseño y construcción del sistema de adquisición de datos, en donde se detalla cada uno de los elementos utilizados, el proceso de construcción, como se realizó la programación del sistema y que programas se utiliza para la visualización de los datos generados por el sistema.

En la etapa de pruebas, se comprueba que el sistema funciona de manera adecuada, que los datos a obtener como altitud, latitud, velocidad, distancia y tiempo sean correctos, para ello se realiza recorridos a través de rutas específicas que permiten evaluar el comportamiento del sistema de adquisición de datos. Las pruebas se realizan en vehículos de distintas características con el fin de validar todos los datos generados.

ABSTRACT

The design and construction of an electronic data acquisition system that, based on its construction, determines the mobility costs for vehicles of category M1 and N1, is carried out with the purpose of knowing the elements that intervene in its wear and tear. They affect the direct costs of operation of the vehicle. The present study is defined as an experimental field research of a descriptive nature that uses observation as a research technique that applies the instrument of the check-off for the collection of data. Likewise, a research and analysis of the theoretical foundation is carried out in order to establish the construction and design of the system, and the state of the art is taken into account as a reference for the development of the data acquisition system.

Consecutively proceeds to determine the operating costs, being these fixed and variable, which will be used in the system, in order to establish the profitability that is generated by using vehicles M1 and N1, taking into account the costs for use as a factor fundamental of the project.

Once all are established, the design and construction of the data acquisition system is carried out, detailing each of the elements used, the construction process, how the system was programmed and what programs are used for the visualization of the data generated by the system.

In the testing stage, it is verified that the system works properly, that the data to be obtained such as altitude, latitude, speed, distance and time are correct, for this purpose, routes are made through specific routes that allow evaluating the behavior of the data acquisition system. The tests are carried out on vehicles of different characteristics in order to validate all the generated data

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	IV
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
OBJETIVOS	2
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
JUSTIFICACIÓN	3
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPITULO I	7
1 ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.	7
1.1 MARCO TEORÍCO	7
1.1.1 SISTEMAS DE CONTROL DE MOVILIDAD	7
1.1.2 Sistema electrónico de adquisición de datos	7
1.1.3 Medidas analógicas	8
1.1.4 Medidas comparadas	8
1.1.5 Medidas digitales	8
1.2 Arquitectura básica de un sistema de adquisición de datos	9
1.2.1 Sensores	9
1.2.2 Acondicionamiento de señales	10
1.2.3 Actuadores	10
1.2.4 Tarjeta de adquisición de datos	11
1.3 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	11
1.4 Plataforma Arduino	11
1.5 Costos de movilidad (transporte)	12
1.5.1 Cuantificación de uso de vehículos	13
1.6 Tipos de mantenimiento	14
1.6.1 Mantenimiento preventivo	14
1.6.2 Mantenimiento correctivo	14
1.6.3 Mantenimiento predictivo	14
1.6.4 Mantenimiento programado	14
1.7 Aplicaciones de adquisición de datos	14
1.7.1 Tipificación de vehículo M1 y N1	15
1.8 Situaciones que mejoran a partir del análisis de datos	15
1.8.1 Logística de transporte	15
1.9 Consumo de combustible	16
1.10 Estado del Arte	17

CAPITULO II	20
2 DETERMINACIÓN DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES DE PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS M1 Y N1	20
2.1 Determinación de costos por uso	20
2.2 Costos operativos	20
2.2.1 Características de los costos fijos	21
2.2.2 Características de los costos variables	22
2.3 Costos variables	22
2.3.1 Determinación del costo del combustible	22
2.3.2 Determinación del costo de los neumáticos	22
2.3.3 Cálculo del mantenimiento preventivo	23
2.3.4 Cálculo del mantenimiento correctivo	24
2.4 Costos Fijos	25
2.4.1 Legalización	25
2.5 Insumos de costos variables	25
CAPITULO III	27
3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE MÓDULO GPS	27
3.1 Tipos de vehículos utilizados para la adquisición de datos	27
3.2 Variables utilizadas en el desarrollo del sistema electrónico	27
3.2.1 Ubicación	27
3.2.2 Tiempo	28
3.2.3 Distancias	28
3.2.4 Velocidad	29
3.2.5 Latitud	29
3.2.6 Longitud	29
3.2.7 Altitud	29
3.2.8 Consumo de combustible	30
3.3 Descripción del equipo utilizado para la obtención de datos	30
3.4 Construcción del equipo utilizado para la obtención de datos	32
3.5 Descripción de la programación realizada para el sistema electrónico:	34
3.6 Programas utilizados para la visualización los datos obtenidos	38
CAPITULO IV	40
4 PRUEBAS DE RECORRIDO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN ELECTRÓNICO DE DATOS	40
4.1 Proceso de pruebas	40
4.1.1 Selección de vehículos	41
4.1.2 Implementación en los vehículos seleccionados.	43
Implementación en el vehículo Toyota Land Cruiser Prado.	43
Implementación en el vehículo Chevrolet Grand Vitara	45

4.1.3	Selección de rutas	47
4.1.4	Recolección de datos y estudio de resultados	47
	Recolección de datos de los diferentes recorridos en el vehículo Chevrolet Grand Vitara.	48
	Ciclo de conducción Ruta 1	49
	CAPÍTULO V	72
5	MODOS DE CONDUCCIÓN	72
5.1	Tipos de conducción	72
5.1.1	Conducción agresiva	72
5.1.2	Conducción Normal	72
5.1.3	Conducción Pasiva	72
5.2	Las distracciones como elementos que inciden en una buena conducción	73
5.3	Resultados obtenidos en las pruebas de los modos de conducción:	74
5.3.1	Prueba 1. Conducción pasiva	74
5.3.2	Prueba 2: conducción normal	75
5.3.3	Prueba 3 conducción Agresiva:	77
5.4	Análisis de resultados	78
5.4.1	Diseño del sistema de adquisición de datos	78
5.4.2	Pruebas del sistema de adquisición de datos.	79
5.4.3	Modos de conducción	82
	CONCLUSIONES	83
	RECOMENDACIONES	84
6	BIBLIOGRAFÍA	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tarjeta Arduino modelo Mega	30
Ilustración 2. Módulo GPS	31
Ilustración 3. Pantalla	31
Ilustración 4. Módulo SD	31
Ilustración 5. Antena.....	32
Ilustración 6. Plataforma Arduino	32
Ilustración 7. Componentes conectados al protoboard.....	33
Ilustración 8. Esquema para la realización de la placa Shield.....	33
Ilustración 9. Unión de la tarjeta Arduino Mega con la placa shield y los componentes	34
Ilustración 10. Caja de madera para proteger la placa.....	34
Ilustración 11. Datos obtenidos punto por punto de la trayectoria.....	38
Ilustración 12. Página web GPS Visualizer.....	38
Ilustración 13. Modo de ingreso de los datos txt a la página GPS visualizer.....	39
Ilustración 14. Archivo KML generado por la página GPS visualizer.....	39
Ilustración 15. Muestra de la gráfica proporcionada por Google Earth	39
Ilustración 16. Proceso para la aplicación de pruebas	41
Ilustración 17. Derivación realizada en el cable de la señal.....	43
Ilustración 18. Ubicación del circuito en el vehículo.	44
Ilustración 19. Adaptador utilizado para alimentar a la tarjeta arduino.	44
Ilustración 20. Entrada de 12 v.....	45
Ilustración 21. Derivación realizada en el cable de la señal.....	45
Ilustración 22. Ubicación de la caja del circuito dentro del vehículo.....	46
Ilustración 23. Adaptador para cable USB	46
Ilustración 24. Entrada de 12 v.....	46
Ilustración 25. Gráfica del recorrido 1.....	48
Ilustración 26. Perfil de elevación de la ruta 1	49
Ilustración 27. Ciclo de conducción ruta 1 en vehículo 2	50
Ilustración 28. Costo por kilómetro de la ruta 1 vehículo 2	50
Ilustración 29. Gráfica del recorrido 2.....	51
Ilustración 30. Perfil de elevación de la ruta 2	52
Ilustración 31. Ciclo de conducción ruta 2 vehículo 2	53

Ilustración 32. Costo de la ruta 2 vehículo 2	53
Ilustración 33. Gráfica del recorrido 3.....	54
Ilustración 34. Perfil de elevación ruta 3	55
Ilustración 35. Ciclo de conducción ruta 3 vehículo 2	56
Ilustración 36. Costo de recorrido ruta 3 vehículo 2	56
Ilustración 37. Gráfica del recorrido 4.....	57
Ilustración 38. Perfil de elevación ruta 4.....	58
Ilustración 39. Ciclo de conducción ruta 4 vehículo 2	59
Ilustración 40. Costo de la ruta 4.....	59
Ilustración 41. Gráfica del recorrido 1 vehículo 1	60
Ilustración 42. Perfil de elevación ruta 1 vehículo 1	61
Ilustración 43. Ciclo de conducción ruta 1 vehículo 1	62
Ilustración 44. Costo de la ruta 1 vehículo 1	62
Ilustración 45. Gráfica ruta 2 vehículo 1	63
Ilustración 46. Perfil de elevación ruta 2 vehículo 1	63
Ilustración 47. Ciclo de conducción ruta 2 vehículo 1	64
Ilustración 48. Costo de la ruta 2 vehículo 1	65
Ilustración 49. Gráfico ruta 3 vehículo 1	66
Ilustración 50. Perfil de elevación ruta 3 vehículo 2	66
Ilustración 51. Ciclo de conducción 3 vehículo 2	67
Ilustración 52. Costo de la ruta 3	68
Ilustración 53. Gráfica recorrido 4 vehículo 1.....	69
Ilustración 54. Perfil de elevación recorrido 4 vehículo 1.....	69
Ilustración 55. Ciclo de conducción ruta 4 vehículo 1	70
Ilustración 56. Costo de la ruta.....	71
Ilustración 57. Costo de combustible conducción pasiva oeste – este.	74
Ilustración 58. Costo de combustible conducción pasiva oeste - este	75
Ilustración 59. Costo de combustible conducción normal oeste – este.	76
Ilustración 60. Costo de combustible conducción normal este - oeste.....	76
Ilustración 61. Costo de combustible conducción agresiva oeste – este.	77
Ilustración 62. Costo de combustible conducción agresiva este- oeste.....	78
Ilustración 63. Street view de ruta realizada.....	79
Ilustración 64. Ruta obtenida del sistema de adquisición de datos.	79
Ilustración 65. Ruta comprada con los resultados del autor.	80

Ilustración 66. Perfil de elevación ruta 1.....	80
Ilustración 67. Perfil de elevación comparado con los datos del autor	81
Ilustración 68. Ciclo de conducción ruta 2	81
Ilustración 69 .Ciclo de conducción a comparar.	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Influencias que inciden en el consumo de combustible	17
Tabla 2. Insumo de costos variables.....	25
Tabla 3. Insumos a utilizar en el sistema.	26
Tabla 4. Consumo total calculado Toyota Prado	36
Tabla 5. Características del vehículo 1.....	41
Tabla 6. Características vehículo 2	42
Tabla 7. Descripción de los recorridos.....	47
Tabla 8. Descripción Ruta 1	48
Tabla 9. Datos de altimetría de la ruta 1	49
Tabla 10. Costo por kilometro.....	50
Tabla 11. Descripción de la ruta 2.....	51
Tabla 12. Datos de altimetría del recorrido 2.....	52
Tabla 13. Descripción del recorrido ruta 3.....	54
Tabla 14. Datos de altimetría ruta 3	55
Tabla 15. Descripción del recorrido 4.....	57
Tabla 16. Datos de altimetría ruta 4	58
Tabla 17. Descripción ruta 1 vehículo 1	60
Tabla 18. Datos de altimetría ruta 1 vehículo 1	61
Tabla 19. Descripción de la ruta 2 vehículo 1	62
Tabla 20. Datos de altimetría ruta 1 vehículo 2	63
Tabla 21. Descripción recorrido ruta 3 vehículo 1	65
Tabla 22. Datos de altimetría ruta 3 vehículo 1	67
Tabla 23. Descripción recorrido 4 vehículo 1	68
Tabla 24 Datos de altimetría recorrido 4 vehículo 1	70
Tabla 25. Costo por modo de conducción.....	78

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de nuevos modelos de negocios relacionados con el área de transporte ha ido en ascenso en las últimas décadas. La evolución tecnológica y automotriz ha brindado las condiciones necesarias para que la industria mejore en sus procesos y servicios en virtud de aumentar su productividad y rentabilidad. En este sentido, negocios de transportes comerciales e industriales se han servido de los avances en la materia para ampliar sus empresas; sin embargo, existen quienes aún desconocen muchos de esos recursos tecnológicos que podrían ser usados como herramientas que contribuyan en la gestión de sus empresas.

En relación con el desarrollo de esa área de transporte, es fundamental reconocer la importancia que tiene el tema logístico en la planificación de las estrategias que le permiten cumplir con las metas y objetivos que como empresa se marcan, esto centrado en cuatro aspectos fundamentales considerados en relación al transporte cualquiera sea la naturaleza de la empresa, Anaya (2007): a) Utilización eficiente de los vehículos y la mano de obra ligada a ellos; b) Máxima rapidez y fiabilidad en las entregas, con un funcionamiento eficaz de la flota; c) Mantenimiento de la seguridad tanto en el tráfico como en los productos que se transportan; d) Operatividad de acuerdo a la legislación vigente.

Conviene subrayar que para lograr una gestión eficiente en el tema de transporte es preciso considerar como premisa fundamental el tema del mantenimiento del vehículo debido a que tanto el preventivo como el correctivo generan gran parte de los costos y gastos del presupuesto organizacional. En este orden de ideas, las empresas de transporte deben tener una planificación y control especial en el seguimiento de las averías de los vehículos así como la frecuencia en que ocurren y aquellos mantenimientos que deben hacerse en función de prevenir futuros daños.

En consecuencia, todas esas consideraciones que se deben hacer para determinar los costos reales exigen el conocimiento de una serie de informaciones que permita ser analizada por los responsables de las áreas encargadas del mantenimiento de los vehículos así como las rutas, los entrenamientos y todos aquellas factores que inciden en el uso y desgaste del vehículo, a fin de establecer las estrategias en función de mejorar la calidad del servicio que se presta y la manera en que se usan los vehículos.

Es en este particular, la propuesta realizada en la presente investigación genera una oportunidad para ampliar el estudio relacionado con la logística de transporte en función de determinar los costos reales que se generan en las empresas de transporte a partir del uso y desgaste del vehículo. Bajo esta perspectiva, en que los elevados costos de mantenimiento generan gran preocupación entre los empresarios, se propone un sistema electrónico de adquisición de datos que resulta oportuno como herramienta tecnológica que brinde una alternativa para recolectar datos reales y fidedignos relacionados con la distancia, el tiempo, la latitud, las condiciones climáticas, condiciones de la carretera así como el uso adecuado del vehículo por parte del conductor.

Por su parte, la información de las variables anteriormente descritas, permitirá a los negocios tomar medidas preventivas y correctivas respecto a elementos claves que permitan minimizar costos y aumentar productividad según el análisis que cada empresa realice.

OBJETIVOS

El diseño y construcción de un sistema electrónico de adquisición de datos es de gran ayuda para la carrera de Ingeniería Automotriz en el ámbito investigativo, para la línea de investigación en planificación del transporte, seguridad y gestión de la movilidad, también a empresas que deseen llevar un control de su flota vehicular y cooperativas de transporte que trabajen con vehículos en la categoría en estudio ya sean públicas o privadas.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un sistema electrónico de adquisición de datos para la determinación de los costos de movilidad en vehículos en la categoría M1 y N1.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el estado del arte de sistemas de adquisición de datos y de navegación en la industria automotriz para la obtención de la situación actual de esta tecnología.
- Establecer costos fijos y variables de puesta en marcha y funcionamiento de vehículos de la categoría M1 y N1 para la comparación de gastos reales.

- Diseñar un sistema mediante un módulo GPS el cual proporcione datos de ubicación, velocidad, distancia recorrida, estableciendo así la calidad de conducción para la determinación de la forma de manejo.
- Desarrollar pruebas de funcionamiento del sistema electrónico en vehículos para la comprobación de factibilidad del sistema.
- Establecer condiciones óptimas de conducción en función de los resultados obtenidos para la determinación de costos de movilidad.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del presente estudio, genera una serie de beneficios en virtud de su ejecución. Desde el punto de vista teórico, se dispone de una serie de postulados que argumentan cada una de las variables consideradas como fenómeno de estudio, donde existe una referencia teórica importante que enmarca la construcción total del trabajo. A su vez, con el aporte realizado en materia de sistemas electrónicos de adquisición de datos y variables de uso y desgaste en vehículos de clasificación M1 y N1, se deja evidencia de la viabilidad desde el punto de vista teórico para la elaboración de otras investigaciones que guarden relación con el presente estudio.

Asimismo, la facilidad y practicidad considerada en el desarrollo del sistema electrónico de adquisición de datos a partir de una plataforma amigable y de fácil acceso permite, una mayor y mejor comprensión del proyecto en virtud de que sea utilizado por más personas.

En consideración con la metodología utilizada, el uso de métodos confiables y universales que permiten un análisis de datos oportuno y veraz que caracterizan el estudio que arroja datos reales del fenómeno abordado en el campo en que se generan los hechos.

A partir de estas premisas, se considera la viabilidad de la investigación cuya totalidad permitirá a otras investigaciones encontrar un sustento académico que brinde un apoyo metodológico, teórico y práctico, así como académico.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

Para el desarrollo del presente estudio, se hizo una clasificación del método de estudio que, en este caso, es inductivo debido a que es un caso experimental en donde a partir de pruebas específicas se obtienen una serie de resultados que sustentan el presente trabajo. En primera instancia se clasificó objetivos específicos de investigación según el orden de importancia correlacionada con los parámetros de estudios desde el punto de vista teórico, identificando los conceptos fundamentales que argumentan el resto de la investigación.

Posteriormente, se describió el proceso de diseño del sistema de adquisición de datos especificando cada una de las herramientas e instrumentos utilizados en su construcción así como su función.

Luego de haber establecido el diseño, se realizaron las pruebas correspondientes para verificar la funcionalidad del sistema y detectar los posibles fallos que hubiesen podido surgir en el proceso, considerando para dichas pruebas, las rutas y los datos que debían ser recolectados para usarlos en su respectivo análisis.

Por último, se describen los modos de conducción, como argumento que incide en el mantenimiento y buen uso del vehículo. De esta manera, es importante destacar que a lo largo de todo el proceso de investigación, se usa la técnica de la observación como herramienta metodológica fundamental para la recolección de información a través de fichas construidas las cuales permiten obtener sólo datos relevantes.

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos han brindado en los últimos años una serie de ventajas en función de mejorar los procesos ya existentes. El uso de herramientas y programas que permiten conocer más a profundidad situaciones específicas, invitan a diseñar modelos de optimización que generen un valor agregado.

El caso de los sistemas de adquisición de datos, han recorrido un largo camino que involucra una serie de ciencias en función de la manera en que es recolectada la información en virtud de ser procesada cuantitativamente y almacenada en dispositivos de gran capacidad, lo cual permite obtener información desde un gran número de fuentes y múltiples entradas generando en sí mayor rapidez al proceso de recolección de datos, en donde se reduce el margen de error permitiendo obtener datos cada vez más confiables para que estos sean analizados, interpretando esos datos que han sido recolectados directamente de la realidad.

Es así como en el presente estudio se plantea diseñar un sistema electrónico de adquisición de datos que permita cuantificar el uso en vehículos N1 y M1 en función de determinar los costos de movilidad que tienen mayor incidencia en la operatividad de dichos vehículos.

De esta manera se presentan en una primera parte del estudio las generalidades que contextualizan el objeto de la investigación, posteriormente se presenta en un primer apartado las consideraciones relacionadas con los sistemas de control de movilidad que comprende el marco teórico relacionado con las características básicas de los sistemas de adquisición de datos, así como su arquitectura básica y los elementos que lo componen.

Se determina costos fijos y variables de puesta en marcha y funcionamiento de vehículos M1 y N1 donde se exponen los conceptos fundamentales de costos y las diferentes ecuaciones consideradas para sus respectivos cálculos.

Posteriormente, se plantea el diseño del sistema de adquisición de datos, teniendo como elemento principal un módulo GPS que es el que genera todos los datos que son interpretados por la tarjeta arduino describiendo cada uno de los pasos considerados para la construcción del sistema.

Así mismo en el apartado dedicado a la aplicación de las diferentes pruebas que se desarrollan para dar validez al sistema construido, de la misma manera se describen los modos de conducción como factor determinante en el uso y desgaste de los vehículos.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones que se desprenden del estudio realizado a fin de dar a conocer la realidad experimentada y a los resultados obtenidos en la aplicación de la metodología utilizada en el desarrollo de la investigación.

CAPITULO I

1 ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Este capítulo estudia los aspectos importantes sobre sistemas electrónicos de adquisición de datos, cuantificación de usos y desgaste en vehículos, mantenimiento y mejoras por el análisis de datos, descritos en el marco teórico referencial.

De igual manera, se investiga acerca del estado del arte en donde comprende situaciones a fines a nuestro tema de investigación.

1.1 MARCO TEORÍCO

1.1.1 SISTEMAS DE CONTROL DE MOVILIDAD

Para desarrollar un sistema de adquisición de datos resulta oportuno conocer las principales características que lo componen, definidas en la teoría y en la práctica. Con la finalidad de saber cómo funcionan dichos sistemas y qué superioridades tienen para poder aplicarlos según su tipo y estructura.

En este contexto, el tipo de medición es fundamental para el desarrollo de dicho sistema donde además sus componentes proponen la base sobre la que se fundamenta cada uno de ellos.

1.1.2 Sistema electrónico de adquisición de datos

La mayoría de los estudios, exigen una serie de información que se pueda validar en función de realizar un análisis sustentado de un determinado fenómeno de estudio en virtud de cumplir con una serie de objetivos. El sistema electrónico de adquisición de datos, resulta ser una herramienta de medida utilizada para obtener información de un determinado proceso de manera automática. Con las nuevas tecnologías hay sistemas que se basan en un computador y que se han convertido “en una de las alternativas más versátiles por cuanto aprovechan la capacidad de cálculo, almacenamiento y visualización de un computador para la realización automática de medidas”. (Granda, 2015)

Desde esta perspectiva, la medición resulta relevante en el proceso, donde el sistema de adquisición de datos tiene cabida, pues permite describir una situación a partir de datos cuantificables obtenidos al aplicar cualquiera de los métodos. Es así como la categoría de las medidas pueden ser: analógicas, comparadas y digitales.

1.1.3 Medidas analógicas

Es aquella donde la magnitud de la señal medida toma valores continuos, de tal manera que al realizar una medición de esta, el instrumento a medir da una respuesta equivalente a la cantidad que está siendo medida.

1.1.4 Medidas comparadas

Se trata de las medidas donde la cantidad que está siendo medida se compara con unos estándares y su valor se da cuando se ha obtenido la igualación.

1.1.5 Medidas digitales

En este caso, con los instrumentos digitales la cantidad que está siendo medida se muestra a intervalos regulares de tiempo y el valor de la muestra se convierte en un número, es decir, una secuencia de dígitos. (Bolton, 1995)

Al mismo tiempo, cuando se hace referencia a la medición es fundamental considerar el error como un fenómeno intrínseco en la aplicación de este tipo de sistemas, ya que, como afirma Bolton “cualquier tipo de medida tendrá errores” (Bolton, 1995) porque se trata de la diferencia que existe entre el resultado de la medida y su valor verdadero.

Por lo que se refiere a los errores, existen una serie de fuentes que son causa de éstos y se clasifican en errores aleatorios (los que varían de forma impredecible entre lecturas sucesivas de la misma cantidad, variando en magnitud siendo positivos o negativos), errores sistemáticos (los que permanecen constantes con repetidas medidas) y errores humanos (Fallos a causa de un mal uso e interpretación de los instrumentos y lecturas). (Bolton, 1995)

En este orden de ideas, cuando se utiliza un sistema de adquisición de datos, es de consideración importante la configuración de éstos según una serie de posibilidades que (Granda, 2015) identifica de la siguiente manera:

- Sistemas basados en un computador con una o varias tarjetas de adquisición de datos.
- Sistemas basados en instrumentos de adquisición autónomos e independientes con capacidad para conectarse a un computador.
- Sistemas basados en instrumentos modulares de adquisición, lo que se denomina instrumento modular.

Por lo tanto, al determinar la configuración del sistema a utilizar, es fundamental entender el comportamiento del mismo, debido a que según las características que éste presente, se puede conocer si son “estáticas (cuando la variable de interés varía muy lentamente); o dinámicas, cuando determinan el comportamiento de un sistema de medida cuando la magnitud medida varía a lo largo del tiempo” (Granda, 2015).

Por lo tanto, en este proceso de adquisición de datos existen una serie de componentes que se conjugan en función de registrar los resultados. Para ello, los sistemas de instrumentación resultan fundamentales porque permiten establecer los diferentes dispositivos a utilizar para recibir la señal, convertirla y acondicionarla para su respectiva interpretación. (Quintero, C., Oñate, J., Arias, H., 2011), entendiendo que la información que estos sistemas proporcionan permiten analizar ciertas variables de modo comparativo de manera que los resultados permitan accionar controles para que las variables cumplan con las exigencias del proceso.

Por consiguiente, se trata de seguir una secuencia básica en lo que respecta a la recolección de datos de una variable que es transformada en un computador, de manera que luego de ser convertida en señal se acondiciona para su respectivo procesamiento, para ello conviene reconocer cuál es la arquitectura de un sistema de adquisición de datos.

1.2 Arquitectura básica de un sistema de adquisición de datos

En este particular, el sistema de adquisición de datos se esquematiza en una serie de etapas cuyos componentes tienen funciones claras en cada fase del proceso. De ahí que se explican a continuación cada uno de los componentes y sus funciones.

1.2.1 Sensores

En este caso, los sensores pueden ser de diferentes tipos y la cantidad a utilizar dependerá de la velocidad a la que lleguen los datos desde el entorno. Por lo que la

característica fundamental de la arquitectura de los sistemas de adquisición de datos es que cada grupo de sensores se asocian a tres procesos que son: el proceso del sensor que interactúa con el sensor y convierte datos analógicos a valores digitales; un proceso búfer y un proceso que consume los datos y realiza un procesamiento adicional. (Sommerville, 2005)

Además de ser fundamentales en el proceso de adquisición de datos, los sensores tienen una variabilidad importante en relación con el tiempo real, porque implican la adquisición y procesamiento de datos, ya que es posible que las velocidades no estén sincronizadas con los periodos del proceso de adquisición y los procesamientos. (Quintero, C., Oñate, J., Arias, H., 2011)

1.2.2 Acondicionamiento de señales

Se trata de las diferentes etapas que hacen compatible los elementos que conectan el sistema eléctrico con su entorno, sensores y actuadores para ser conectados al núcleo del sistema, es decir, “el proceso de medir y manipular señales para mejorar su precisión, siendo las más comunes: la amplificación, linealización y aislamiento”. (Molina, 2010)

- a) Amplificación: resulta ser el tipo más común de acondicionamiento de señal, ya que mejora la precisión de la señal digitalizada resultante y reduce los efectos del ruido.
- b) Linealización: su uso está directamente relacionado con los transductores debido a que éstos no tienen una respuesta lineal a cambios en el fenómeno físico que miden. Por lo que exige realizar este proceso, mediante un módulo hardware específico o algoritmos en el software de aplicación.
- c) Aislamiento: se utiliza para asegurar la transmisión de la señal, eliminando las perturbaciones existentes, con la finalidad de no afectar a la electrónica de adquisición.

1.2.3 Actuadores

Forman parte de la arquitectura del sistema de adquisición de datos cuya función está orientada a la acción mecánica en respuesta a una señal de entrada. Son los encargados de transformar la energía eléctrica en energía mecánica fundamentada en el principio del efecto producido por una espira conductora localizada en la acción de un campo

magnético en la que circula una corriente eléctrica. Su clasificación está condicionada por el tipo de energía eléctrica que utilice para su funcionamiento. (Corona, L., Abarca, G., Mares, J., 2014)

1.2.4 Tarjeta de adquisición de datos

Forman parte del procesamiento encargado de digitalizar las señales analógicas. Éstas tienen una memoria en la que se almacenan las muestras adquiridas o las que van a ser generadas, para luego enviarlas al ordenador que también tiene reservado un espacio de la memoria para recibir dicha información. (Lajara, J., Pelegrí, J., 2012)

1.3 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Es un sistema avanzado y satelital que permite conocer la ubicación de un objeto, una persona o un vehículo en cualquier parte del mundo. Son 24 satélites que circundan la tierra y envían señales de radio a la superficie a un receptor electrónico pequeño que utiliza dichas señales para calcular su posición. (Letham, 2001)

En este sentido, el GPS ha sido utilizado desde su génesis para innumerables situaciones que van desde ayudar a las personas con su ubicación, hasta operaciones militares y de Estado. Desde el punto de vista comercial, el GPS se ha convertido en una herramienta importante sobre todo para negocios relacionados con el transporte y la carga debido a los beneficios que éste aporta, entre los que destacan:

- Costo bajo.
- Facilidad para la recolección de datos en el terreno.
- Sus receptores no exigen gran capacitación para su uso
- Exactitud.
- Disponible a nivel mundial
- Los datos reunidos pueden leerse directamente en las bases de datos de SIG.

1.4 Plataforma Arduino

Se ha seleccionado trabajar con la plataforma Arduino debido a las características, funciones y ventajas que presenta para este tipo de proyectos. Al respecto, se reconoce que siendo una plataforma de creación de prototipos electrónicos de código abierto, la flexibilidad en el hardware y software facilitan su uso. Esta plataforma se basa en “una

placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de electrónica en proyectos multidisciplinarios”. (USERS, 2014)

Con respecto a sus características, vale la pena citar:

- Es de código abierto, facilita escribir el código y cargarlo a la placa E/S.
- Funciona en Windows, Mac OS X y Linux.
- Está escrito en Java y basado en Processing, AVR-GCC y en otros programas de código abierto.
- En el lenguaje de programación es bastante sencilla, cuenta con dos partes: un SETUP para establecer las configuraciones iniciales, declaración de variables y los estados de los pines, ejecutándose solo una vez y un LOOP, que es el bucle que se repite constantemente y contiene la programación que hará funcionar el sistema.

1.5 Costos de movilidad (transporte)

Los costos de movilidad se consideran a partir de las siguientes variables:

- *Condiciones de las rutas:* Se trata de las condiciones del terreno de la ruta que cubre el vehículo. Estas condiciones inciden en el desgaste en la suspensión, en las ruedas, tren de rodaje, etc.
- *Tipos de conductor:* Resulta ser un elemento de gran importancia debido a que cada conductor tiene un estilo de conducción específico, por lo cual es preciso evaluar y controlar en la medida de lo posible el uso que éste le da el vehículo, pues su uso indebido genera fallas en los componentes del motor y el embrague.
- *Tipos de vehículo:* Las características propias de cada vehículo, sus componentes y sus funciones, condicionarán el tipo de mantenimiento que se dará.
- *Eficiencia del mantenimiento:* Es una de las consideraciones más importantes debido a que inciden en el funcionamiento del vehículo. En primer lugar el control, la calidad y buena elección de los neumáticos; y por otro lado, la calidad de los líquidos, aceites y grasas de las revisiones periódicas.

Sin embargo la estadística aplicada, permite considerar parámetros establecidos cuando se habla de costos de la movilidad.

Un ejemplo es la metodología implementada por la ANT para estimación de tarifas, en donde segrega los costos de movilidad que se analizará posteriormente.

1.5.1 Cuantificación de uso de vehículos

El objetivo de diseñar un sistema electrónico de adquisición de datos para cuantificar el uso de los vehículos de la categoría M1 y N1 en función de establecer los costos reales que se generan. Para ello, es preciso en primer lugar determinar cuales son los elementos a considerar para determinar los fallos que exigen un mantenimiento correctivo y aquellos elementos que requieren de un mantenimiento preventivo.

De esta manera, es preciso considerar lo expuesto por (Barrera, 2015) relacionado con el control de incidencias como una herramienta para controlar el estado de los vehículos, reconociendo que el mantenimiento preventivo genera ventajas importantes para el desarrollo de la empresa porque:

- Mejora la producción
- Mejora la calidad del servicio
- Mejora la relación con el medio ambiente
- Mejora la seguridad tanto de los conductores como de los demás usuarios de la vía.
- Extiende la vida útil del vehículo.

Para realizar un control de incidencia eficaz, es preciso identificar cuáles son los elementos que exigen una constante revisión por parte de la empresa y que pueden ser evaluados constantemente en función de mejorar el uso vehicular para minimizar los costos que estos generen por el uso incorrecto del vehículo, lo cual se traduce en mayor costo de mantenimiento.

1.6 Tipos de mantenimiento

1.6.1 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento se realiza con el fin de evitar el fallo de algún elemento del vehículo. Incluye la revisión y sustitución de componentes del sistema considerando los parámetros de tiempo y condición.

Entre las pautas que se deben seguir para cumplir con el mantenimiento preventivo, destacan:

- Cumplir con el mantenimiento.
- Definir los programas de mantenimiento según los fallos por uso y desgaste del vehículo.
- Previsión de stocks y repuestos.
- Control y actualización de datos de mantenimiento.
- Control de los tiempos de parada del vehículo.
- Control de planificación de los elementos y condiciones que intervienen en el uso y desgaste del vehículo. (Barrera, 2015)

1.6.2 Mantenimiento correctivo

Como su nombre lo indica es aquel que se realiza en función de corregir alguna falla presentada por el vehículo bien sea originada por algún siniestro o debido al uso y desgaste de la misma.

1.6.3 Mantenimiento predictivo

Se utiliza en función de detectar un posible daño ocasionado por la monitorización del mismo o de alguno de sus parámetros.

1.6.4 Mantenimiento programado

Integra todos los anteriores, haciendo una selección del más adecuado considerando cada elemento en función de garantizar la operatividad del vehículo. (González, 2016)

1.7 Aplicaciones de adquisición de datos

En función de lograr un entendimiento ampliado de la perspectiva del investigador, se parte de lo expresado por la NTE INEN, dando a conocer las siguientes categorías de

los vehículos que son considerados como el objeto de estudio de la presente investigación.

1.7.1 Tipificación de vehículo M1 y N1

Según la norma técnica ecuatoriana que establece el Instituto Ecuatoriano de Normalización, la clasificación vehicular establece que la categoría M1 y N1 corresponde a aquellos vehículos automotores de cuatro ruedas o más y diseñados para el transporte de pasajeros con 8 asientos o menos sin contar el asiento del conductor.

Por su parte, el mismo instituto define los vehículos clasificados en N1 como aquellos automotores de cuatro ruedas o más contruidos para el transporte de mercancías de 3,5 toneladas o menos.

1.8 Situaciones que mejoran a partir del análisis de datos

Cuando se diseña un sistema de adquisición de datos, se deben considerar cuales son las ventajas que éste brindará tras ser aplicado. En este caso, conocer cuáles son los elementos que inciden en el desgaste de ciertas piezas y consumo de lubricantes, neumáticos y combustible en los vehículos permitirá mejorar, por un lado la logística de transporte relacionada con los costos de funcionamiento y operatividad del vehículo.

En segundo lugar, la implementación del sistema de adquisición de datos permitirá conocer el costo total por combustible consumido, lo cual proporciona una información adicional al conductor en función de controlar uno de los mayores costos operativos del vehículo.

1.8.1 Logística de transporte

Por lo tanto, al determinar la configuración del sistema a utilizar, es fundamental entender el comportamiento del mismo, debido a que según las características que éste presente, se puede conocer si son “estáticas (cuando la variable de interés varía muy lentamente); o dinámicas, cuando determinan el comportamiento de un sistema de medida cuando la magnitud medida varía a lo largo del tiempo” (Granda, 2015).

Por lo tanto, en este proceso de adquisición de datos existen una serie de componentes que se conjugan en función de registrar los resultados. Para ello, los sistemas de

instrumentación resultan fundamentales ya que permiten establecer los diferentes dispositivos a utilizar para recibir la señal, convertirla y acondicionarla para su respectiva interpretación.

A partir de lo antes mencionado, es oportuno destacar que la logística es un recurso estratégico para la gestión de los servicios ofrecidos en las empresas debido a que permite sincronizar procesos claves en función de alcanzar los objetivos estratégicos. En el caso del servicio de transporte, la logística permite establecer esquemas considerando las características de la carga, el tiempo, la distancia y geografía a fin de utilizar las ventajas de cada modo de transporte.

En consecuencia, el desempeño de la logística y la determinación de sus costos se relacionan con eficiencia en el transporte de mercancías y la disponibilidad de la infraestructura integral de la industria de transporte (Naciones Unidas, 2010).

1.9 Consumo de combustible

Una de las energías más consumidas en los vehículos es el combustible. Es considerada la fuente de energía que brinda mayor potencia al vehículo para su andar, desde este punto de vista, es preciso considerar los factores que inciden en obtener un mayor rendimiento en el combustible, lo cual se traduce en un mejor rendimiento del vehículo.

En este orden de ideas, el sistema propuesto, entre otras cosas, busca generar datos específicos que mejoren el rendimiento del combustible a partir de acciones aplicadas que puedan fortalecer las debilidades que sean detectadas con el sistema de adquisición de datos. Considerando que, en este particular, resulta esencial el aporte del conductor debido a la influencia que tiene su modo de conducir en la disminución del consumo del combustible.

En consecuencia, existen influencias positivas y negativas que intervienen en el consumo de combustible y que se especifican en la siguiente tabla según lo refiere (Ortman, 2003).

Tabla 1. Influencias que inciden en el consumo de combustible

INFLUENCIAS POSITIVAS	INFLUENCIAS NEGATIVAS
<ul style="list-style-type: none"> • Presión de inflado de los neumáticos • Acelerar con alta carga y bajo número de revoluciones, cambiar a marcha superior a 2000 rpm • Conducir con la marcha más alta posible • Evitar frenar y acelerar de nuevo • Aprovechar el corte de la alimentación de combustible en marcha por empuje • Parar el motor en largas fases de detección. • Empleo de aceite de motor de marcha suave 	<ul style="list-style-type: none"> • Peso elevado del vehículo a causa de carga inútil • Alta velocidad de marcha • Elevada resistencia del aire a causa de portaequipajes, etc. • Consumidores eléctricos adicionales • Filtro de aire obturado por suciedad y bujías de encendido quemadas

Fuente: Ortman 2003.

1.10 Estado del Arte

En el presente apartado se hace referencia a los diferentes trabajos que comparten los fenómenos de estudio y que han sido presentados previamente. Esto con la finalidad de citar una referencia que permita sustentar el estudio desarrollado por el investigador.

En primer lugar se encuentra la investigación presentada por (Cajas, R., Campoverde, F., 2012) titulada “Diseño e implementación de una tarjeta de adquisición de datos de

alta velocidad y su aplicación en el diseño de laboratorios académicos basados en software y hardware libres”, en la Universidad Politécnica Salesiana para optar al título de Ingenieros Eléctricos, donde los investigadores analizan las tecnologías de adquisición de datos de alta velocidad revisando los sistemas de procesamiento digital de señales, analizando el hardware y software así como las estructuras integradas sobre las que se efectúan dichos procesamientos.

En este sentido, la presente investigación se vincula a este estudio, ya que se utiliza la tarjeta de adquisición de datos como herramienta fundamental del estudio en función de recolectar información precisa para el desarrollo de la misma. Al analizar el diseño de la propuesta, en primer lugar se tomó en cuenta el diseño funcional del sistema y de cada una de sus etapas para luego estudiar la implementación de la alta velocidad sobre los sistemas comunes, verificando su ejecución a través de pruebas de campo para comprobar la aceptabilidad del producto desarrollado. De la misma manera se aplica pruebas para comprobar la funcionabilidad del sistema de adquisición de datos en los vehículos M1 y N1.

En este mismo orden de ideas, es preciso citar la investigación realizada por (Bedoya, 2015) titulado “Diseño de un sistema de adquisición de datos para compresores de gas natural vehicular”, presentada en la Universidad Tecnológica de Pereira para optar al título de Ingenieros Mecatrónicos. En el referido estudio, los investigadores se plantean como objetivo principal realizar el diseño y viabilidad de un sistema de adquisición de datos de un compresor de gas natural vehicular.

En este sentido, los investigadores plantean diseñar un sistema de monitoreo remoto, que acorte los tiempos de mantenimiento de los equipos de gas vehicular, así como los tiempos de parada de dispositivos, ya que si se puede verificar el estado del compresor y surtidores de forma remota, se puede obtener un mejor diagnóstico en tiempo real de cada una de las señales que intervienen en el mismo.

De ahí que la investigación citada comparta la visión en el desarrollo de este estudio desde la perspectiva de utilizar un sistema de adquisición de datos para mejorar un proceso y prever ciertas consecuencias que generen un tipo de desgaste específico en el vehículo.

En consecuencia, ambas investigaciones se centran en la adquisición de datos a través de sistemas electrónicos, con la finalidad de obtener información que pueda ser utilizada en beneficio del estudio. La cuantificación y definición de datos que permitan reconocer las fallas en función de ser transformadas en oportunidades de mejora y crecimiento, le otorgan una significativa importancia a este tipo de estudio.

Así mismo, ambos estudios comparten la finalidad de ser una referencia académica e investigativa para futuros estudios que tengan la misma línea de investigación u objetos de estudio.

CAPITULO II

2 DETERMINACIÓN DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES DE PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS M1 Y N1

2.1 Determinación de costos por uso

En el desarrollo de los diferentes procesos productivos, el papel de los costos resulta fundamental en virtud de establecer la rentabilidad de un negocio específico. En este caso, cualquier negocio que involucre un vehículo deberá considerar los gastos que representa el mantenimiento (correctivo y preventivo) de éste según los daños por uso y desgaste que se generen en la ejecución de las actividades para el que está destinado.

A partir de esta premisa, (García, 2013) afirma que cada proceso productivo exige un rendimiento unitario planteado a partir del margen de beneficio que le deja cada proceso, dado por la diferencia de los costos empleados para obtener un producto final, es decir, la materia prima y lo que cuesta transformarla.

2.2 Costos operativos

Son aquellos generados administrativamente, en este caso en el funcionamiento de los vehículos. Es decir, el valor de un determinado servicio específico que forma parte del sistema productivo de la empresa y se dividen en costos fijos y variables y se trata de todos los rubros involucrados para mantener su actividad. (Agencia Nacional de Tránsito, 2014)

Estos costos se calculan considerando la siguiente fórmula:

$$CO = \sum(Cf + Cv) \quad \text{Ec. 1.1.}$$

Donde:

CO= Costos operativos

Cf= Costos fijos

Cv= Costos variables

En este orden de ideas, los costos fijos se calculan bajo la siguiente ecuación:

$$Cf = \sum(MO + Leg + Deop + GA) \quad \text{Ec. 1.2.}$$

Donde:

Cf= Costos fijos anuales

MO=Gastos Anuales en mano de obra

Leg= Gastos en legalización al año

Dep= Depreciación anual

GA= Gastos administrativos anuales

En este orden de ideas, los costos variables se calculan bajo la siguiente ecuación:

$$Cv = \sum(Com + Neu + MOPre + Mco) \quad \text{Ec. 1.3.}$$

Donde:

Cv= Costos variables anuales

Com= Gasto en combustible anual

Neu= Gasto en neumático anual

MPre= Gasto en mantenimiento preventivo anual

Mco= Gasto en mantenimiento correctivo anual

En el cálculo de los costos influye el período utilizado para tal fin, por cuanto el ser costo fijo o variable el período será a corto plazo debido a que no varían según la perspectiva económico. A la luz de (García, 2013) se consideran costos fijos aquellos que no varían en función del volumen y costos variables los que dependen del volumen de producción. Estos costos son clasificados en función del cambio, según se modifique la causa del costo particular.

2.2.1 Características de los costos fijos

- No varían, incluso si existen cambios en las causantes de costos.
- Se fijan sobre aquellos recursos cuyo uso no incide directamente en el volumen de producción obtenido. (García, 2013)

2.2.2 Características de los costos variables

- Se calculan sobre la base por unidad.
- Cambia proporcionalmente según el nivel de actividad del causante del costo.
- Se aplican a los recursos cuyo uso afecta al volumen del producto final.

(García, 2013)

2.3 Costos variables

2.3.1 Determinación del costo del combustible

Para determinar el costo del combustible es preciso reconocer el rendimiento de éste por galón frente al consumo diario con la siguiente fórmula según (Agencia Nacional de Tránsito, 2014):

$$RCGI = \frac{KR \text{ día}}{(GC \text{ día}) * PGC} \quad \text{Ec. 1.4.}$$

Donde:

RCGI= Rendimiento de combustible por galón

KR Día= Kilómetros recorridos al día

GC Día= Gasto diario en combustible de la unidad

PGC= Precio promedio del galón de combustible

Para calcular el costo del combustible por kilómetro recorrido se estima el precio promedio del galón de combustible entre el rendimiento del combustible por galón.

2.3.2 Determinación del costo de los neumáticos

En este particular se estima la vida útil de los neumáticos considerando las condiciones de la vía el recorrido y la calidad de los neumáticos. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula según (Agencia Nacional de Tránsito, 2014):

$$Ctn = Cu * Nn \quad \text{Ec. 1.5.}$$

Donde:

CTn= Costo total de los neumáticos

Cu= Costo unitario

Nn= Número de neumáticos necesarios

Para calcular el costo del neumático por kilómetro recorrido:

$$RCGI = \frac{CTn}{Rtn} \quad \text{Ec. 1.6.}$$

Donde:

CNk= Costo del neumático por kilómetro recorrido

CTn= Costo total del neumático

Rtn= Rendimiento total de neumáticos

Considerando las diferentes tareas del mantenimiento preventivo se estima el cambio de piezas desgastadas, calibraciones, filtros, frenos, cambios de aceite, lubricantes, etc. Para estimar el costo de cada uno se utiliza el siguiente cálculo donde se multiplicará el costo total de cada insumo por el número de cambios realizados anualmente según (Agencia Nacional de Tránsito, 2014):

$$Ctc = Pu * Onv \quad \text{Ec. 1.7.}$$

Dónde:

Ctc= Costo total por cambio

Pu= Precio unitario del insumo

Qnv= Cantidad necesaria por cambio

2.3.3 Cálculo del mantenimiento preventivo

En este sentido, el costo total de cada insumo se obtiene cuando se multiplica el costo total por insumo por el número de cambios que se realizan al año. Utilizando la siguiente fórmula (Agencia Nacional de Tránsito, 2014):

$$Ctc = (OPu \times Qnv) \text{ Ec. 1.8.}$$

Donde:

Ctc= Costo total por cambio

Pu= Precio unitario del insumo

Qnv= Cantidad necesaria por cambio

La cantidad de cambios de insumos al año se determinará dividiendo el número total de kilómetros recorridos al año por el inventario en kilómetros para realizar cada mantenimiento. Se calcula con la siguiente fórmula (Agencia Nacional de Tránsito, 2014):

$$Nc = \frac{KRAño}{IntC} \quad \text{Ec. 1.9.}$$

Donde:

Nc= Número de cambios

KRAño= Kilómetros recorridos al año

IntC= Intervalo de cambio

2.3.4 Cálculo del mantenimiento correctivo

Corresponde a aquellos destinados a corregir las fallas que presenten los automóviles, con la finalidad de localizarlas o repararlas. Se realiza una vez exista una falla, no se planifican en el tiempo, es decir, forman parte de los imprevistos y responden a la siguiente fórmula (Agencia Nacional de Tránsito, 2014):

$$Mco = \sum(Ctc - Nc) \quad \text{Ec. 1.10.}$$

Donde:

Mco= Costo total del mantenimiento correctivo

Ctc= Costo total por cambio

Nc= Número de cambios

2.4 Costos Fijos

2.4.1 Legalización

Consiste en todos aquellos gastos de matriculación que se incurre durante el año para la operación normal ateniéndose a las normas y reglamentos, la adquisición de seguro obligatorio, permiso de operación, revisión vehicular (Agencia Nacional de Tránsito, 2014).

2.5 Insumos de costos variables

Para el funcionamiento de los vehículos M1 y N1 existen una serie de insumos y recursos básicos que se utilizan diariamente para la movilización del mismo y que resultan fundamentales al momento de determinar los costos debido a su valor y uso. Los principales insumos y recursos considerados en el presente estudio se clasifican como costos variables debido a que varían según los kilómetros recorridos o el tipo de conducción para que sea reemplazado el insumo, estos son:

Tabla 2. Insumo de costos variables

INSUMO O RECURSO	UTILIDAD	VARIABLES DEL CONSUMO
Combustible	Alimenta el motor, indispensable para su movilización.	Tipo de conducción y kilómetros recorridos.
Lubricantes	Actúan entre las diferentes piezas del motor disminuyendo la fricción, mientras el motor está encendido.	Kilómetros recorridos.
Neumáticos	Permiten que el vehículo ruede, por lo tanto, es preciso contar con neumáticos bien calibrados y en buen estado.	Kilómetros recorridos, estado de las carreteras, tipo de conducción, carga, mantenimiento.

INSUMO O RECURSO	UTILIDAD	VARIABLES DEL CONSUMO
Repuestos	Existen una serie de partes fundamentales del vehículo que forman parte del mantenimiento preventivo y correctivo.	Kilómetros recorridos y tipo de conducción.

Fuente: Autor

- Insumos y recursos del vehículo a utilizar como costos variables

Tabla 3. Insumos a utilizar en el sistema.

TIPO DE COSTO	INSUMO
Combustible	Gasolina Extra
Lubricantes	Aceite de motor
	Aceite de Caja
	Filtro de aceite
	Filtro de combustible
Repuestos	Bujías, bandas, líquido refrigerante, kit de reparación de motor
Neumáticos	Llantas

Fuente: Autor

CAPITULO III

3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE MÓDULO GPS

El diseño de adquisición de datos se realiza en función de las variables a utilizar en el sistema, como son altitud, longitud, distancia recorrida, latitud, ubicación y tiempo, todas estas variables proporciona el modulo GPS que con ayuda de la tarjeta arduino, estas son copiladas para ser analizadas, cabe recalcar que para el almacenamiento de datos se utiliza un módulo SD y para su visualización se una pantalla de cristal. Para la construcción del circuito se considera la ubicación dentro del vehículo y factores como, comodidad al conducir, fácil uso y que no genere distracción.

3.1 Tipos de vehículos utilizados para la adquisición de datos

En el sector automotriz existen una serie de variables que inciden en la clasificación del vehículo que van desde la distribución interna hasta las características de su forma. En este caso se consideran para el estudio los vehículos identificados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización referente a la normativa 2656 como M1 y N1.

3.2 Variables utilizadas en el desarrollo del sistema electrónico

3.2.1 Ubicación

Resulta ser un elemento importante en el análisis de los datos, ya que al conocer el lugar donde se encuentre se podrán estimar las siguientes variables:

- Reconocimiento de la ruta
- Conocer las condiciones de la vía utilizada y los diferentes puntos de acceso
- Las distancias recorridas
- Las condiciones climáticas
- Como medida de seguridad y seguimiento tanto para el chofer como para el vehículo

En consideración, el GPS brinda información precisa acerca de la ubicación en tiempo real al sistema electrónico de adquisición de datos.

3.2.2 Tiempo

El tiempo promedio de recorrido incide tanto en la vida útil de algunas piezas como en los costos que genera el vehículo. Así mismo, al manejar datos de los tiempos promedios de recorridos, es más fácil analizar las diferentes rutas que se utilizan y las alternativas que se pueden accionar para evitar tráfico en función de evitar ciertas formas de conducción que puedan producir el daño o desgaste de algunas partes del vehículo.

3.2.3 Distancias

En el presente estudio resulta útil conocer la distancia que recorre el vehículo para determinar el uso y desgaste de ciertas piezas del vehículo que exigen cambio o mantenimiento, lo cual implica incurrir en gastos que influirán en el costo según el uso comercial del vehículo. Cuando se hace uso del GPS se pueden determinar las distancias recorridas de un punto a otro, dejando un margen por los cambios de elevación, sin embargo se proporciona una información útil para el estudio debido a que se podrán determinar los kilómetros recorridos por el vehículo en función de determinar la vida útil de algunos componentes del vehículo.

- **Fórmula de distancia de Haversine**

Es la fórmula utilizada para determinar la distancia entre dos puntos terrestres. Para ello se requiere la información transformada en radianes. (Nieves, 2013)

$$\frac{d}{R} = \text{haversine}(\varphi_1 - \varphi_2) + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) \text{haversine}(\Delta\lambda) \quad \text{Ec. 1.8.}$$

Donde:

$$(\varnothing) = \text{sen}^2(\varnothing/2) = (1 - \cos(\varnothing))/2 \quad \text{Ec. 1.9.}$$

d es la distancia entre dos puntos R es el radio de la esfera,

φ_1 es la latitud del punto 1,

φ_2 es la latitud del punto 2, y

$\Delta\lambda$ es la diferencia de longitudes

3.2.4 Velocidad

Es otra de las variables a medir en la presente investigación debido a su influencia en el desgaste de varios componentes del vehículo incluyendo el motor. En tal sentido, el dispositivo GPS permite medir el tiempo y la distancia entre el punto x y el punto y para aplicar una ecuación que brinde datos precisos de la velocidad. Desde ese punto de vista, Letham refiere que existen dos maneras de medir la velocidad: Velocidad base y velocidad efectiva. En el primer caso se trata de la velocidad exacta que indica el velocímetro sin tener en cuenta el rumbo; mientras que la velocidad efectiva se trata de aquella considerada según la proximidad al destino, es decir se considera tanto el rumbo actual como el destino.

En este mismo orden de ideas, es importante considerar la velocidad media que se trata de lo rápido que va un automóvil en zona de mucho tráfico donde se divide la distancia recorrida por el intervalo de tiempo invertido. Por último, la velocidad máxima es aquella alcanzada por el receptor de manera inmediata.

3.2.5 Latitud

Esta unidad de medida permite establecer una orientación exacta. Se trata de la distancia que se mide a partir del ecuador hacia el Norte o hacia el Sur y es expresada en grados, brinda datos que contribuyen con la ubicación. Actualmente existen herramientas tecnológicas que brindan tal afirmación de manera automatizada.

3.2.6 Longitud

Es la distancia que, también medida en grados, que va desde Meridiano de Greenwich hasta el meridiano que pasa por un punto determinado.

3.2.7 Altitud

Se trata de la distancia que va de un punto respecto al nivel del mar de manera vertical o bajo este nivel y es expresada en metros. Se representa por medio de curvas de nivel en los mapas que permiten mostrar las características morfológicas del terreno proporcionando rasgos como montañas, planicies, etc.

3.2.8 Consumo de combustible

Esta variable se obtiene partir de una señal análoga, la cual proviene del flotador del tanque de combustible. La tarjeta arduino interpreta esta señal para obtener el consumo de combustible al realizar un recorrido.

3.3 Descripción del equipo utilizado para la obtención de datos

En el desarrollo del presente estudio los equipos utilizados en la construcción del sistema electrónico de adquisición de datos para determinar uso y desgaste del vehículo están:

- **Tarjeta Arduino modelo Mega:** Utilizada por la facilidad de uso de los diferentes pines de conexión con una mayor velocidad de procesamiento. Asimismo, por la ventaja de usar las librerías propias que facilitan la programación.

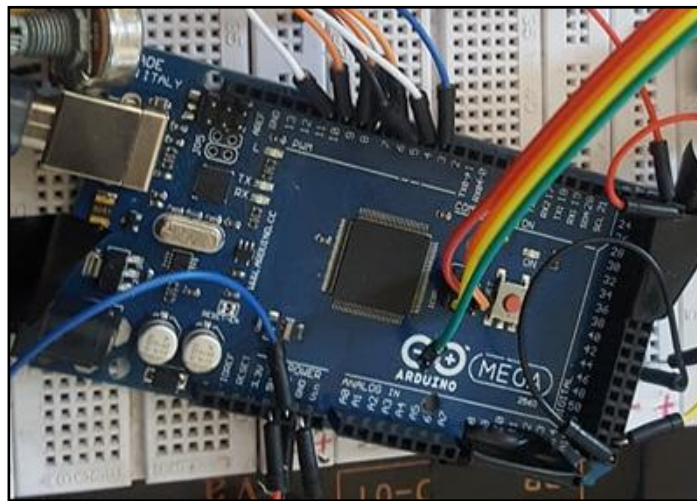


Ilustración 1. Tarjeta Arduino modelo Mega

Fuente: Autor

- **GPS del módulo arduino: GY- GPS6MV2.** Éste posee las siguientes características: Receptor: Ublox NEO 6M, Voltaje de alimentación: 3V a 5V, Interfaz: UART, comunicación asíncrona. La conexión se hace en los pines 3 y 4 para evitar tener que desconectar el módulo GPS de Arduino cada vez que se necesite programar.

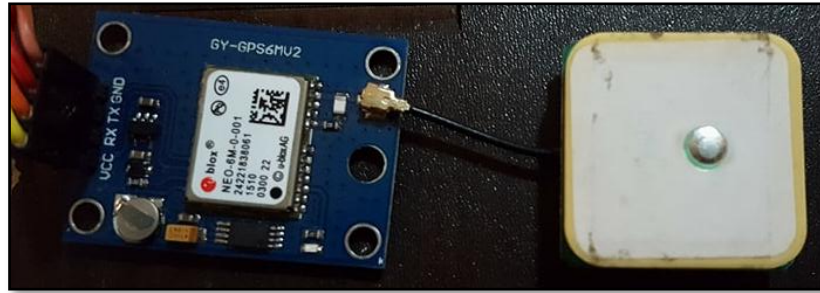


Ilustración 2. Módulo GPS

Fuente: Autor

- **Pantalla:** Es un indicador led utilizado para visualizar costo de recorrido, consumo de combustible y distancia para comprobar los datos generados por el sistema de adquisición de datos.



Ilustración 3. Pantalla

Fuente: Autor

- **Módulo SD:** Encargado de recibir los datos para ser almacenados, se seleccionó este tipo de módulo debido a que su gran capacidad y su reducido tamaño, permiten trasladarlo e instalarlo de manera más fácil y rápida. Son fáciles de conseguir en diferentes capacidades siendo ésta una que permite almacenar gran cantidad de información.

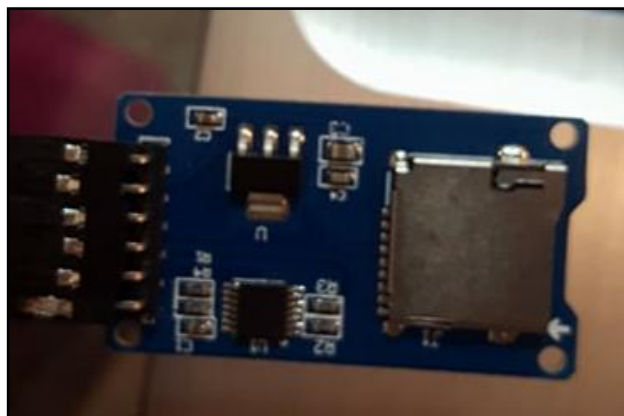


Ilustración 4. Módulo SD

Fuente: Autor

- **Antena:** En virtud de obtener mayor recepción del GPS, el modulo viene con este medio para ayudar a la recepción de datos que son receptados de un satélite.



Ilustración 5. Antena

Fuente: Autor

3.4 Construcción del equipo utilizado para la obtención de datos

- En primer lugar fue instalada y configurada la Tarjeta Arduino modelo Mega en el computador a través del software específico en el que se realizó la programación.



Ilustración 6.Plataforma Arduino

Fuente: Autor

- Posteriormente todos los componentes fueron conectados en un protoboard como un diseño previo para poder realizar cualquier modificación y configuración.

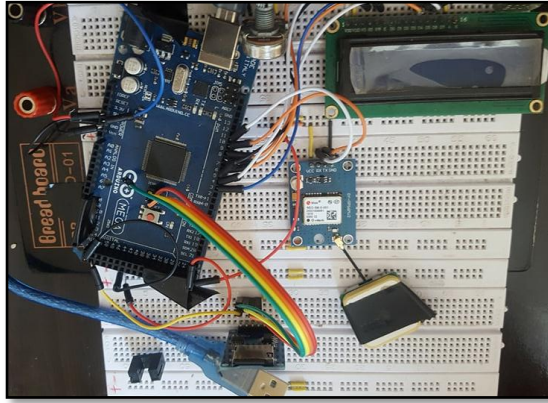


Ilustración 7. Componentes conectados al protoboard

Fuente: Autor

- Se conecta un sensor GPS del módulo arduino GY-GPS6MV2 utilizando los cables de conexión.
- Se instala una pantalla de visualización para los datos generados por el modulo GPS.
- Se conecta un lector SD a la Tarjeta Arduino modelo Mega.
- Así mismo se coloca una antena para mejorar la recepción del GPS y un potenciómetro para dar más brillo a la pantalla.
- Se realiza un esquema de todos los componentes que van conectados a la tarjeta Arduino Mega para poder realizar una placa shield para poder ensamblar todos los componentes a la tarjeta arduino de manera compacta.

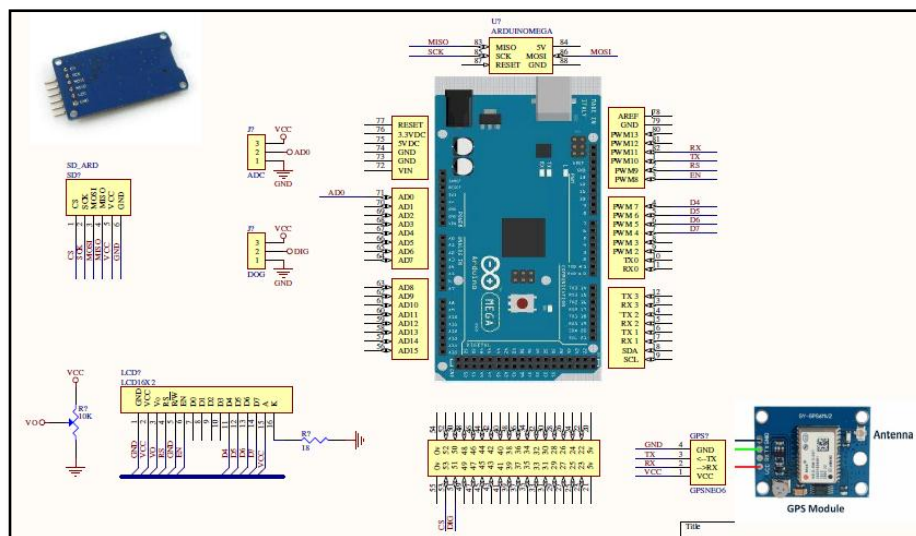


Ilustración 8. Esquema para la realización de la placa Shield

Fuente: Autor

- Una vez elaborado el esquema se da inicio al proceso de armado, para ello se procede a soldar la tarjeta arduino mega a la placa shield y a su vez los componentes.

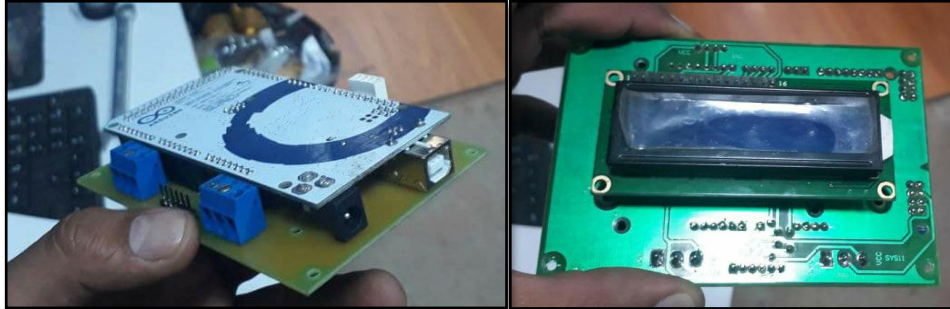


Ilustración 9. Unión de la tarjeta Arduino Mega con la placa shield y los componentes

Fuente: Autor

- Para colocar el sistema eléctrico, se estructura una caja de madera con el centro transparente de manera que permita la visualización de la pantalla.



Ilustración 10. Caja de madera para proteger la placa

Fuente: Autor

- Se instala y configura la Tarjeta Arduino modelo Mega en el computador a través del software específico en el que se realizó la programación.

3.5 Descripción de la programación realizada para el sistema electrónico:

- a) Se realiza la declaración de las librerías donde se encuentran todas las configuraciones y comunicaciones de los diferentes módulos, se detallan donde

se reconocen los pines de la pantalla LCD para que reconozcan donde está conectada la tarjeta arduino.

- b) Se declaran y configuran las variables que influyen en la comunicación con el módulo GPS
- c) Se detallan los pines de comunicación del módulo GPS (RX y TX) conectados en la tarjeta arduino mega. También se detallan las variables decimales y enteras como kilometraje, latitud, longitud y fechas.
- d) Para la programación del módulo SD se declara primero el pin CS de la comunicación SPI usada para la transferencia de información.
- e) Se realiza la parte del void setup donde se declaran variables y pines de conexión dando la velocidad de comunicación serial que es: 9600 baudios; luego, se declara el número de píxeles que tiene la pantalla LCD y se inicia con la programación del circuito de la interface mostrando un mensaje de bienvenida. Se programa el tiempo de espera del mensaje de bienvenida; además, al establecerse la comunicación SPI se incorpora el mensaje de *“iniciando sd”* que es un mensaje transmitido por la comunicación serial que sirve para indicar que el proceso inicia.
- f) Para finalizar el void setup se programa el mensaje de *“sd conectada”* y es una parte que corre una sola vez en la programación hasta que se reinicie o se vuelva a conectar el circuito. Si no está ingresada una tarjeta sd se genera un mensaje de fallo hasta que una tarjeta sea conectada.
- g) El void loop se comienza con la interpretación de los datos del módulo gps en esta parte se describe todo lo necesario para la comunicación de todos los datos que le envía el satélite al módulo GPS.
- h) Mientras se establece una comunicación satelital, el arduino Mega permanece en un bucle en donde se muestra el mensaje iniciando. Al mantenerse una conexión satelital se capturan las primeras coordenadas de posicionamiento y el arduino Mega sale del bucle.
- i) Las coordenadas de posicionamiento se transforman a radianes para el cálculo de la distancia utilizando la fórmula de Haversine en donde se calcula el kilometraje mediante la sumatoria de la variación de la latitud y la longitud. Este cálculo se realiza cada 0,03 segundos.
- j) El cálculo del consumo inicia con la declaración del pin que se va a utilizar en la tarjeta arduino, en este caso el pin analógico cero el cual adquiere la señal del

nivel de combustible. Se plantea la fórmula para el costo del consumo de combustible; luego, se detalla la distancia que queda por recorrer según el nivel de combustible para ello se aplica un comando llamado map.

- k) A continuación se determina el costo total al multiplicar la distancia recorrida por el costo unitario que se determina a continuación :

Tabla 4. Consumo total calculado Toyota Prado

	Insumos	Vida útil(km)	Costo(\$)	Consumo por km
	Combustible	387,09	28	0,072333347
Lubricantes	aceite motor	5.000	25	0,005
	aceite caja	20.000	50	0,0025
	aceite corona			
	aceite hidráulico	100.000	20	0,0002
	filtro aceite	5.000	15	0,003
Mantenimiento	filtro combustible	30.000	45	0,0015
	filtro aire	20.000	40	0,002
	Bandas, líquido refrigerante, engrase crucetas,	180.000	220	0,001222222

Insumos	Vida útil(km)	Costo(\$)	Consumo por km
rodamientos, frenos.			
Neumáticos delanteras y traseras	50000	1000(4)	0,02
Consumo Total:			0,107755569

Fuente: Autor

l) Seguidamente se realiza la adquisición de datos en el módulo sd al crear dos archivos de texto en los que se guardan los siguientes datos:

- Kilómetros recorridos
- Costo total
- Autonomía del vehículo
- Fecha,
- Hora,
- Latitud,
- Longitud,
- Velocidad
- Altitud.

En caso de existir alguna falla con el modulo sd se muestra en la pantalla un mensaje de error.

m) Por último se exponen en la pantalla los datos de kilometraje, costo total de recorrido y la autonomía que tiene el vehículo para seguir su recorrido en kilómetros.

3.6 Programas utilizados para la visualización los datos obtenidos

- **Datos en formato TXT:** Datos grabados en la tarjeta de memoria y que se presentan separados por una coma.

```
latitud,longitud,altitud,velocidad,fecha,hora,
-2.88675,-78.99297,2556.10,5.26,-1/0/2000,17:55:57,
-2.88673,-78.99297,2552.70,2.46,18/2/2018,17:55:59,
-2.88671,-78.99296,2549.80,2.17,18/2/2018,17:56:0,
-2.88669,-78.99296,2548.90,0.96,18/2/2018,17:56:2,
-2.88668,-78.99296,2557.10,0.43,18/2/2018,17:56:3,
-2.88676,-78.99293,2560.20,0.11,18/2/2018,17:56:5,
-2.88677,-78.99293,2563.50,0.02,18/2/2018,17:56:6,
-2.88678,-78.99292,2564.20,0.11,18/2/2018,17:56:8,
-2.88678,-78.99291,2565.30,0.04,18/2/2018,17:56:9,
-2.88678,-78.99291,2565.80,0.02,18/2/2018,17:56:11,
-2.88679,-78.99291,2566.50,0.02,18/2/2018,17:56:12,
-2.88679,-78.99291,2566.50,0.06,18/2/2018,17:56:13,
-2.88679,-78.99290,2567.40,0.04,18/2/2018,17:56:15,
-2.88679,-78.99290,2567.60,0.06,18/2/2018,17:56:17,
-2.88679,-78.99290,2568.30,0.04,18/2/2018,17:56:18,
-2.88680,-78.99291,2568.80,0.15,18/2/2018,17:56:20,
-2.88680,-78.99291,2569.90,0.11,18/2/2018,17:56:21,
-2.89091,-79.02428,2587.40,-1.00,-1/0/2000,18:12:7,
-2.89091,-79.02428,2586.60,23.37,-1/0/2000,18:12:7
```

Ilustración 11. Datos obtenidos punto por punto de la trayectoria

Fuente: Autor

- **Página web GPS visualizer:** Con la utilización de esta página se pueden cargar los datos generados por el módulo GPS que son guardados en la tarjeta de memoria con la intención de crear un archivo KML que permite graficar cada punto en el programa Google Earth.

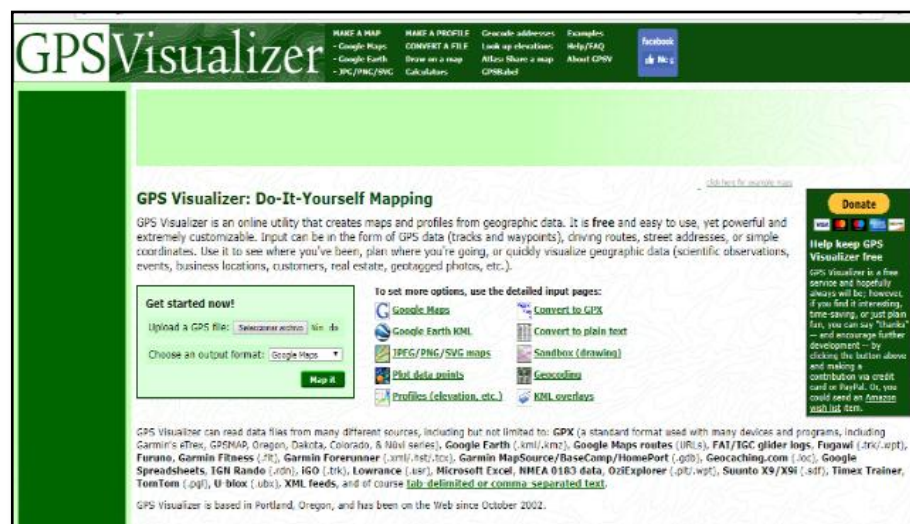


Ilustración 12. Página web GPS Visualizer

Fuente: Autor

- **Modo de ingreso de los datos a la página GPS Visualizer:** Los datos generados en la tarjeta SD en archivo txt, se cargan en un enlace que proporciona la página “GPS Visualizer” bajo el siguiente formato:

```

Or paste your data here: ?
latitude,longitude,altitude,speed
-2.88648,-78.99341,2557.50,2.93,
-2.88649,-78.99339,2557.50,4.87,
-2.88650,-78.99338,2557.50,6.57,
-2.88652,-78.99336,2557.30,7.30,
-2.88653,-78.99334,2557.40,7.57,

```

Ilustración 13. Modo de ingreso de los datos txt a la página GPS visualizer

Fuente: Autor

- **Archivo KML:** Al cargar los datos en la página GPS visualizer es generado un archivo KLM que permite generar la ruta que se realiza y podemos visualizar está en la aplicación de Google Earth.

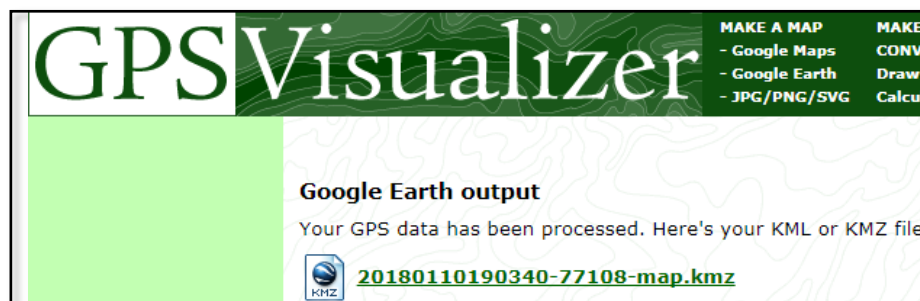


Ilustración 14. Archivo KML generado por la página GPS visualizer

Fuente: Autor

- **Aplicación Google Earth:** Permite graficar la ruta a partir de los datos ingresados en la página y codificados en el archivo KML.

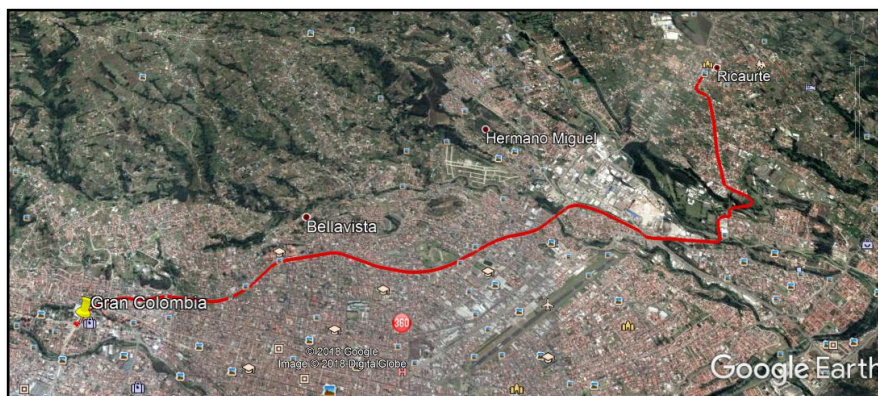


Ilustración 15. Muestra de la gráfica proporcionada por Google Earth

Fuente: Autor

CAPITULO IV

4 PRUEBAS DE RECORRIDO DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN ELECTRÓNICO DE DATOS

La construcción de sistemas electrónicos de adquisición de datos exige la realización de diferentes pruebas que permitan evaluar el progreso y proceso de cada una de las partes que lo componen y su comportamiento frente a cualquier tipo de eventualidad que pueda surgir. La finalidad es poder corregir cualquier tipo de falla generada en el sistema y detectar cualquier mejora que se pueda realizar para optimizar el proceso.

En este caso, las pruebas se realizan en diferentes vehículos con características específicas y parámetros que permitan medir las variables definidas y que arrojaran resultados específicos que determinarán la factibilidad y confiabilidad del sistema en un campo real. De ahí la importancia de cada una de las pruebas aplicadas como parte fundamental del estudio e investigación realizado.

4.1 Proceso de pruebas

Este procedimiento se realiza con la finalidad que se pueda seguir un orden al momento de implementar el circuito electrónico en cualquier vehículo de las categorías M1 y N1 descritas anteriormente y a su vez dar a conocer la forma en la cual se desarrollaron las pruebas. A continuación se detalla los pasos a seguir:

- Selección del vehículo.
- Instrumentación del vehículo.
- Selección de rutas de prueba.
- Recolección de datos.
- Análisis de resultados.

A continuación se muestra el proceso de manera gráfica:

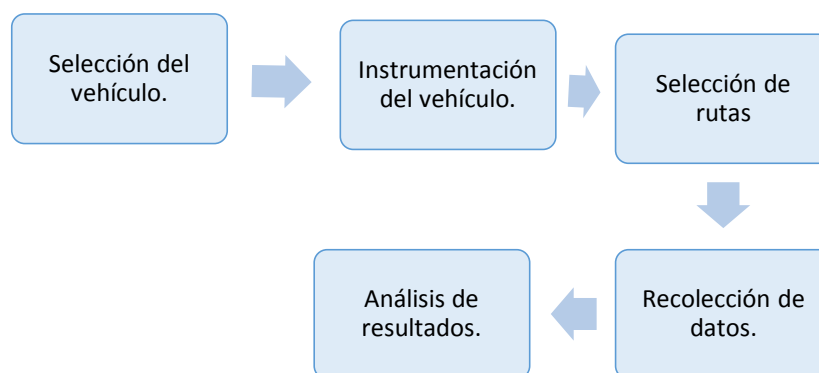


Ilustración 16. Proceso para la aplicación de pruebas

Fuente: Autor

4.1.1 Selección de vehículos

En lo que corresponde a la selección de vehículos, lo principal a tomar en cuenta es que el vehículo en el que vamos a realizar las pruebas se encuentre en la categoría M1 y N1, de acuerdo a lo que detalla la normativa 2656 del INEN.

Además conocer las características técnicas de dicho vehículo, con la finalidad de realizar las conexiones para tomar los datos necesarios.

Para la realización de las pruebas se establecen dos vehículos que se describen a continuación:

El vehículo Toyota Land Cruiser Prado Gx descrito en la tabla 5 corresponde al tipo M1, pero para la investigación se utiliza como N1, ya que tiene las mismas características que una camioneta Toyota Hilux de su mismo año de producción.

Tabla 5. Características del vehículo 1

Marca	Toyota
Modelo	Land Cruiser
Generación	Land Cruiser 90 Prado
Modificación (motor)	2.7 16V (3 dr) (152 Hp)
Numero de puertas	3
Potencia máxima	152 CV /4800rpm.
Velocidad máxima	165 km/h
Capacidad depósito	90 l

Marca	Toyota
Tipo Coupe	Todoterreno
Número de plazas	5
Sistema de combustible	Inyección multipunto
Número Cilindros	4
Combustible	Gasolina
Drive	Tracción en las cuatro ruedas (4x4)
Número de engranaje (transmisión manual)	5
Consumo de combustible urbano	18 lts / 100 km.
Consumo de combustible extraurbano	10 lts. / 100 km.
Peso en orden de marcha	1680 kg.
Peso máximo admisible	2510 kg.
Tamaño de neumáticos	215/80 R16

Fuente: Autodata.net

El vehículo descrito en la tabla 6 corresponde a la categoría M1.

Tabla 6. Características vehículo 2

Marca	Chevrolet
Modelo	Grand Vitara
Motor tipo	DOCH
Numero de puertas	5
Potencia máxima	126 CV /6000rpm.
Tipo	4x2
Número de plazas	5
Número Cilindros	4 en línea
Combustible	Gasolina
Drive	Tracción en las cuatro ruedas (4x2)
Peso en orden de marcha	1300 kg.
Peso máximo admisible	1950 kg.
Capacidad de Carga	650
Tanque de combustible	66 lts.

Fuente: Autodata.net

4.1.2 Implementación en los vehículos seleccionados.

En esta fase se realiza la adecuación y la toma de señales necesarias para la instalación del circuito electrónico, teniendo en cuenta aspectos importantes como el confort de la persona destinada a manejar, que al momento de conducir no tenga ningún inconveniente que impidan que dicha conducción se vea afectada por la instalación del circuito, causando distracción o impedimento al proceder a realizar alguna maniobra. Tomando en cuenta lo dicho anteriormente se procede a la implementación:

Implementación en el vehículo Toyota Land Cruiser Prado.

- Se procede a realizar una derivación simple al cable que contiene la señal que nos indica el nivel de combustible, que proviene del dispositivo que mide el nivel que se encuentra el combustible en el tanque, dicho cable se conecta en el circuito electrónico en un pin específico destinado previamente y declarado en la programación para que con este dato se pueda calcular la autonomía que el vehículo nos proporcione.

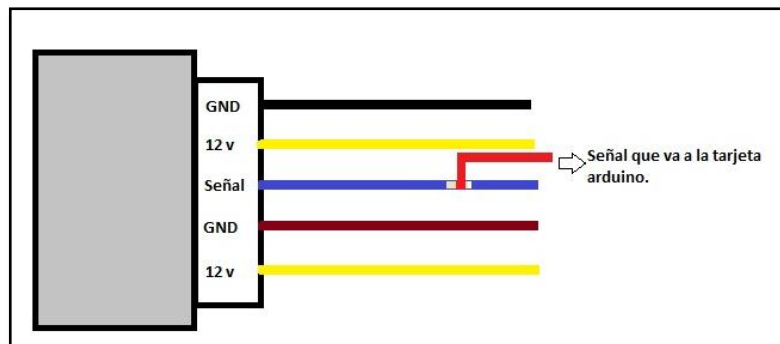


Ilustración 17. Derivación realizada en el cable de la señal

Fuente: Autor

- Así mismo se coloca el circuito electrónico armado en un lugar adecuado, en el cual se permita la plena visualización de los datos que nos proporciona el sistema, sin interrumpir la comodidad del conductor.



Ilustración 18. Ubicación del circuito en el vehículo.
Fuente: Autor

- A continuación se implementa un adaptador en el que se conectara el cable USB proveniente de la tarjeta arduino para así poder alimentar el circuito electrónico, ya que este adaptador tiene la opción de conectarlo en el socket de 12 voltios que nos proporciona el vehículo, transformando los 12 voltios en una salida de 5 voltios que es la cantidad de voltaje que soporta la tarjeta arduino.



Ilustración 19. Adaptador utilizado para alimentar a la tarjeta arduino.
Fuente: Autor

Cabe señalar que el adaptador mencionado en el punto anterior será conectado en el socket de 12 voltios como se indica en la ilustración 20.



Ilustración 20. Entrada de 12 v
Fuente: Autor

Implementación en el vehículo Chevrolet Grand Vitara

- Se procede a realizar una derivación simple al cable que contiene la señal que nos indica el nivel de combustible, que proviene del dispositivo que mide el nivel que se encuentra en el tanque de combustible, dicho cable se conecta en el circuito electrónico en un pin específico destinado previamente y declarado en la programación para que con este dato se pueda calcular la autonomía que el vehículo nos proporcione.

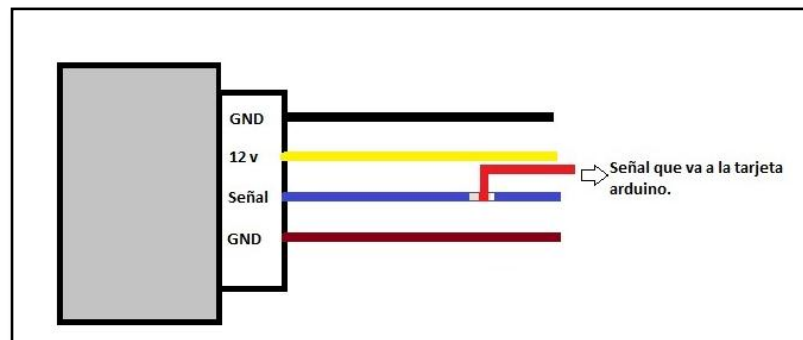


Ilustración 21. Derivación realizada en el cable de la señal
Fuente: Autor

Así mismo se coloca el circuito electrónico armado en un lugar adecuado en el cual se permita la plena visualización de los datos que nos proporciona el sistema, sin interrumpir la comodidad del conductor.



Ilustración 22. Ubicación de la caja del circuito dentro del vehículo

Fuente: Autor

- Mediante el cable USB la tarjeta arduino es alimentada utilizando para ello la ayuda de un adaptador que se conecta a una entrada de 12v proporcionada por el vehículo.



Ilustración 23. Adaptador para cable USB

Fuente: Autor

Cabe señalar que el adaptador mencionado en el punto anterior será conectado en el socket de 12 voltios como se indica en la ilustración 20.



Ilustración 24. Entrada de 12 v

Fuente: Autor

4.1.3 Selección de rutas

Para la determinación de las rutas utilizadas se toma en consideración los datos generados en el proyecto intitulado, “DETERMINACIÓN DE LOS CICLOS DE CONDUCCIÓN DE UN VEHÍCULO CATEGORÍA M1 PARA LA CIUDAD DE CUENCA”, (Pérez, 2018), el cual nos coadyuva a validar este proceso, considerando como variables como: Ubicación, sentido y origen - destino.

Es así que la siguiente tabla detalla las rutas seleccionadas:

Tabla 7. Descripción de los recorridos

Ruta	Sentido	Origen	Destino	Avenidas/Calles
1	Oeste- Este	Av. Gran Colombia/ Américas	Parque central de Ricaurte.	Gran Colombia, Av. De las Américas, Panamericana Norte, Vía a Ricaurte
2	Este - Oeste	Parque central de Ricaurte.	Av. Gran Colombia/ Américas	Vía a Ricaurte, Panamericana Norte, Av. De las Américas, Gran Colombia
3	Norte - Sur	Intersección Av. del Chofer Abelardo J. Andrade	Av. Solano (Mall del Río)	Av. Abelardo J. Andrade, Luis Cordero, Av. Héroes de Verdeloma, Presidente Borrero, Rafael María Arízaga, Benigno Malo, Av. Solano
4	Sur - Norte	Av. Solano (Mall del Río)	Av. del Chofer Abelardo J. Andrade	Av. Solano, Av. del Estadio, Av. Manuel J. Calle, Av. Paucarbamba, Subida de Todos Santos, Alfonso Jerves, Vargas Machuca, Honorato Vázquez, Luis Cordero, Av. Abelardo J. Andrade

Fuente: (Pérez, 2018)

4.1.4 Recolección de datos y estudio de resultados

En este punto se detallan los datos que el sistema electrónico nos proporciona por cada ruta recorrida, por lo tanto se procede a clasificar la información que nos será útil para obtener las gráficas GPS de las rutas y también poder graficar los ciclos de conducción.

Recolección de datos de los diferentes recorridos en el vehículo Chevrolet Grand Vitara.

- Recorrido 1

Tabla 8. Descripción Ruta 1

Sentido	Origen	Destino	Avenidas/Calles
Oeste-este	Av. Gran Colombia/ Américas	Parque central de Ricaurte.	Gran Colombia, Av. De las Américas, Panamericana Norte, Vía a Ricaurte

Fuente: (Pérez, 2018)

Luego de establecer la ruta específica del recorrido 1 del vehículo en sentido Oeste-Este, según los datos obtenidos por el módulo GPS, se gráfica a través de Google Earth.

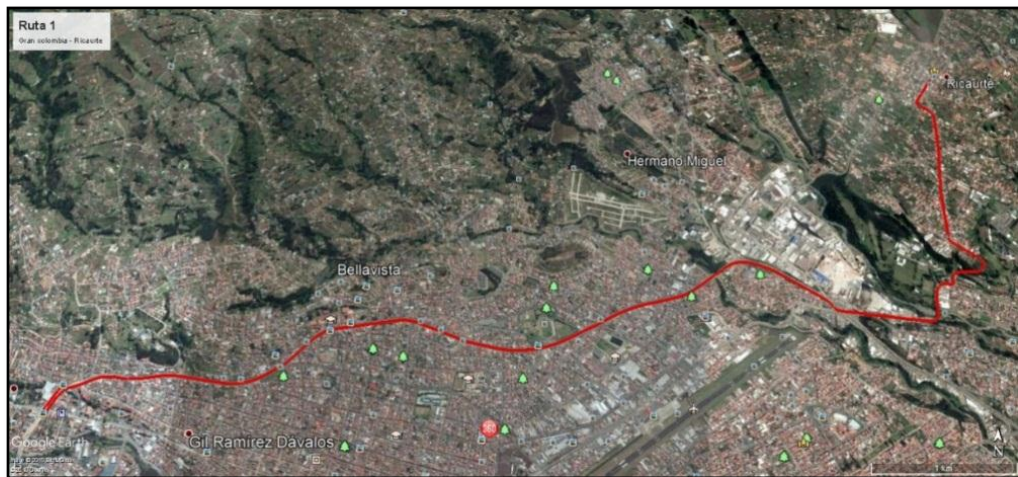


Ilustración 25. Gráfica del recorrido 1

Fuente: Autor

En la presente ilustración 26 se puede observar el perfil de elevación de la ruta realizada:

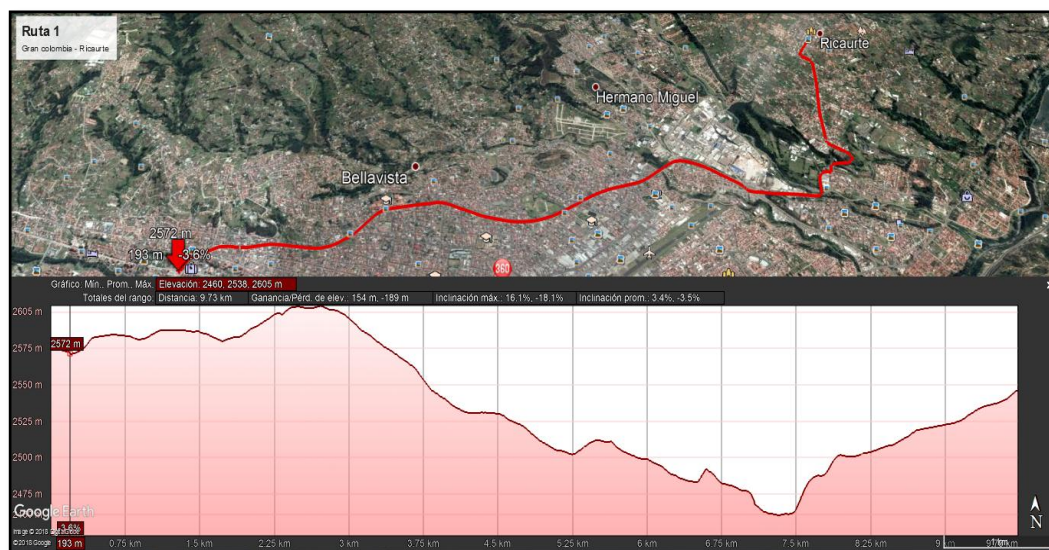


Ilustración 26. Perfil de elevación de la ruta 1

Fuente: Autor

Para entender el perfil de elevación del recorrido 1 es preciso reconocer sus principales características, cuyos datos de altimetría generan información relevante como la elevación e inclinación.

Tabla 9. Datos de altimetría de la ruta 1

VARIABLE	DATOS
Elevación mínima	2460 m
Elevación promedio	2538 m
Elevación máxima	2605 m
Ganancia de elevación	154 m
Pérdida de elevación	-189 m
Inclinación máxima	16.1% / -18.1%
Inclinación promedio	3.4% / -3.5%

Fuente: Autor

Ciclo de conducción Ruta 1: Gran Colombia – Ricaurte

A continuación en la ilustración 27 se muestra el ciclo de conducción descrito por la ruta 1. Cabe recalcar que esta ilustración se realizó con los datos generados por el sistema electrónico.



Ilustración 27. Ciclo de conducción ruta 1 en vehículo 2

Fuente: Autor

Por ultimo en la ilustración 28 se describe el costo generado por kilómetro de la ruta 1, en el que obtuvimos un costo de 50 centavos de dólar por transitar esta ruta.

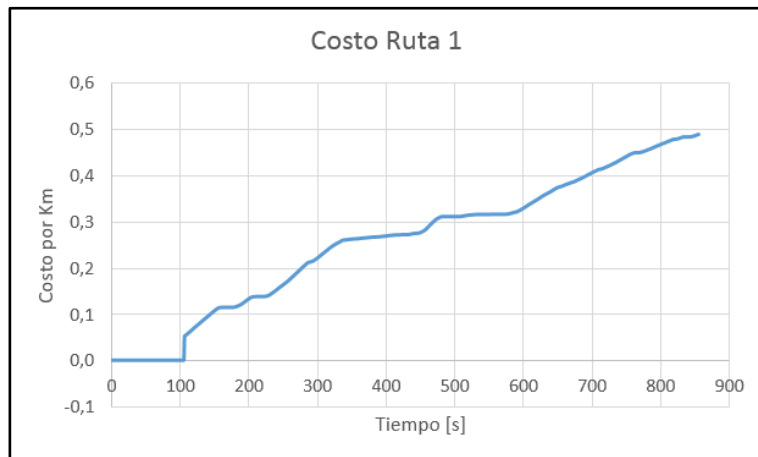


Ilustración 28. Costo por kilómetro de la ruta 1 vehículo 2

Fuente: Autor

En la tabla 10 se muestra el valor del costo por kilometro de la ruta 1, que representan los costos fijos y variables.

Tabla 10. Costo por kilometro.

Insumos		Costo
	Combustible	0,345749
Lubricantes	aceite motor	0,048100
	aceite caja	0,024050
	aceite corona	0,000000
	aceite hidráulico	0,001924
	filtro aceite	0,015392
Mantenimiento	filtro combustible	0,004810

Insumos		Costo
	filtro aire	0,004810
		0,011758
	Bandas, líquido refrigerante, engrase	0,000000
	crucetas,	0,000000
	rodamientos, frenos.	0,000000
		0,000000
Neumáticos	Delanteras y traseras	0,086580
Costo Total		0,5

Fuente: Autor

- Recorrido 2

Tabla 11. Descripción de la ruta 2

Sentido	Origen	Destino	Avenidas/Calles
Este - Oeste	Parque central de Ricaurte.	Av. Colombia/Américas	Gran Vía a Ricaurte, Panamericana Norte, Av. De las Américas, Gran Colombia

Fuente: (Pérez, 2018)

Luego de establecer la ruta específica del recorrido 2 en sentido Este- Oeste, según los datos obtenidos por el módulo GPS, se gráfica a través de Google Earth.

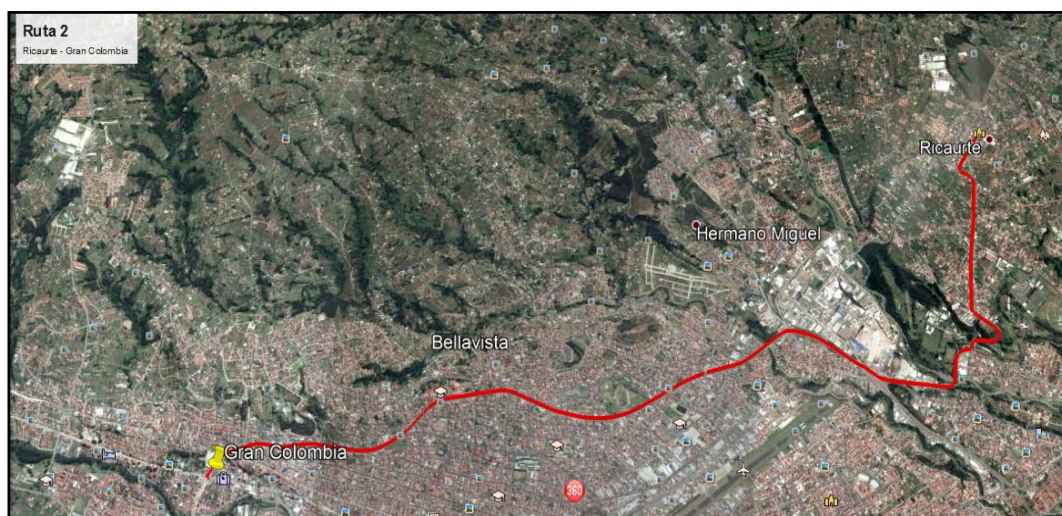


Ilustración 29. Gráfica del recorrido 2

Fuente: Autor

En la presente ilustración 30 se puede observar el perfil de elevación de la ruta realizada:

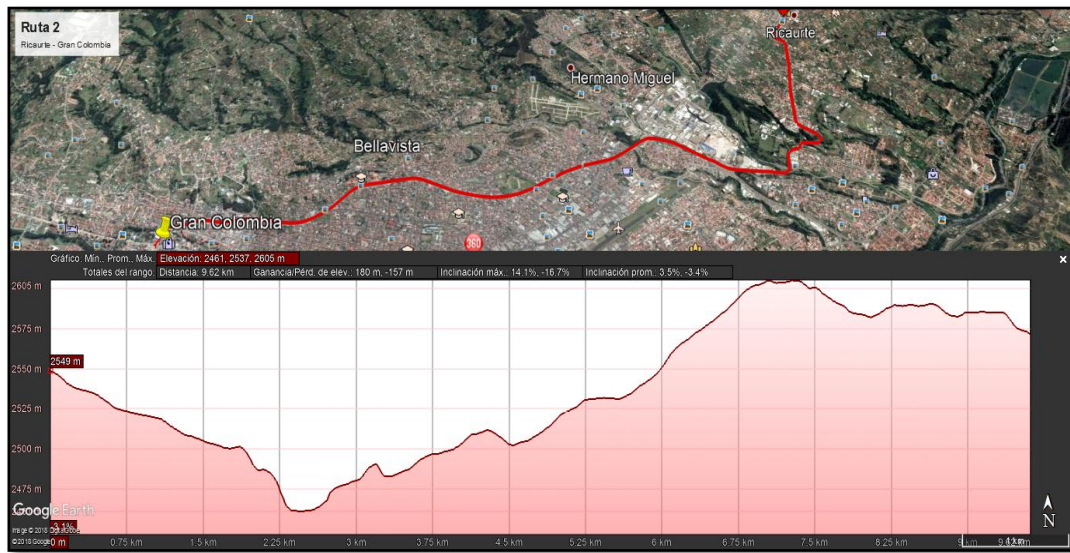


Ilustración 30. Perfil de elevación de la ruta 2

Fuente: Autor

Para entender el perfil de elevación del recorrido 2 es preciso reconocer las principales características, cuyos datos de altimetría generan información relevante como la elevación e inclinación.

Tabla 12. Datos de altimetría del recorrido 2

VARIABLE	DATOS
Elevación mínima	2461 m
Elevación promedio	2537 m
Elevación máxima	2605 m
Ganancia de elevación	180 m
Pérdida de elevación	-157 m
Inclinación máxima	14.1% / -16.7%
Inclinación promedio	3.5% / -3.4%

Fuente: Autor

Ciclo de conducción Ruta 2: Ricaurte- Gran Colombia

A continuación en la ilustración 31 se muestra el ciclo de conducción descrito por la ruta 2, cabe recalcar que está se realizó con los datos generados por el sistema electrónico.

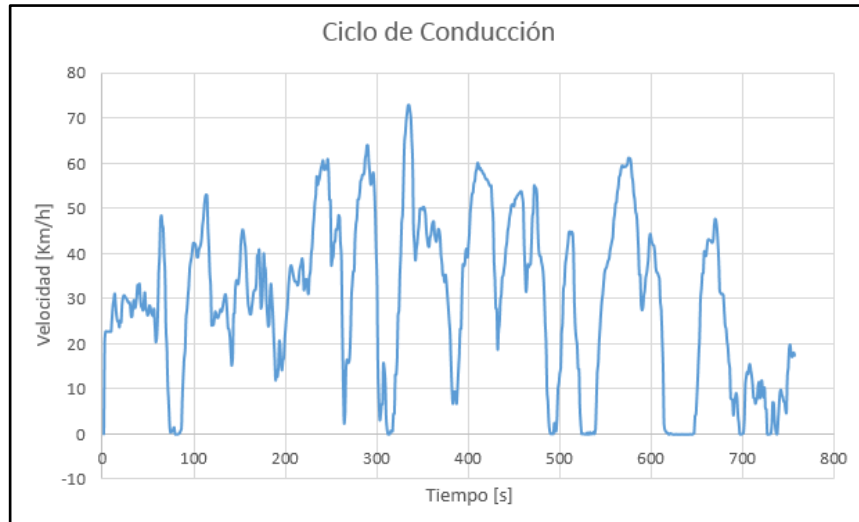


Ilustración 31. Ciclo de conducción ruta 2 vehículo 2

Fuente: Autor

Por ultimo en la ilustración 32 se describe el costo generado por kilómetro de la ruta 2, en el que se obtuvo un costo de 50 centavos por recorrer esta ruta.

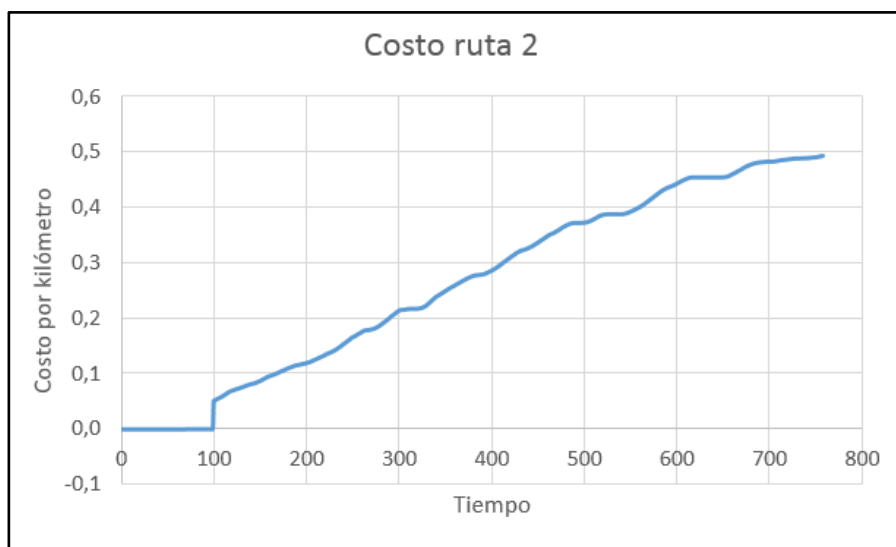


Ilustración 32. Costo de la ruta 2 vehículo 2

Fuente: Autor

- **Recorrido 3**

Tabla 13. Descripción del recorrido ruta 3

Sentido	Origen	Destino	Avenidas/Calles
Norte - Sur	Av. del Chofer y Abelardo Andrade	Av. Solano (Mall del Río)	Av. Abelardo J. Andrade, Luis Cordero, Av. Héroes de Verdeloma, Presidente Borrero, Rafael María Arízaga, Benigno Malo, Av. Solano

Fuente: (Pérez, 2018)

Luego de establecer la ruta específica del recorrido 3 en sentido Norte - Sur, según los datos obtenidos por el módulo GPS, se gráfica a través de Google Earth.

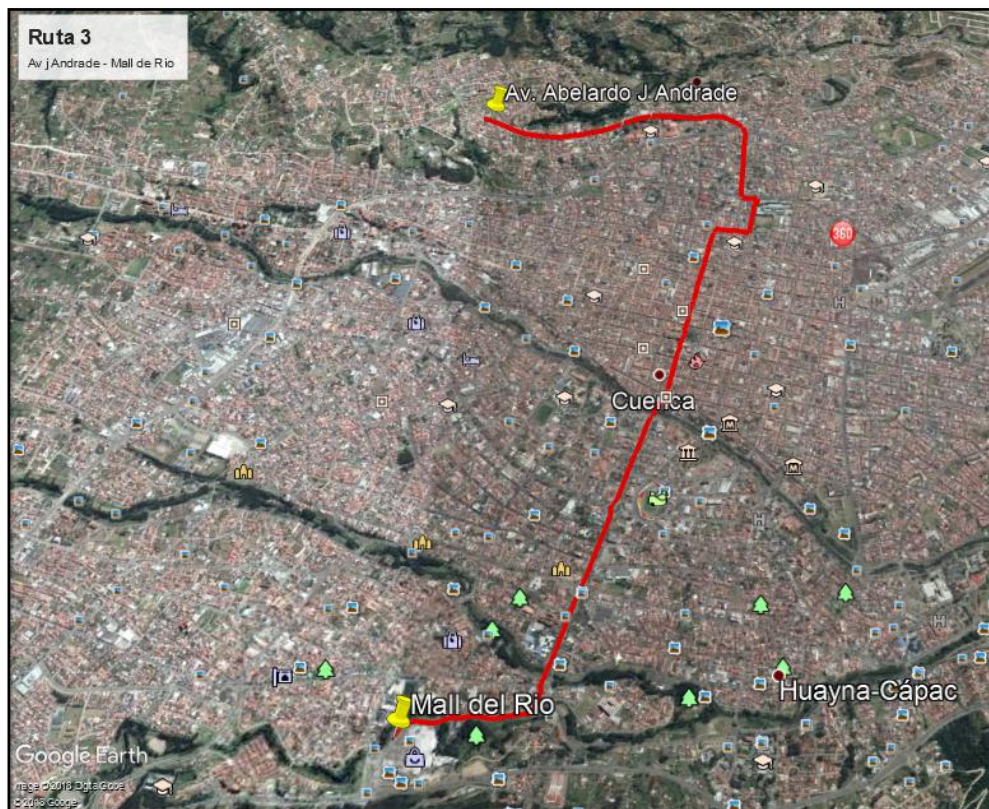


Ilustración 33. Gráfica del recorrido 3

Fuente: Autor

En la presente ilustración 34 se puede observar el perfil de elevación de la ruta:

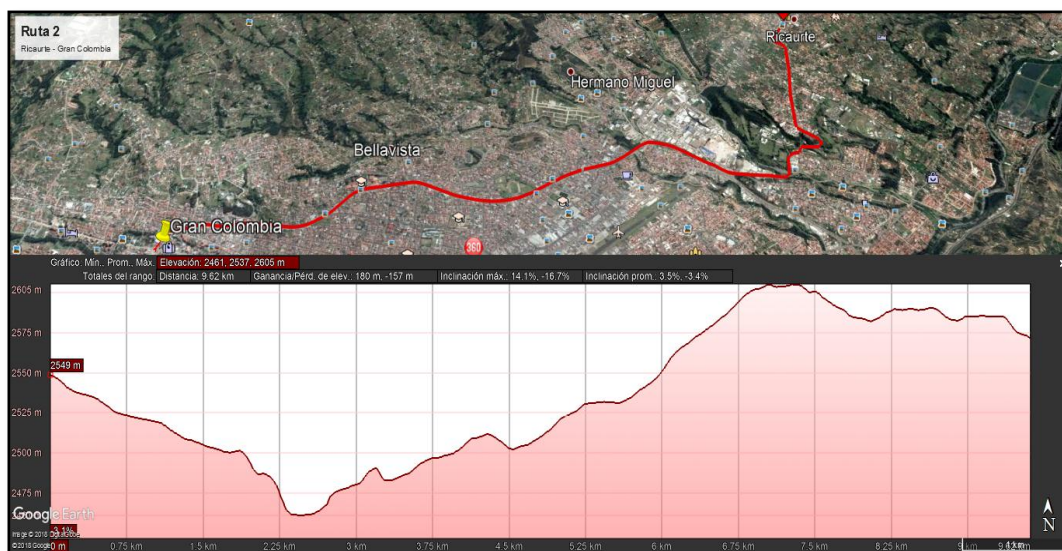


Ilustración 34. Perfil de elevación ruta 3

Fuente: Autor

Para entender el perfil de elevación del recorrido tres, es preciso reconocer las principales características cuyos datos de altimetría generan información relevante como la elevación e inclinación.

Tabla 14. Datos de altimetría ruta 3

VARIABLE	DATOS
Elevación mínima	2523 m
Elevación promedio	2565 m
Elevación máxima	2650 m
Ganancia de elevación	40.5 m
Pérdida de elevación	-153 m
Inclinación máxima	6.9% / -12.1%
Inclinación promedio	1.8% / -3.3%

Fuente: Autor

Ciclo de conducción Ruta 3: Av. del Chofer y Abelardo J. Andrade - Av. Solano (Mall del Río).

A continuación en la ilustración 35 se muestra el ciclo de conducción descrito por la ruta 3, cabe recalcar que esta gráfica se realizó con los datos generados por el sistema electrónico.

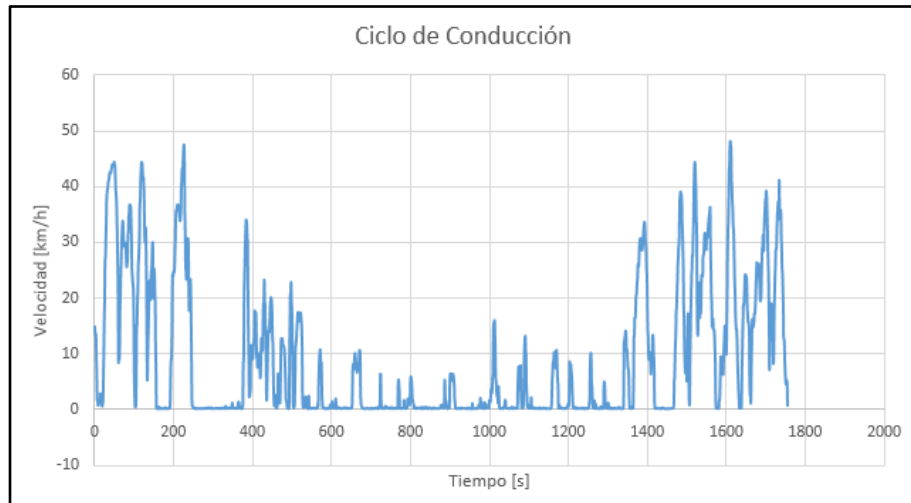


Ilustración 35. Ciclo de conducción ruta 3 vehículo 2

Fuente: Autor

Por último en la ilustración 36 tenemos la gráfica que describe el costo generado por kilómetro de la ruta 3, en el que obtuvimos un costo de 34 centavos por recorrer esta ruta.



Ilustración 36. Costo de recorrido ruta 3 vehículo 2

Fuente: Autor

- Recorrido 4

Tabla 15. Descripción del recorrido 4

Sentido	Origen	Destino	Avenidas/Calles
Sur - Norte	Av. Solano (Mall del Río)	Av. del Chofer y Abelardo Andrade	Av. Solano, Av. del Estadio, Av. Manuel J. Calle, Av. Paucarbamba, Subida de Todos Santos, Alfonso Jerves, Vargas Machuca, Honorato Vázquez, Luis Cordero, Av. Abelardo J. Andrade

Fuente: (Pérez, 2018)

Luego de establecer la ruta específica del recorrido 4 en sentido Sur- Norte, según los datos obtenidos por el módulo GPS, se gráfica a través de Google Earth.



Ilustración 37. Gráfica del recorrido 4

Fuente: Autor

En la presente ilustración 38 se puede observar el perfil de elevación de la ruta realizada:

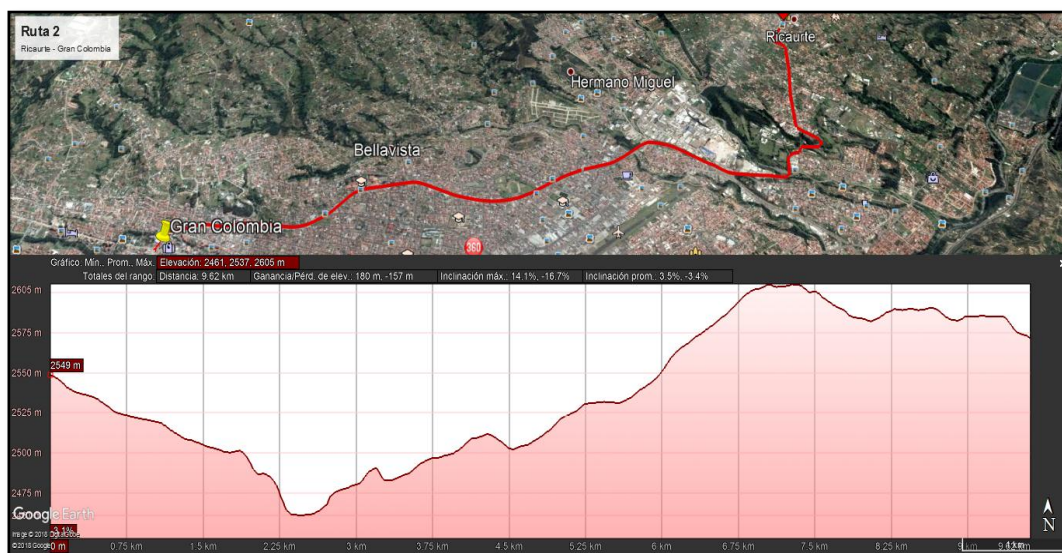


Ilustración 38. Perfil de elevación ruta 4

Elabora: Autor

Para entender el perfil de elevación del recorrido 4, es preciso reconocer las principales características cuyos datos de altimetría generan información relevante como la elevación e inclinación.

Tabla 16. Datos de altimetría ruta 4

VARIABLE	DATOS
Elevación mínima	2509 m
Elevación promedio	2556 m
Elevación máxima	2647 m
Ganancia de elevación	167 m
Pérdida de elevación	-61.4 m
Inclinación máxima	11.7% / -6.8%
Inclinación promedio	3.4% / -2.0%

Fuente: Autor

Ciclo de conducción Ruta 4: Av. Solano (Mall del Río) - Av. del Chofer y Abelardo J. Andrade.

A continuación en la ilustración 39 se muestra el ciclo de conducción descrito por la ruta 4, cabe recalcar que esta gráfica se realizó con los datos generados por el sistema electrónico.

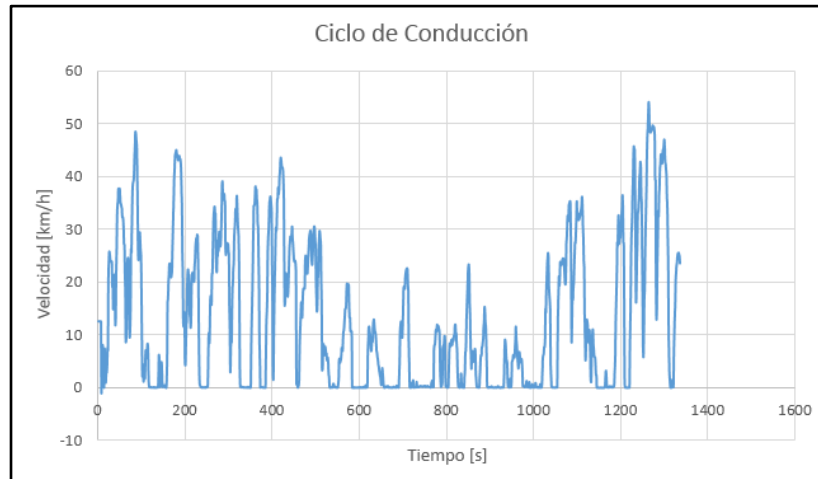


Ilustración 39. Ciclo de conducción ruta 4 vehículo 2

Fuente: Autor

Por ultimo en la ilustración 40 se describe el costo generado por kilómetro de la ruta 4, en el que obtuvimos un costo de 39 centavos por recorrer esta ruta.

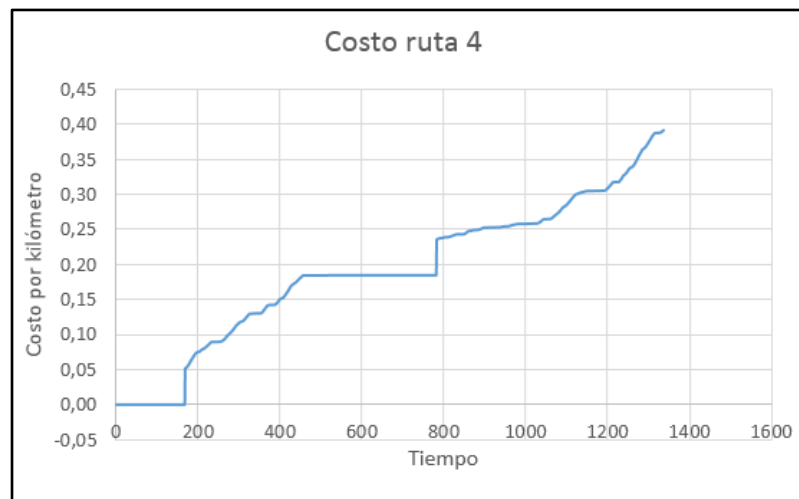


Ilustración 40. Costo de la ruta 4

Fuente: Autor

Recolección de datos de los diferentes recorridos vehículo Toyota Land Cruiser Prado 3pt.

- **Recorrido 1**

Tabla 17. Descripción ruta 1 vehículo 1

Sentido	Origen	Destino	Avenidas/Calles
Oeste-este	Av. Colombia/ Américas	Gran Parque central de Ricaurte.	Gran Colombia, Av. De las Américas, Panamericana Norte, Vía a Ricaurte

Fuente: (Pérez, 2018)

Luego de establecer la ruta específica del recorrido 1 del vehículo en sentido Oeste-Este, según los datos obtenidos por el módulo GPS, se gráfica a través de Google Earth.

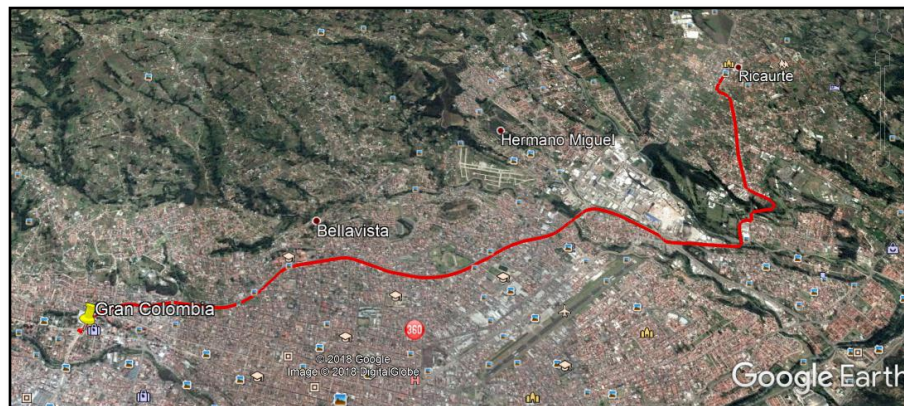


Ilustración 41. Gráfica del recorrido 1 vehículo 1

Fuente: Autor

En la presente ilustración 42 se puede observar el perfil de elevación de la ruta realizada:

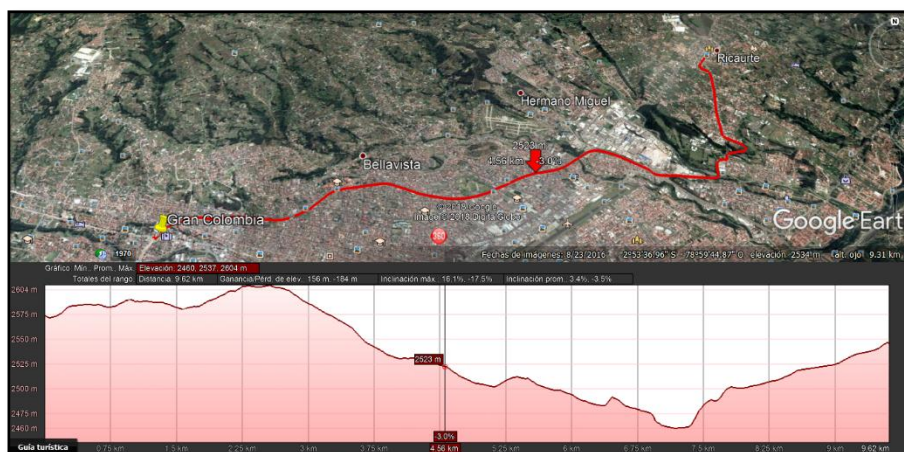


Ilustración 42. Perfil de elevación ruta 1 vehículo 1

Fuente: Autor

Para entender el perfil de elevación del recorrido 1, es preciso reconocer las principales características cuyos datos de altimetría generan información relevante como la elevación e inclinación.

Tabla 18. Datos de altimetría ruta 1 vehículo 1

VARIABLE	DATOS
Elevación mínima	2460 m
Elevación promedio	2537 m
Elevación máxima	2604 m
Ganancia de elevación	156 m
Pérdida de elevación	-184 m
Inclinación máxima	16.1% / -18.1%
Inclinación promedio	3.4% / -3.5%

Elabora: Autor

Ciclo de conducción Ruta 1: Gran Colombia – Ricaurte.

A continuación en la ilustración 43 se muestra el ciclo de conducción descrito por la ruta 1, cabe recalcar que esta gráfica se realizó con los datos generados por el sistema electrónico.

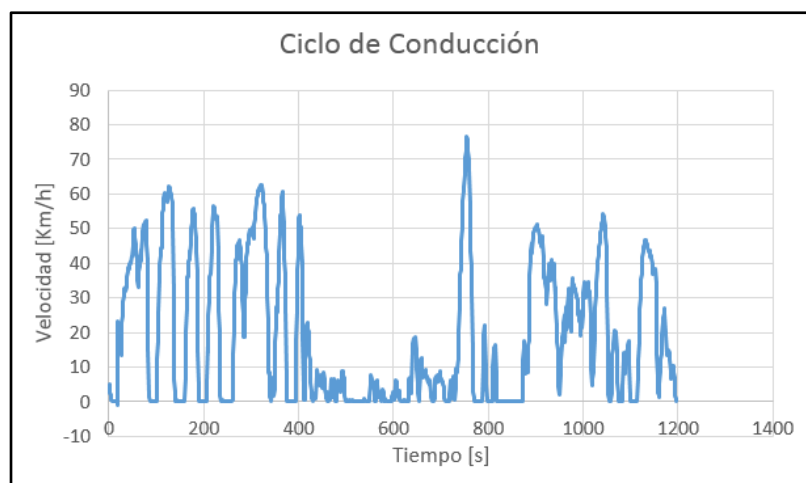


Ilustración 43. Ciclo de conducción ruta 1 vehículo 1

Fuente: Autor

Por ultimo en la ilustración 44 se puede observar el comportamiento que se tiene del costo generado por kilómetro de la ruta 1, en el que obtuvimos un costo de un dólar por recorrer esta ruta.



Ilustración 44. Costo de la ruta 1 vehículo 1

Fuente: Autor

- **Recorrido 2**

Tabla 19. Descripción de la ruta 2 vehículo 1

Sentido	Origen	Destino	Avenidas/Calles
Este - Oeste	Parque central de Ricaurte.	Av. Colombia/Américas	Gran Vía a Ricaurte, Panamericana Norte, Av. De las Américas, Gran Colombia

Fuente: (Pérez, 2018)

Luego de establecer la ruta específica del recorrido 2 del vehículo 2 en sentido Este-Oeste, según los datos obtenidos por el módulo GPS, se gráfica a través de Google Earth.

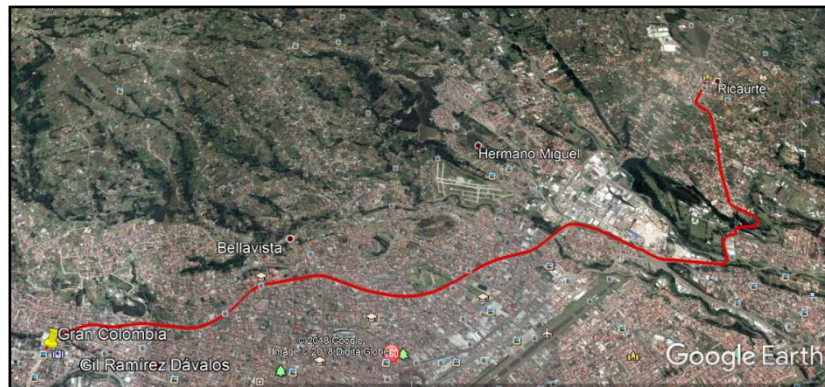


Ilustración 45. Gráfica ruta 2 vehículo 1

Fuente: Autor

En la ilustración 46 se puede observar el perfil de elevación de la ruta realizada:



Ilustración 46. Perfil de elevación ruta 2 vehículo 1

Fuente: Autor

Para entender el perfil de elevación del recorrido dos, es preciso reconocer cuáles son las principales características cuyos datos de altimetría generan información relevante como la elevación e inclinación.

Tabla 20. Datos de altimetría ruta 1 vehículo 2

VARIABLE	DATOS
Elevación mínima	2461 m
Elevación promedio	2537 m
Elevación máxima	2605 m

VARIABLE	DATOS
Ganancia de elevación	180 m
Pérdida de elevación	-155 m
Inclinación máxima	15% / -16.4%
Inclinación promedio	3.5% / -3.4%

Fuente: Autor

Ciclo de conducción Ruta 2: Ricaurte - Gran Colombia.

A continuación en la ilustración 47 se muestra el ciclo de conducción descrito por la ruta 2, cabe recalcar que esta gráfica se realizó con los datos generados por el sistema electrónico.

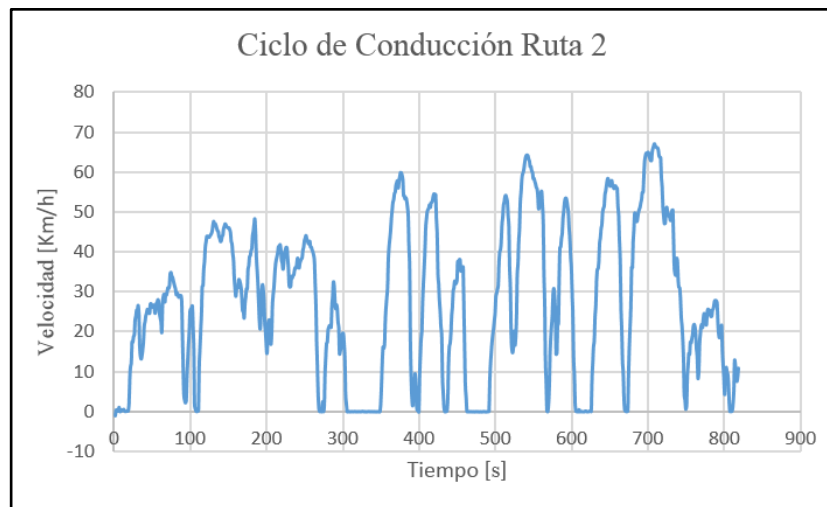


Ilustración 47. Ciclo de conducción ruta 2 vehículo 1

Fuente: Autor

Por ultimo en la ilustración 48 tenemos la gráfica que describe el costo generado por kilómetro de la ruta 2, en el que obtuvimos un costo de un dólar por recorrer esta ruta.

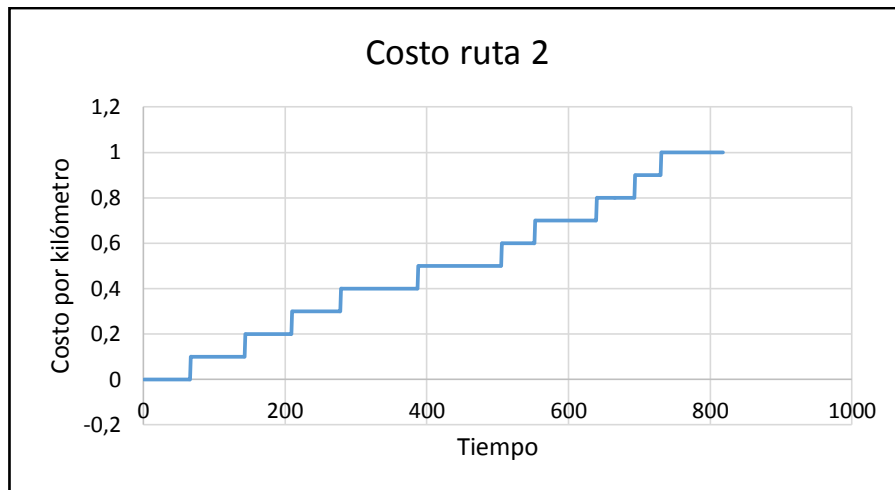


Ilustración 48. Costo de la ruta 2 vehículo 1

Fuente: Autor

- **Recorrido 3**

Tabla 21. Descripción recorrido ruta 3 vehículo 1

Sentido	Origen	Destino	Avenidas/Calles
Norte - Sur	Av. del Chofer y Abelardo J. Andrade	Av. Solano (Mall del Río)	Av. Abelardo J. Andrade, Luis Cordero, Av. Héroes de Verdeloma, Presidente Borrero, Rafael María Arízaga, Benigno Malo, Av. Solano

Fuente: (Pérez, 2018)

Luego de establecer la ruta específica del recorrido 3 del vehículo 1 en sentido Norte-Sur, según los datos obtenidos por el módulo GPS, se grafica a través de Google Earth.

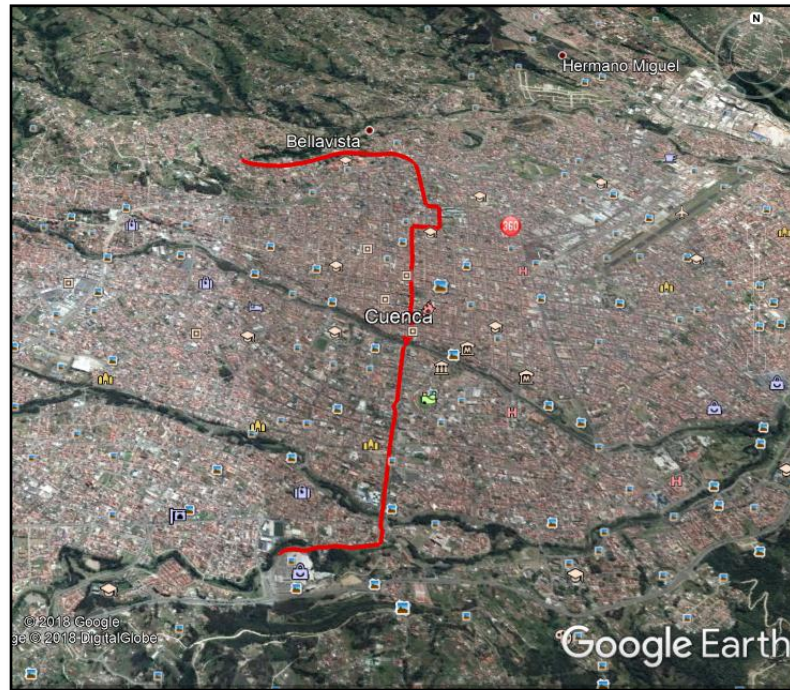


Ilustración 49. Gráfico ruta 3 vehículo 1

Fuente: Autor

En la presente ilustración 50 se puede observar el perfil de elevación de la ruta realizada:



Ilustración 50. Perfil de elevación ruta 3 vehículo 2

Fuente: Autor

Para entender el perfil de elevación del recorrido 3, es preciso reconocer cuáles son las principales características cuyos datos de altimetría generan información relevante como la elevación e inclinación.

Tabla 22. Datos de altimetría ruta 3 vehículo 1

VARIABLE	DATOS
Elevación mínima	2523 m
Elevación promedio	2563 m
Elevación máxima	2641 m
Ganancia de elevación	38,7 m
Pérdida de elevación	-143 m
Inclinación máxima	7.1% / -12.4%
Inclinación promedio	1.8% / -3.3%

Fuente: Autor

Ciclo de conducción Ruta 3: Av. del Chofer y Abelardo J. Andrade - Av. Solano (Mall del Río).

A continuación en la ilustración 51 se muestra el ciclo de conducción descrito por la ruta 3, cabe recalcar que esta gráfica se realizó con los datos generados por el sistema electrónico.

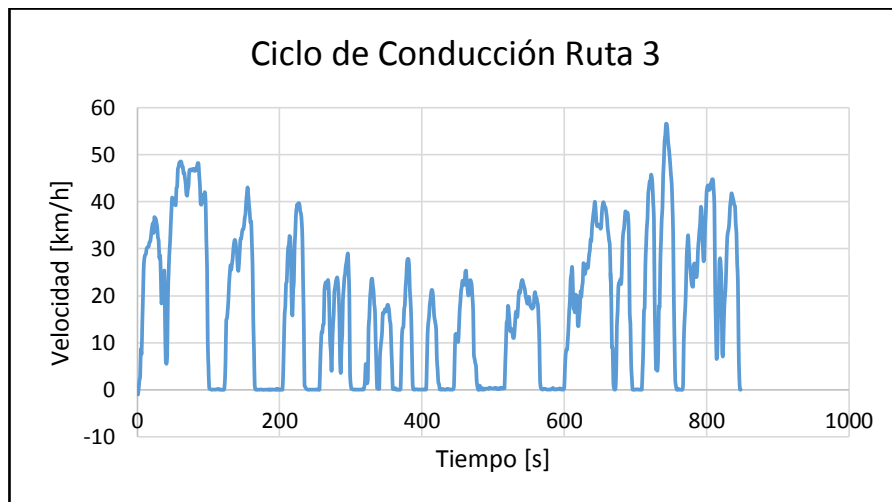


Ilustración 51. Ciclo de conducción 3 vehículo 2

Fuente: Autor

Por ultimo en la ilustración 52 tenemos la gráfica que describe el costo generado por kilómetro de la ruta 1, en el que obtuvimos un costo de 0,7 centavos de dólar por recorrer esta ruta.



Ilustración 52. Costo de la ruta 3

Fuente: Autor

- Recorrido 4

Tabla 23. Descripción recorrido 4 vehículo 1

Sentido	Origen	Destino	Avenidas/Calles
Sur - Norte	Av. (Mall de	Av. del Chofer y Abelardo J. Andrade	Av. Solano, Av. del Estadio, Av. Manuel J. Calle, Av. Paucarbamba, Subida de Todos Santos, Alfonso Jerves, Vargas Machuca, Honorato Vázquez, Luis Cordero, Av. Abelardo J. Andrade

Fuente: (Pérez, 2018)

Luego de establecer la ruta específica del recorrido 4 del vehículo 1 en sentido Sur-Norte, según los datos obtenidos por el módulo GPS, se grafica a través de Google Earth.

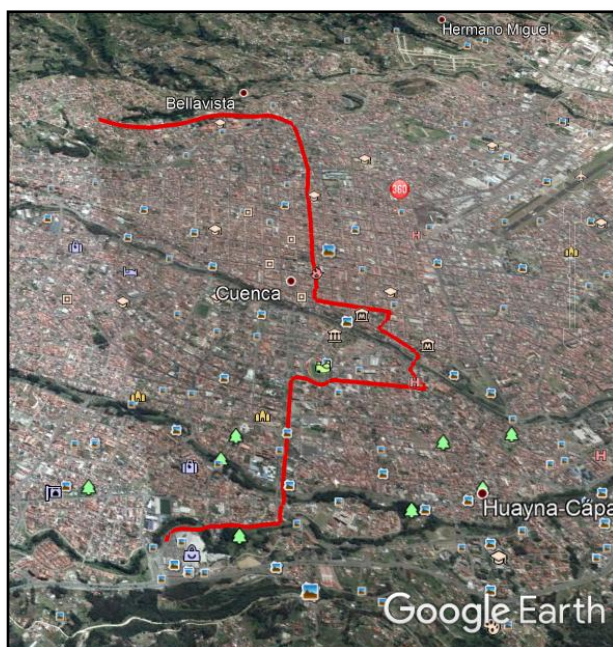


Ilustración 53. Gráfica recorrido 4 vehículo 1

Fuente: Autor

En la presente ilustración 54 se puede observar el perfil de elevación de la ruta realizada:

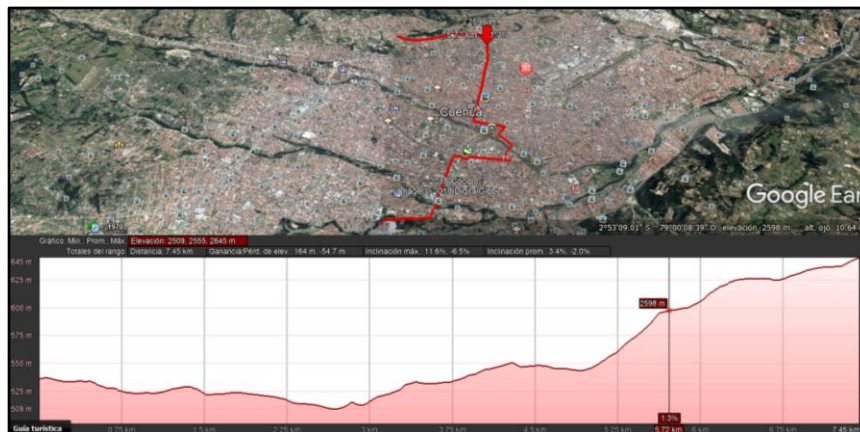


Ilustración 54. Perfil de elevación recorrido 4 vehículo 1

Fuente: Google Earth

Para entender el perfil de elevación del recorrido 4, es preciso reconocer cuáles son las principales características cuyos datos de altimetría generan información relevante como la elevación e inclinación.

Tabla 24 Datos de altimetría recorrido 4 vehículo 1

VARIABLE	DATOS
Elevación mínima	2509 m
Elevación promedio	2555 m
Elevación máxima	2645 m
Ganancia de elevación	164 m
Pérdida de elevación	-54.7 m
Inclinación máxima	11.6% / -6.5%
Inclinación promedio	3.4% / -2.0%

Fuente: Autor

Ciclo de conducción Ruta 4: Av. Solano (Mall del Río) - Av. del Chofer y Abelardo J. Andrade.

A continuación en la ilustración 55 se muestra el ciclo de conducción descrito por la ruta 4, cabe recalcar que esta ilustración se realizó con los datos generados por el sistema electrónico.

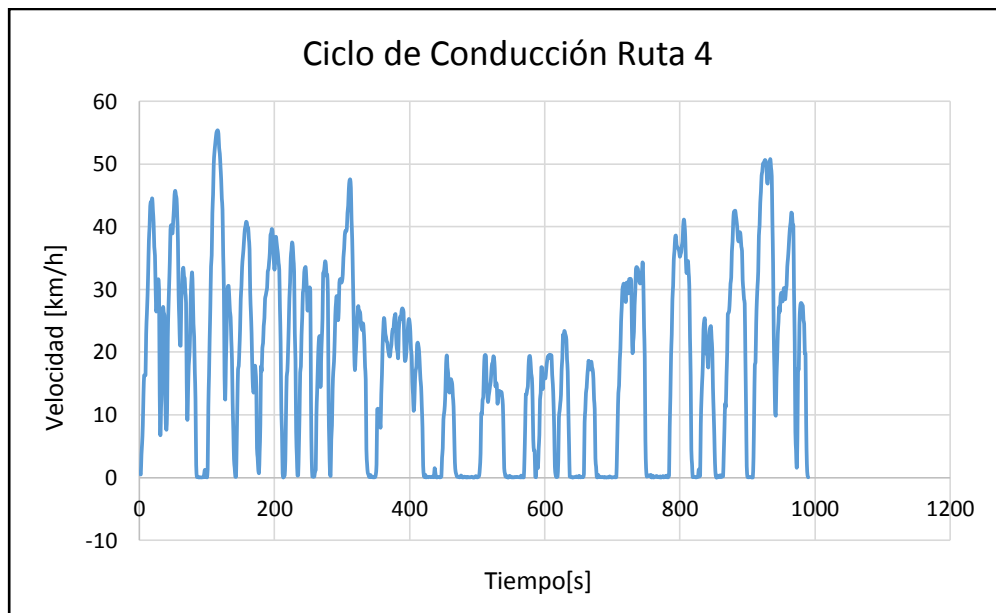


Ilustración 55. Ciclo de conducción ruta 4 vehículo 1

Fuente: Autor

Por ultimo en la ilustración 56 tenemos la gráfica que describe el costo generado por kilómetro de la ruta 1, en el que obtuvimos un costo de 0,8 centavos de dólar por recorrer esta ruta.



Ilustración 56. Costo de la ruta
Fuente: Autor

Una vez obtenidos los ciclos de conducción de las rutas desarrolladas se realiza una comparación con el proyecto técnico “DETERMINACIÓN DE LOS CICLOS DE CONDUCCIÓN DE UN VEHÍCULO CATEGORÍA M1 PARA LA CIUDAD DE CUENCA”, respecto a los ciclos que han descrito.

Se puede definir que los ciclos obtenidos para las rutas desarrolladas, son similares a los ciclos determinados por (Pérez, 2018), con respecto a los datos generados por el sistema electrónico, cabe recalcar que se presentan pequeñas variaciones dependiendo de factores como tráfico, forma de conducción y clima, independientes al funcionamiento del sistema electrónico.

CAPÍTULO V

5 MODOS DE CONDUCCIÓN

Si bien existe una serie de factores que intervienen en el proceso de conducción y a su vez en el cuidado del vehículo en virtud de mantener en buen estado para controlar los costos de uso y desgaste que este exige, el papel del conductor es fundamental debido a que la manera de conducir incidirá en el desgaste y consumo de los elementos básicos que protagonizan los principales costos del vehículo (neumáticos, combustible, lubricantes, etc.).

Es así como es preciso considerar las principales características de una conducción adecuada iniciando por el conductor, según (Etrasa, 2009)

5.1 Tipos de conducción

5.1.1 Conducción agresiva

La manera de conducir incide directamente en los resultados de consumos y rendimientos del vehículo, por ejemplo, la aceleración aumenta el consumo de combustible y a su vez las emisiones. En la Conferencia Europea de Ministerios de Transportes (Transporte, 2009) se describió la conducción agresiva como un uso precipitado de la aceleración y el frenado que además genera en aproximadamente un 30% más de consumo de combustible.

Este tipo de conducción también se caracteriza por todas las normas que son vulneradas por el conductor y que se relacionan con la velocidad, las distancias, etc.

5.1.2 Conducción Normal

Es aquella que se realiza según los estándares establecidos, manteniendo un equilibrio entre el acelerador y el freno, siguiendo las normas de tránsito y seguridad establecidas desde el punto de vista técnico y lógico que permite ser precavidos frente al volante, lo cual, permite que el vehículo se desarrolle según lo previsto alargando su vida útil y manteniendo un correcto funcionamiento entre sus partes.

5.1.3 Conducción Pasiva

Contraria a la conducción agresiva, la pasiva se basa en una conducción nerviosa extrema donde el conductor abusa del freno y no acelera a una velocidad adecuada

sino que desacelera constantemente lo cual también genera un efecto negativo en el correcto funcionamiento del vehículo.

Todas estas circunstancias inciden en un modo adecuado de conducir y generan un alto nivel de riesgo en la carretera. Si bien lo anteriormente descrito son los factores que influyen en la manera de conducir, las consecuencias que se generan van más allá de la seguridad del conductor y, en relación directamente con el vehículo, estos modos producen un efecto directo en cada una de las piezas del vehículo.

En este sentido, las distracciones que un conductor pueda tener le restarán concentración para evitar caer en baches o huecos que estén en la vía, o esquivar algún obstáculo de lo contrario estos incidentes generan un mayor deterioro en cada una de las piezas del auto. Por otro lado, el exceso de velocidad consume mayor combustible y genera más costos. Al tiempo que también impide una reacción inmediata y eficiente ante cualquier imprevisto.

5.2 Las distracciones como elementos que inciden en una buena conducción

A pesar de que al volante esté un excelente conductor, generalmente existen una serie de elementos que pueden generar serias distracciones que impidan en correcto modo de conducción a un punto en que se convierten en una amenaza que atenta contra la seguridad de quienes viajan en el vehículo. A continuación se presentan los principales elementos distractores que atentan contra una conducción segura:

- Son originadas por elementos internos (conversaciones, cigarrillos, etc.), elementos externos (anuncios publicitarios, obras en la vía, paisajes) y estado o comportamiento del conductor.
- Las circunstancias de la vía y su entorno también son elementos distractores debido a que puede generar exceso de confianza si la carretera es conocida por el conductor, baja luminosidad implica que el conductor esté pendiente de las luces en vez de los elementos que puedan presentarse en el recorrido.
- .Atender otras acciones durante la conducción, mirar un mapa, echar un insecto del auto, revisar el celular, girar la cabeza para hablar con un pasajero, jugar con un niño, escuchar música muy alto, entre otras.
- Conducir en condiciones desfavorables relacionadas con la carretera, el tráfico.

- Conducir cansado durante tiempos prolongados.

5.3 Resultados obtenidos en las pruebas de los modos de conducción:

Para la determinación de una conducción óptima, se realizan pruebas para estimar la mejor manera de conducir.

Se realiza una prueba con cada tipo de conducción descrita, para esto se selecciona una ruta específica, en este caso seleccionamos la ruta 1 descrita en el capítulo 4 y el vehículo dispuesto para efectuar las pruebas es un M1 (Toyota Land Cruiser Prado).

5.3.1 Prueba 1. Conducción pasiva

Para realizar esta prueba se impuso una velocidad límite de 50 km/h y aplicando las característica que debe tener un conductor pasivo. La ruta seleccionada comprende desde el redondel de la Av. Gran Colombia y Av. De las Américas hasta el parque central de Ricaurte, realizada en ambos sentidos Oeste – Este y Este - Oeste.

Se procede a tabular los datos obtenidos por el sistema electrónico, que describen el consumo de combustible de dicha ruta.

a. Recorrido en sentido Oeste – Este:

A continuación en la ilustración 57 se aprecia la gráfica del consumo de combustible, en la cual como punto inicial tenemos un consumo de \$ 20,32 y punto final de \$20,49, la cual nos indica que se ha producido un consumo de 17 centavos de dólar por recorrer la ruta en este tipo de conducción. El costo total generado en este recorrido es \$ 0,51.

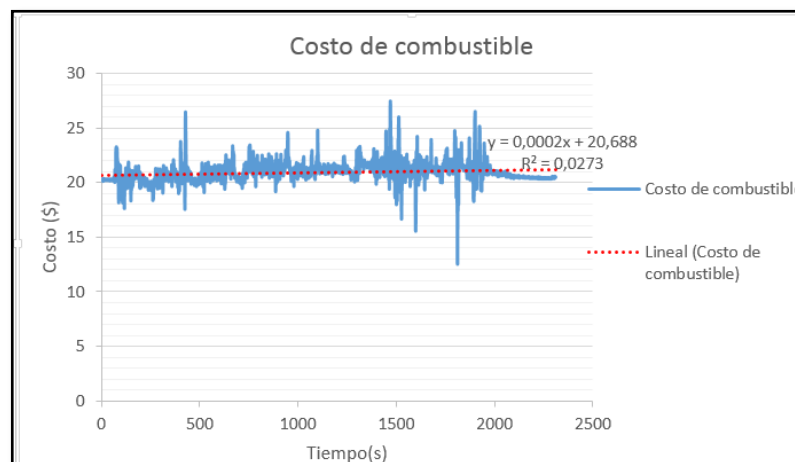


Ilustración 57. Costo de combustible conducción pasiva oeste – este.

Fuente: Autor

1. Recorrido en sentido Este - Oeste:

A continuación en la ilustración 58 se aprecia la gráfica del consumo de combustible, en la cual como punto inicial tenemos un consumo de \$ 20,49 y punto final de \$21,46, la cual nos indica que se ha producido un consumo de 97 centavos de dólar por recorrer la ruta en este tipo de conducción. El costo total generado en este recorrido es \$ 1,32.

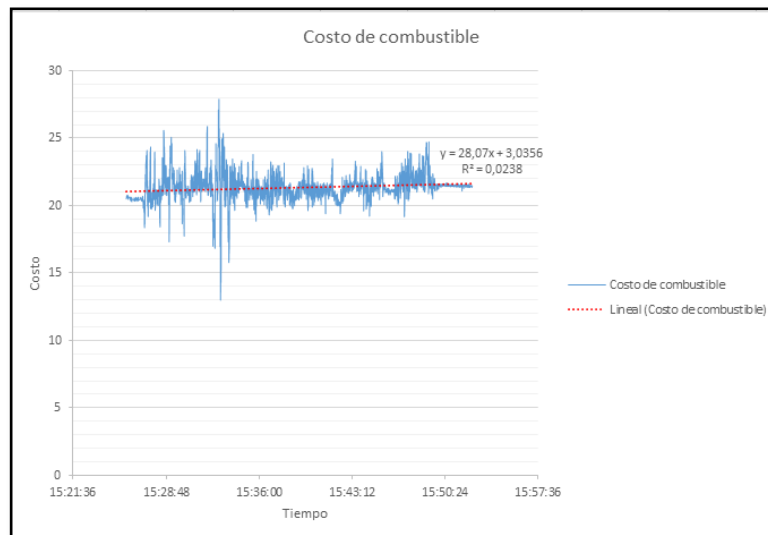


Ilustración 58. Costo de combustible conducción pasiva oeste - este

Fuente: Autor

5.3.2 Prueba 2: conducción normal

Para realizar esta prueba se impuso una velocidad límite de 70 km/h y aplicando las características que debe tener un conductor estándar. La ruta seleccionada comprende desde el redondel de la Av. Gran Colombia y Av. De las Américas hasta el parque central de Ricaurte, realizada en ambos sentidos Norte- Sur y Sur – Norte.

Se procede a tabular los datos obtenidos por el sistema electrónico, que describen el consumo de combustible de dicha ruta.

1. Recorrido en sentido Oeste – Este:

A continuación en la ilustración 59 se aprecia la gráfica del consumo de combustible, en la cual como punto inicial tenemos un consumo de \$ 19,09 y punto final de \$19,60, la cual nos indica que se ha producido un consumo de 51 centavos por recorrer la ruta en este tipo de conducción. El costo total generado en este recorrido es \$ 0,85.

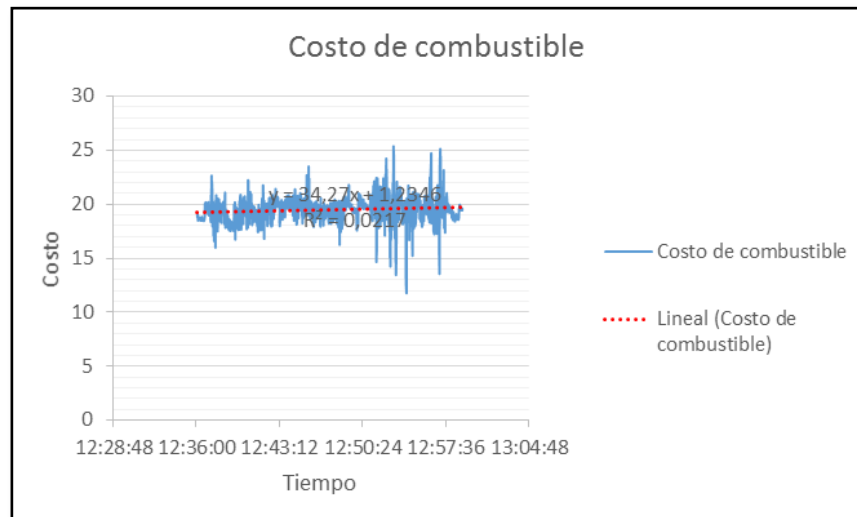


Ilustración 59. Costo de combustible conducción normal oeste – este.

Fuente: Autor

2. Recorrido en sentido Este - Oeste:

A continuación en la ilustración 60 se aprecia la gráfica del consumo de combustible, en la cual como punto inicial tenemos un consumo de \$ 19,43 y punto final de \$20,28, la cual nos indica que se ha producido un consumo de 85 centavos por recorrer la ruta en este tipo de conducción. El costo total generado en este recorrido es \$ 1,21.

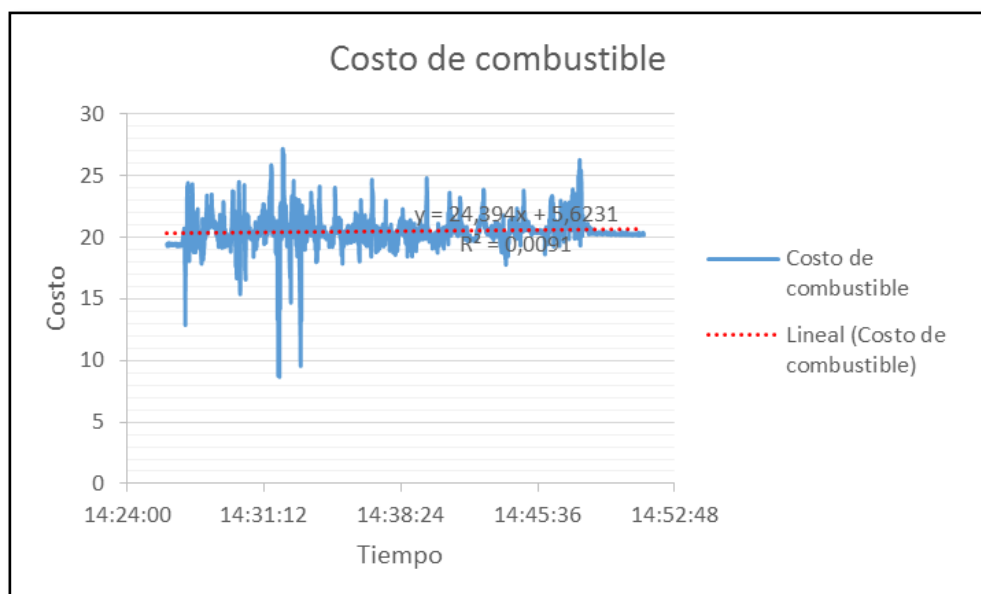


Ilustración 60. Costo de combustible conducción normal este - oeste

Fuente: Autor

5.3.3 Prueba 3 conducción Agresiva:

Para realizar esta prueba no se impuso velocidad limite ya que las características de este modo de conducción lo permiten. La ruta seleccionada comprende desde el redondel de la Av. Gran Colombia y Av. De las Américas hasta el parque central de Ricaurte, realizada en ambos sentidos Norte- Sur y Sur – Norte.

Se procede a tabular los datos obtenidos por el sistema electrónico, que describen el consumo de combustible de dicha ruta.

1. Recorrido en sentido Oeste – Este:

A continuación en la ilustración 61 se aprecia la gráfica del consumo de combustible, en la cual como punto inicial tenemos un consumo de \$ 25,45 y punto final de \$25,75, la cual nos indica que se ha producido un consumo de 43 centavos por recorrer la ruta en este tipo de conducción. El costo total generado en este recorrido es \$ 0,78.

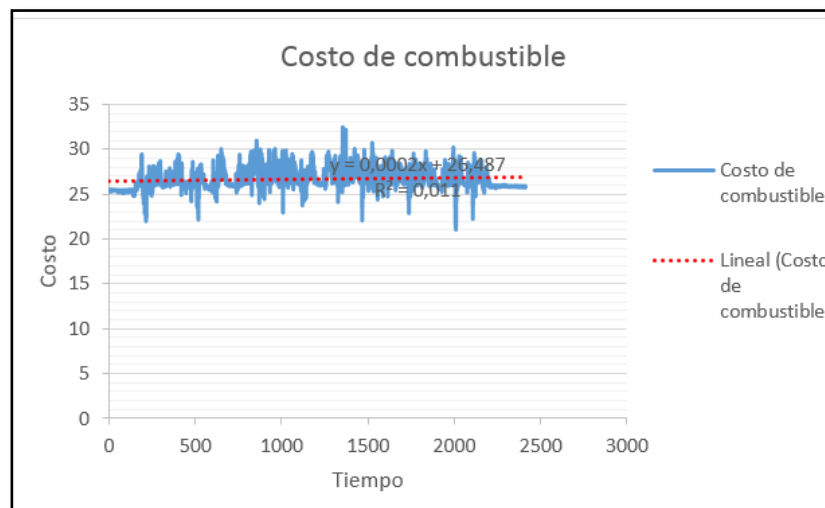


Ilustración 61. Costo de combustible conducción agresiva oeste – este.

Fuente: Autor

2. Recorrido en sentido Este - Oeste:

A continuación en la ilustración 62 se aprecia la gráfica del consumo de combustible, en la cual como punto inicial tenemos un consumo de \$ 21,29 y punto final de \$22,4, la cual nos indica que se ha producido un consumo de \$ 1,11 por recorrer la ruta en este tipo de conducción. El costo total generado en este recorrido es \$ 1,46.

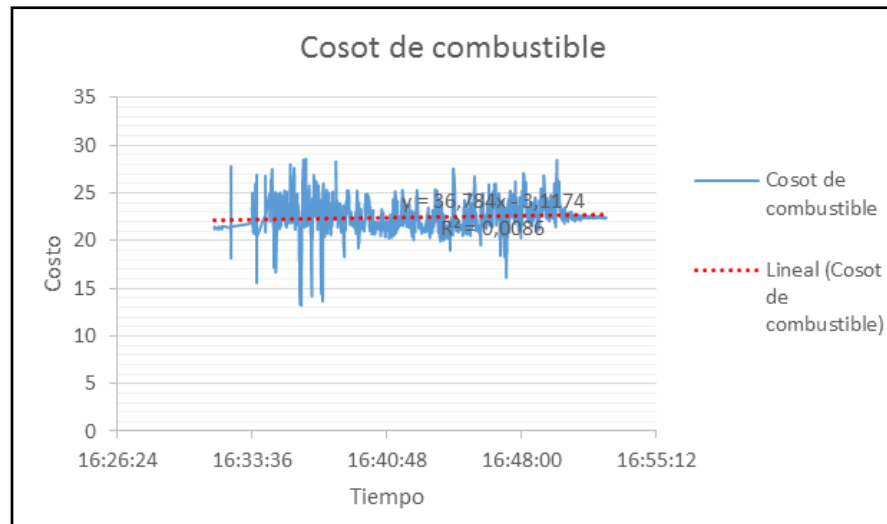


Ilustración 62. Costo de combustible conducción agresiva este- oeste.

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se presenta los datos que se obtubo al realizar la pruebas en los diferentes modos de conducción.

Tabla 25. Costo por modo de conducción

Modo	Sentido		Total
	Oeste- Este	Este-Oeste	
Pasivo	\$0,51	\$1,32	\$1,83
Normal	\$0,85	\$1,21	\$2,06
Agresivo	\$0,78	\$1,46	\$2,24

Fuente: Autor

5.4 Análisis de resultados

5.4.1 Diseño del sistema de adquisición de datos

Los elementos utilizados en el desarrollo del circuito permiten una amplia aplicación para las diferentes necesidades establecidas con posterioridad. El modulo GPS nos proporciona datos de posicionamiento global en conjunto con la velocidad, fecha y hora. La tarjeta arduino interpreta dichos datos y los almacena en el módulo SD para poder visualizar estos datos almacenados en una tarjeta sd.

Las pruebas realizadas validan los datos obtenidos. Al subir los datos de posicionamiento global en el software Google Earth se aprecia la exactitud de los mismos al describir con gran precisión la ruta recorrida, con la ayuda de la opción **Street View** , como se observa en la ilustración 63.



Ilustración 63. Street view de ruta realizada.

Fuente: Autor

5.4.2 Pruebas del sistema de adquisición de datos.

Durante las pruebas se evidencia la factibilidad del sistema de adquisición de datos, para ello se selecciona rutas que fueron desarrolladas en el proyecto técnico “DETERMINACIÓN DE LOS CICLOS DE CONDUCCIÓN DE UN VEHÍCULO CATEGORÍA M1 PARA LA CIUDAD DE CUENCA”, para comparar que el funcionamiento del sistema proporcione datos reales. Como podemos observar en la ilustración 64, correspondiente a la Ruta 1 descrita en el capítulo 4, se aprecia que los datos generados por el modulo GPS son correctos, ya que la ruta que se grafica en Google Earth es la misma a la descrita por (Pérez, 2018), como se observa en la ilustración 65.

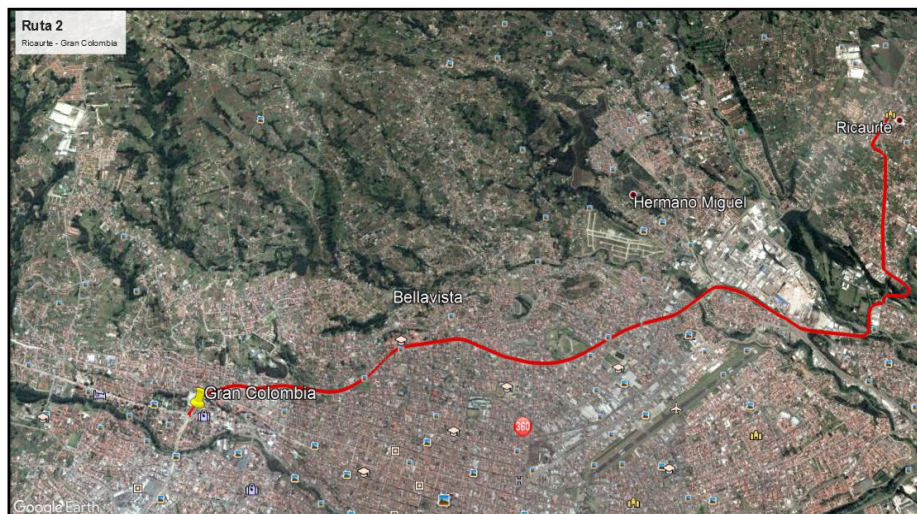


Ilustración 64. Ruta obtenida del sistema de adquisición de datos.

Fuente: Autor



Ilustración 65. Ruta comprada con los resultados del autor.
Fuente: Pérez Pablo & Quito Cristian, 2018

Así mismo para validar lo que corresponde al perfil de elevación de la ruta en estudio se comparan los datos que genera (Pérez, 2018) de la misma ruta, como se detalla en la ilustración 66, resaltando que los datos obtenidos son similares como se muestra en la ilustración 67, dando así una validación de los datos generados por el sistema de adquisición de datos.



Ilustración 66. Perfil de elevación ruta 1.
Fuente: Autor

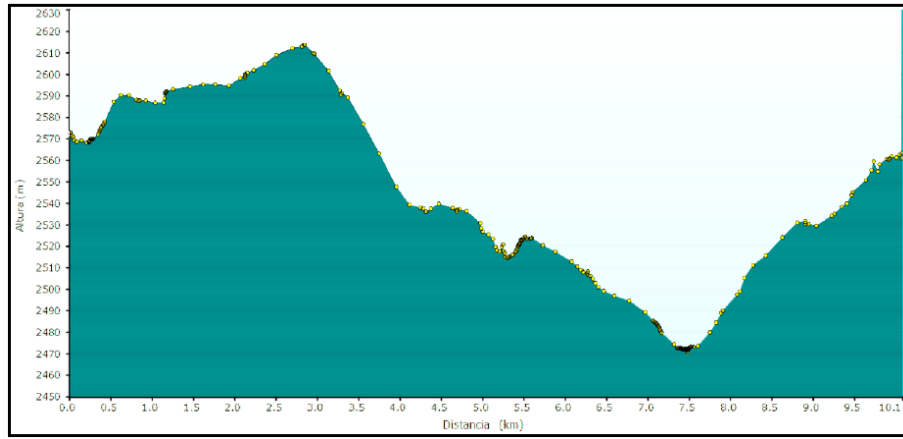


Ilustración 67. Perfil de elevación comparado con los datos del autor
Fuente: (Pérez, 2018)

Para validar datos como velocidad y tiempo durante el recorrido realizado en la ruta 2, se realiza un ciclo de conducción, el cual se compara con los datos que generan (Pérez Pablo & Quito Cristian, 2018).

Se puede observar que el ciclo generado para la ruta 2, como se presenta en la ilustración 68, es similar al desarrollado por (Pérez Pablo & Quito Cristian, 2018), como se muestra en la ilustración 69, dando así validación de los datos generados por el sistema.

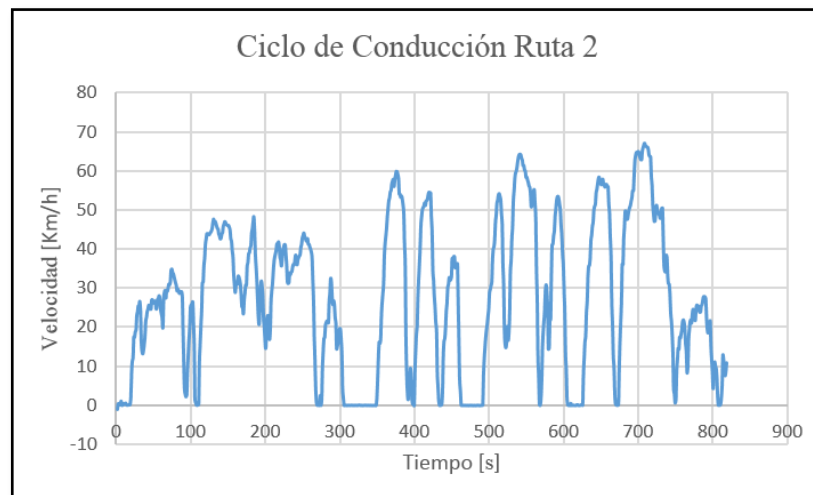


Ilustración 68. Ciclo de conducción ruta 2
Fuente: Autor

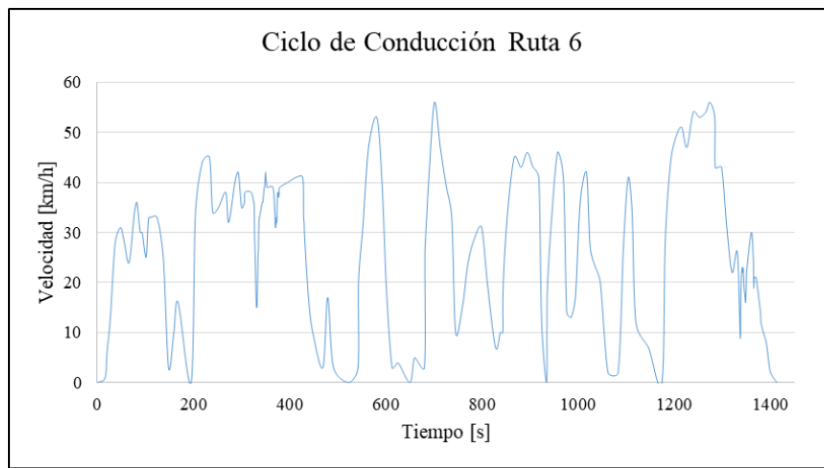


Ilustración 69 .Ciclo de conducción a comparar.
Fuente: (Pérez, 2018)

5.4.3 Modos de conducción

Para determinar condiciones recomendables de conducción, se desarrollan pruebas que permitan establecer la forma de conducción más adecuada para realizar el recorrido de una ruta, tomando en cuenta el costo generado como punto principal a considerar para el análisis.

Se desarrollan tres pruebas, realizadas en la ruta 1 en sentido oeste - este y este- oeste, descrita en el capítulo 4, las pruebas se basan en los tipos de conducción, por lo tanto se desarrollaran pruebas de la siguiente manera: en conducción pasiva, en conducción normal y en conducción agresiva.

Finalmente se determinó que la mejor forma de conducción de acuerdo a los datos obtenidos, es la pasiva. Cabe recalcar que los valores presentados pueden variar dependiendo de factores como el tráfico y el clima.

CONCLUSIONES

A partir de la investigación bibliográfica y estado del arte, se logró establecer la evolución que han conseguido los sistemas electrónicos aplicados en el campo automotriz en los últimos años, de esta forma describir el fundamento teórico necesario para solventar el desarrollo de todo este trabajo.

Dentro de la investigación se determinó los diferentes costos por kilómetro tanto fijos y variables que más se involucran en el estudio de este proyecto, de esta manera se logró establecer los costos necesarios para los vehículos M1 y N1 que se fundamenta este trabajo.

Asimismo se cumplió con la creación y diseño del sistema electrónico de adquisición de datos, que mediante la ayuda de un módulo GPS se pudo obtener los datos como ubicación en tiempo real, velocidad, distancia. También, mediante la tarjeta arduino implementada se consiguió información relevante de acciones concretas y reales para ser almacenadas en una base de datos que permite el cálculo de costos específicos relacionados con las variables más destacadas en el uso de los vehículos (combustible, neumáticos, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo). La tarjeta arduino interpreta dichos datos y los almacena en el módulo SD para poder visualizar estos datos almacenados en una tarjeta sd.

Las pruebas realizadas corroboran la factibilidad del sistema electrónico de adquisición de datos, ya que mediante la comparación realizada entre el presente sistema y los datos proporcionados por el proyecto técnico “Determinación de los ciclos de conducción de un vehículo categoría m1 para la ciudad de Cuenca”, se comprueba que los datos obtenidos, como son posicionamiento global, altimetría de las rutas y ciclos de conducción son total mente válidos.

Por último, también se reconoció a través de las pruebas aplicadas, cómo influyen los modos de conducción en los diferentes recorridos y en el consumo de combustible, así mismo, su incidencia en la duración o desgaste del vehículo, por lo tanto, la manera de conducir será relevante en los costos totales por uso del vehículo, teniendo en cuenta que existen factores externos al sistema que provocan variación en los datos.

RECOMENDACIONES

A partir de la investigación y las pruebas realizadas en este equipo se puede aplicar este para determinar el costo de movilidad en flotas, cooperativas y empresas, destinadas al transporte con la finalidad de establecer el costo real generado por el uso de los vehículos.

Como investigaciones posteriores y aplicando el sistema diseñado, se recomienda emplear los métodos de conducción para determinar el impacto económico considerando el tiempo como una variable fundamental para el costo generado al realizar una ruta específica, ya que esta variable genera un valor agregado al costo final dependiendo del precio que tiene el tiempo de cada persona.

Este diseño podría aplicar para realizar comparativas entre distintos tipos de vehículos y determinar el costo de movilidad, que dependiendo del vehículo a seleccionar hay que tomar en cuenta datos específicos para su aplicación.

Conducir adecuadamente no sólo mejora la seguridad de los conductores y pasajeros, sino que mantiene el buen estado del vehículo, lo cual se traduce en reducir costos innecesarios. De ahí que al aplicar el sistema diseñado permitirá considerar el método de conducción adecuado con la finalidad de optimizar recursos, sean estos tiempos o costos operativos.

6 Bibliografía

- Agencia Nacional de Tránsito. (7 de Octubre de 2014). Metodología para la fijación de tarifas de transporte terrestre intracantonal o urbano. *Resolución 122-DIR-2014-ANT*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio de transporte.
- Alonso, J. (2008). *Técnicas del automóvil. Chasis*. Madrid: Paraninfo.
- Barrera, O. C. (2015). *Logística y comunicación en un taller de vehículos*. Madrid: Paraninfo.
- Bedoya. (2015). *Diseño de un sistema de adquisición de datos para compresores de gas natural vehicular*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Bolton, W. (1995). *Mediciones y pruebas eléctricas y electrónicas*. Madrid: Marcombo.
- Cajas, R. C. (2012). *Diseño e implementación de una tarjeta de adquisición de datos de alta velocidad y su aplicación en el diseño de laboratorios académicos basados en software y hardware libres*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Corona, L., Abarca, G., Mares, J. (2014). *Sensores y actuadores: aplicaciones con arduino*. Tihuaca: Grupo editorial Patria.
- EMOV. (s.f.). *EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE MOVILIDAD, TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE CUENCA*. Obtenido de www.emov.gob.ec
- Etrasa. (2009). *Manual para aprender a conducir*. Tráfico Vial.
- González, D. (2016). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Madrid: Paraninfo.
- Granda, M. M. (2015). *Instrumentación electrónica: transductores y acondicionadores de señal*. Universidad de Catabria.
- Horgren, C. D. (2007). *Contabilidad de costos un enfoque gerencial*. México: Pearson Educación.
- Lajara, J., Pelegrí, J. (2012). *LabVIEW: Entorno gráfico de programación*. Marcombo.

- Letham, L. (2001). *GPS fácil: uso del sistema de posicionamiento global*. Barcelona: Paidotribo.
- Molina, J. J. (2010). *Programación gráfica para ingenieros*. Marcombo.
- Naciones Unidas. (2010). *Políticas integradoras de infraestructura transporte y logística: experiencias internacionales y propuestas*. Publicaciones de las Naciones Unidas.
- Navarro, T., García, J., Navarro, J. y Otros. (2010). *Carrocería. Elementos amovibles*. Madrid: Paraninfo.
- Nieves. (2013). *Distributed Computing and Artificial Intelligence*. Nueva York: Springer.
- Pérez, Q. (2018). *Determinación de los ciclos de conducción de un vehículo categoría MI para la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Quintero, C., Oñate, J., Arias, H. (2011). *Instrumentación electrónica aplicada*. Barranquilla: universidad del norte.
- Ruiz y Villacreces. (2015). *Análisis de costos operativos entre el sistema público de transportes urbanos y el tranvía de la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica salesiana.
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software*. México: Educación Pearson.
- Transporte, C. E. (2009). *Gestión de velocidad*. OECD Publishing.
- USERS. (2014). *Electrónica: Plataformas Arduino y Raspberry Pi*. USERS.
- Zubía, A., Ortega J. (2010). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Madrid: Arán.