

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
AUTOMATIZADO EN CONTROL DE RUTA
VEHICULAR, PARA OPTIMIZAR TIEMPOS DE
RECORRIDO EN LOS VEHÍCULOS DE LA EMPRESA
DE TRANSPORTES DE SERVICIOS MÚLTIPLES 3M
S.A., CAJAMARCA – 2020.”**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Gheraldd Fernando Mantilla Ramos

Asesor:

Ing. Fanny Emelina Piedra Cabanillas

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada a todas las personas que aportaron significativamente en mi desarrollo, tales como: Mis padres Fernando y Elizabeth, por todo el apoyo a lo largo de los años en mi desarrollo personal y profesional. A Luisa Guevara, por ser la mejor abuela y apoyarme a todo momento a lo largo de mi vida y por todas las enseñanzas para ser una gran persona. Y por último a todas las personas que considero importantes en mi vida, que sin mencionarlas saben que me refiero a ellos, debido a que leerán esta investigación, agradezco el apoyo incondicional a lo largo del tiempo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres que sin ellos esta investigación no hubiera sido posible, a los docentes que tuve en mi carrera profesional por todas las enseñanzas y valores brindados a lo largo de los años y primordialmente a Dios por permitir el gozo de buena salud a lo largo de los años.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO 1.INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 Realidad Problemática	9
1.2 Formulación del problema	13
1.3 Objetivos	14
CAPÍTULO 2.METODOLOGÍA	15
2.1 Tipo de investigación	15
2.2 Población y muestra	15
2.1 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	16
2.2 Operacionalización de variables	19
CAPÍTULO 3.RESULTADOS.....	21
3.1 Diagnóstico de la empresa	21
3.2 Propuesta.....	32
3.3 Evaluación económica y financieramente.....	54
CAPÍTULO 4.DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	58
4.1 Discusión.....	58
4.2 Conclusiones	59
REFERENCIAS	61
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	19
Tabla 3 Promedio de pasajeros por tramo	24
Tabla 4 Recorrido de Líneas de ruta	28
Tabla 5 Matriz de resumen Pre implementación.....	31
Tabla 6 Costo de materiales e implementación.....	47
Tabla 7 Matriz Resumen post implementación.....	53
Tabla 8 Ingreso de vehículos por placa.....	54
Tabla 9 Costos Operativos y administrativos pre implementación y post implementación	55
Tabla 10 Estado de resultados proyectado a 5 años	56
Tabla 11 Flujo de caja proyectado a 5 años	56
Tabla 12 Indicadores financieros	57
Tabla 13 Matriz de consistencia.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I Vista frontal de vehículo AUT-90	26
Figura II Vista lateral de vehículo AUT-901	27
Figura III Vista frontal de vehículo BCP-960	27
Figura IV Vista frontal de vehículo BCP-960.....	27
Figura V Tablero de vehículo BCP-860.....	29
Figura VI Tablero de Vehículo AUT-901	30
Figura VII Vista de inicio de aplicación Blynk.....	33
Figura VIII Desarrollo de aplicación.....	34
Figura IX Funcionamiento de aplicación Blynk – Salida de primer paradero.....	35
Figura X Funcionamiento de aplicación Blynk – Llegada a baños del Inca.....	36
Figura X TTGO T-Call V1.3 ESP32 con SIM800L	37
Figura XI Neo6M GPS Module	38
Figura XII Batería de Litio 3.7 V	38
Figura XIII Baquelita Perforada.....	39
Figura XIV Pulsador	39
Figura XV Switch de encendido	40
Figura XVI Pines de Conexión y resistencias	40
Figura XVII Setup Arduino GPS	41
Figura XVIII checkGps	42
Figura XIX void loop	42
Figura XX void displayInfo	43
Figura XXI Void Handle Event	43
Figura XXII Insertando los pines a la Baquelita	45
Figura XXIII Soldadura con estaño de los pines.....	45
Figura XXIV Montaje de la batería.....	46
Figura XXV Encendido del dispositivo	46
Figura XXVI Selección del área donde estará el dispositivo.....	47
Figura XXVII Conexión a la salida de voltaje de la radio del vehículo	48
Figura XXVIII Flujograma de proceso operativo diario.....	64

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Ciclo por pasajero.....	22
Ecuación 2 Tramos diarios realizados pre implementación.....	24
Ecuación 3 Ingreso total diario pre implementación.....	25
Ecuación 4 Ingreso total diario post implementación	51

RESUMEN

Hoy en día el transporte público es uno de los servicios más requeridos por la población a nivel mundial, esta investigación se centra en proponer un sistema de control automatizado en tiempo real para los vehículos de una empresa de transporte público en la ciudad de Cajamarca. Para ello se analiza previamente el proceso desfasado que tenía la empresa, para poder plantear el sistema que resuelva las carencias encontradas y proponga nuevas funcionalidades que serán manejadas por la misma, el objetivo principal del proyecto es optimizar los tiempos de ruta en los vehículos que fueron seleccionados para implementar el proyecto. Se obtiene un resultado en relación al tiempo; puesto que los vehículos realizan 1.5 tramos adicionales, recogiendo más pasajeros y aumentando el ingreso total diario de los vehículos en un 95% aproximadamente.

Palabras clave: Transporte público, automatización, GPS/GSM, tramo, tiempo.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

En la actualidad el transporte público es un servicio crucial en la vida cotidiana de la mayoría de personas en cualquier parte del mundo, el cual permite ir de un punto a otro dentro del recorrido de cada ruta establecida por las empresas de transporte. Este servicio a tenido un aumento notable en su demanda en los últimos años y con ello han aparecido nuevas deficiencias en el servicio; tales como retrasos, tráfico, accidentalidad, baja calidad de los servicios de transporte, falta de accesibilidad al servicio de transporte e impactos en el medio ambiente. (Quintero González & Quintero González, 2015) Pero con la aparición del Covid-19 y las medidas de prevención frente al virus del COVID-19, han aumentado los costos y disminuido el veneficio, mientras que la caída en picada del número de pasajeros durante los períodos de confinamiento y posteriores al confinamiento ha provocado a una importante disminución de los ingresos en concepto de las tarifas y títulos de transporte. (OIT, 2020)

En relación y de acuerdo a las investigaciones de los últimos años se puede afirmar que se han ido desarrollando posibles soluciones al déficit en el servicio de transporte, tal cómo nos relata la investigación titulada “Optimización del transporte urbano en Lima aplicando los algoritmos genéticos Tabú y Colonia de Hormigas” de Benites, Campos, Burga, Rabanal, & Perez, 2021, indica que el método que debemos implementar para optimizar el transporte urbano en la ciudad de Lima es el algoritmo tabú; debido a su facil implementación, tiene mayor respuesta, realiza la búsqueda de posibles rutas eficientes de una manera inteligente y gracias a estos beneficios nos ayudará resolviendo los retrasos de tráfico y el congestionamiento de vehículos en el área urbana de Lima, debido a que este algoritmo nos brinda la mejor ruta al siguiente destino, después que realicemos cada parada aumentando la calidad de servicio.

Conduciendonos a tener una mejor rentabilidad del transporte público para los usuarios y propietarios. La aplicación de la metodología es breve y sencilla, nos brinda las mejores soluciones evitando ciclos repetitivos generando retrocesos.

Sucesivamente se infiere de las investigaciones citadas, que se pueden optimizar los tiempos de recorrido del vehículo y así obtener un ahorro de recursos; definiendo a optimizar cómo “...la acción de buscar la mejor forma de hacer algo, así, por ejemplo, en el ámbito empresarial se refiere a buscar la manera de obtener mayores beneficios utilizando la menor cantidad de recursos posibles, dando como resultado mayor eficacia y eficiencia en el desempeño de una actividad mejorándola o perfeccionándola” (Cantor & Galeano, 2019, pp.45), y el tiempo en este contexto de investigación se definirá como el tiempo en el cual un vehículo realiza su ruta operativa diaria.

En la tesis de José Alberto Taquía Valdivia (2013), titulada como “Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos en el distrito de los Olivos”, tiene como objetivo analizar la situación actual de las rutas de transporte para la empresa en los distritos en los que opera, realizar un diagnóstico general, escoger las zonas a trabajar, las rutas a optimizarse y proponer soluciones adecuadas con el objetivo de aumentar la efectividad en el transporte de los residuos sólidos, mediante un modelo de optimización sectorizado, para el cálculo empírico que el investigador realiza, usa como herramienta primordial los datos recolectados por el GPS; en consecuencia, los datos obtenidos reflejan las mejores rutas para optimizar tiempos en los vehículos que recogerán los residuos sólidos.

En el trabajo de diplomado de Castillo (2017), “Arquitectura de hardware y software libres para un dispositivo de rastreo de vehículos en tiempo real”, nos muestra la arquitectura para el rastreo de vehículos con elementos de desarrollo libre, concluyendo que se pueden controlar flotas de vehículos en tiempo real y de forma

diferida. La placa microcontroladora Arduino UNO, junto con el módulo GPS/GSM Adafruit FONA808 y el módulo Adafruit SD/microSD constituyen tecnologías de hardware adecuadas para las variantes analizadas. La arquitectura de hardware diseñada, garantiza la interconexión exitosa de todos los componentes que conforman el dispositivo. Ofreciendo un sistema seguro y de calidad.

Según Díaz Molina & Matthew Dominick (2018) en su tesis “Prototipo de alarma inteligente usando GSM/GPS el monitoreo de incidencias vehiculares.”, viene a ser una investigación aplicada, aludiendo que en los últimos años se incrementó la oferta de vehículos y estos a su vez trajeron la necesidad de ubicarlos, en caso de incidentes ocurridos en el vehículo. Como conclusión, se determina, que con la implementación del prototipo de alarma inteligente dio como resultado la reducción significativa de 8760 segundos a 6.46 segundos del Tiempo para reportar un accidente vehicular al propietario o adjuntos, además se pudo percibir un gran nivel de satisfacción de los clientes que usan el prototipo. Esta investigación, nos muestra que un sistema de alarma GSM/GPS (tecnologías de ubicación), nos ayuda a evitar incidentes en los vehículos.

Como se puede apreciar, las investigaciones dan una idea en lo que puede consistir un sistema por control de ruta por gps, esto aunado a un concepto de sistema automatizado, al desglosar los términos tenemos a sistema cómo “un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, en interacción que desarrollan una actividad para lograr un objetivo o propósito, operando con datos, energía o materia, unidos al ambiente que rodea el sistema, y para suministrar información, energía o materia.” (Chiavenato, 1999) y automatizado cómo “método de controlar automáticamente la operación de un aparato artefacto, proceso o sistema integrado por diversos componentes a través de medios mecatrónicos electrónicos y computacionales que

sustituyen los órganos sensitivos y la capacidad de decisión del ser humano” (Derby, 2005, pp.8)

En este contexto, se analiza una empresa de transporte público en la región de Cajamarca, denominada EMPRESA DE TRANSPORTES DE SERVICIOS MULTIPLES 3M S.A, que viene presentando deficiencias en el área de operaciones, que repercuten negativamente con los tiempos operativos de los vehiculos en circulación, entre las causas principales se han podido hallar: vehículos muy antiguos (año de fabricación menor a los 90’s), la mayoría de equipos en oficina son análogos, la falta de control en tiempo real de los conductores (ubicación y recorrido de ruta), conductores no capacitados para rutas en horas punta y por último, una deficiente conexión entre los puntos de control y el registrador de ruta. Resultando en que el problema más consistente es la falta de un control de operaciones automatizado, orientado al monitoreo y seguimiento de unidades en tiempo real; puesto que, el sistema que posee la empresa es análogo y no cumple con los requerimientos del usuario, de un servicio de calidad y de facil acceso.

El control operativo de las unidades sigue siendo rudimentario, limitando el correcto rendimiento de los vehículos. Puesto que, los indicadores recolectados en los documentos, arrojan resultados convenientes, pero que pueden mejorarse. Al hacer una simple supocisión de control de ruta en los viajes de los vehículos, se medirían tiempos menores en los viajes, como posible resultado una optimización de tiempos operativos en los vehículos. Es por ello que se quiere llevar a cabo esta supocisión, mediante la implementación de un sistema que reduzca los cuellos de botella, controlando los viajes de cada vehiculo. Para ello se propone usar tecnologías GSM/GPS para elaborar el sistema de control automatizado (Díaz Molina & Matthew Dominick, 2018), tecnologías que constan de enviar información de forma bidireccional, haciendo posible

la comunicación entre el vehículo, el servidor y el punto de control en tiempo real. (Castillo Rodríguez, Martínez Laguardia, & Gómez Abreu. 2018). En consecuencia, las causas fueron diagnosticadas con el uso de dos herramientas de análisis, diagrama de pareto e ishikawa. (Véase Anexo **Diagramas**)

La presente investigación aplicada, optimiza los tiempos de recorrido de un vehículo, en consecuencia de haber implementado un sistema automatizado de control para el mismo; obteniendo un ahorro de recursos humanos y económicos en la empresa aplicada. Tendrá un impacto social positivo, ya que al controlar de manera eficiente los vehículos, se obtiene una disminución en sus tiempos de recorrido y por consecuencia, salidas más continuas de buses, ofreciendo un transporte de punto a punto (dentro de la ruta) más rápido y constante al usuario. A priori, servirá como modelo para cualquier empresa de transporte público que quiera optimizar su proceso operativo, basandose en conceptos de automatización de control en ruta de unidades.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida el diseño y la implementación de un Sistema Automatizado en Control de Ruta en Tiempo Real, optimizará los tiempos de recorrido en los vehículos de la Empresa de Transportes de Servicios Múltiples 3M S.A., Cajamarca - 2020?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar el Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado en Control de Ruta vehicular, para optimizar los tiempos de recorrido en los vehículos de la Empresa de Transportes de Servicios Múltiples 3M S.A., Cajamarca – 2020.

1.3.1 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa.
- Diseñar e implementar el sistema automatizado de control de ruta de los vehículos.
- Cuantificar la optimización del tiempo por tramo recorrido de los vehículos, después de la implementación del Sistema Automatizado de Control de Ruta en Tiempo Real.
- Evaluar económicamente la propuesta de implementación del sistema Automatizado de Control de Ruta en la empresa.

1.4 Hipótesis general

El diseño e implementación de un sistema automatizado para el control de ruta vehicular, en una empresa de transporte público, optimiza los tiempos de recorrido en los vehículos.

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

- **Según su objetivo:**

Será aplicada, porque la investigación se centrará en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. (Castillero Mimenza, 2017)

- **Según su profundidad:**

Exploratoria, debido a que se buscará determinar las causa y consecuencias del proceso analizado en cuestión. (Castillero Mimenza, 2017)

- **Según el tipo de Datos:**

Cuantitativa, los datos usados en la investigación tienen la característica de ser medibles. (Castillero Mimenza, 2017)

- **Según el grado de manipulación de Variables:**

Cuasiexperimental, al igual que una investigación experimental se pretende manipular variables, con la diferencia que no se posee un control absoluto sobre las variables en cuestión. (Castillero Mimenza, 2017)

2.2 Población y muestra

- **Población**

Constituida por todos los procesos operativos en la Empresa de Transportes de Servicios Múltiples 3M S.A.

- **Muestra**

Las rutas que recorren los vehículos de la Empresa de Transportes de Servicios Múltiples 3M S.A.

- **Unidad de análisis**

La ruta “P13” realizada por dos unidades de la Empresa de Transportes de Servicios Múltiples 3M S.A.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Recolección de datos

En la Tabla 1 se muestran las técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de datos del trabajo de investigación.

Tabla 1 Matriz de técnicas e instrumentos de recolección de datos

Método	Técnica	Concepto de herramienta	Instrumentos	Aplicado en
Cualitativo	Análisis de documentos	Según Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014; se define como, una fuente muy valiosa de datos cualitativos son los documentos, materiales y artefactos diversos. Nos pueden ayudar a entender el fenómeno central de estudio. Prácticamente la mayoría de las personas, grupos, organizaciones, comunidades y sociedades los producen y narran, o delinean sus historias y estatus actuales. Le sirven al investigador para conocer los antecedentes de un ambiente, así como las vivencias o situaciones que se producen en él y su funcionamiento cotidiano y anormal.	Guía de análisis documental	Proceso de control de ruta de vehículos
Cuantitativo	Observación directa	Según Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014; se define como las descripciones de lo que estamos viendo, escuchando, olfateando y palpando del contexto y de los casos o participantes observados. Regularmente van ordenadas de manera cronológica. Nos permitirán contar con una narración de los hechos ocurridos (qué, quién, cómo, cuándo y dónde). Para esta investigación el enfoque estará centrado en observar a las unidades y recopilar datos mediante guías de observación, guías de incidentes y fichas de control de ruta.	Guía de observación	Vehículos de la empresa en circulación

Fuente: Por el autor

Se aplica el método cualitativo con un análisis de documentos, principalmente los archivos que posee la empresa, sobre sus reportes de incidencias en las rutas de circulación que recorre cada vehículo. Así también se realiza una observación

directa para verificar cada incidencia reportada, con el fin de plantear la mejora pertinente al sistema de control de vehículos.

2.3.2 Análisis de documentos

a) Objetivo

Identificar las incidencias en el control de ruta de vehículos, para diseñar e implementar un sistema automatizado de control de ruta.

b) Procedimiento

- Recopilar todas las fichas de control de ruta.
- Recopilar reportes de paradas en el recorrido de ruta, de las unidades en circulación.
- Recopilar información sobre optimización de tiempos de circulación en vehículos de transporte público.
- Recopilar información sobre temas de automatización de operaciones.

c) Instrumentos

- Fichas de control de registro de ruta.
- Reportes sobre incidencias en ruta.
- Libros.
- Internet

2.3.3 Observación directa

a) Objetivo

Observar las rutas que siguen los vehículos para identificar la veracidad de las incidencias reportadas.

b) Procedimiento

- Realizar inspecciones de campo, en la ciudad.
- Realizar un análisis de la ruta que cumplen los vehículos.
- Realizar un reporte de incidencias, en las rutas inspeccionadas.
- Obtener pruebas fotográficas de las rutas en cuestión.

c) Instrumentos

- Guía de observación.
- Guía de incidencias.
- Libreta de apuntes y laptop.
- Cámara fotográfica.

2.3.4 Análisis de datos

Las incidencias reportadas y los tiempos de parada de las unidades, serán los datos analizados en cuestión, al ser un proceso que depende de muchos factores externos, tales como: tráfico, clima y demanda de pasajeros. Datos cuantificados que serán procesados en el programa Microsoft Excel y obteniendo así los indicadores de análisis.

Es por ello, que no se realiza un análisis de tiempos exhaustivo y preciso, pero se realizará un análisis de tiempos bajo un control de ruta hipotético.

2.4 Operacionalización de variables

Tabla 2 Operacionalización de variables

VARIABLE	CONCEPTO	CONCEPTO OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
Variable independiente: Sistema automatizado de control	El sistema automatizado de control, consiste en usar herramientas tecnológicas para realizar un control automático, dentro de los procesos de control de los vehículos estudiados.	Según Castillo Rodríguez, Martínez Laguardia, & Gómez Abreu, 2018; se deben analizar las rutas realizadas, velocidad y distancia recorrida por vehículo, controlando la gestión y el control en tiempo real de la flota de vehículos.	Medio de transporte	Número de unidades móviles	Guía de observación
			Ruta	Número de rutas	
			Tiempo	Horario por ruta	
			Recurso tecnológico	Número de GPS	
Variable Dependiente: Optimización de tiempos	La optimización de tiempos, es la acción de disminuir un tiempo muerto, con la finalidad de aumentar los tramos realizados por los vehículos en estudio.	Según Muñoz, 2015; indica que la optimización de tiempos se basa en implementar un software que permita aprovechar nuevas oportunidades, fortaleciendo y expandiendo la satisfacción de los clientes al optimizar todos los procesos de la gestión del transporte.	Tiempo	Tiempo por tramo	Guía de observación
				Tiempo muerto por tramo	
				Ciclo por pasajero	
			Ingreso total diario	Tramos realizados	
	Cantidad de pasajeros por tramo	Análisis documental			
	Cantidad de ingreso total diario				

Fuente: Por el autor

2.5 Evaluación económica pre Implementación

Tabla 3 Flujo de caja de la empresa en 5 años

Flujo de caja proyectado a 5 años						
Año	1	2	3	4	5	
Utilidad después de impuestos	S/ 16,380.00	S/ 18,249.00	S/ 20,211.45	S/ 22,272.02	S/ 24,435.62	
Depreciación de activos	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00	
Implementación						
Flujo neto efectivo	S/ 46,380.00	S/ 48,249.00	S/ 50,211.45	S/ 52,272.02	S/ 54,435.62	
Ingresos	S/ 205,200.00	S/ 215,460.00	S/ 226,233.00	S/ 237,544.65	S/ 249,421.88	
Egresos	S/ 144,780.00	S/ 167,211.00	S/ 176,021.55	S/ 185,272.63	S/ 194,986.26	
Costo / beneficio	S/ 1.42	S/ 1.29	S/ 1.29	S/ 1.28	S/ 1.28	

Fuente: Emtrasermu Múltiples S.A.

Como podemos observar el ingreso en el primero año de la empresa es de S/. 46,380.00, este valor es en base a los dos vehículos analizados, considerando también todos los costos administrativos necesarios para la correcta operatividad de los vehículos en ruta.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico de la empresa

En el siguiente apartado se analizan ambas variables, en relación a sus dimensiones, con la finalidad de poder cuantificar los indicadores pre aplicación de la propuesta de solución. Para el análisis se usarán las fórmulas correspondientes en cada dimensión y las unidades con placa **AUT-901** y **BCP-960**, serán las que participarán en el proyecto.

3.1.1 Optimización de tiempos

3.1.1.1 Dimensión Tiempo

El tiempo para analizar en la investigación, derivará cuantiosa información para el correcto manejo de las variables en función a la solución a plantear. Los tres tiempos a analizar, son el tiempo por tramo, tiempo muerto por tramo y ciclo por tramo, estos indicadores mostrarán las carencias operativas de los vehículos y con ello, realizar la optimización plausible de alguno de ellos.

➤ Tiempo por tramo

El tiempo por tramo de cada vehículo, es aproximadamente de “85 minutos” en lo que tarda en cumplir el recorrido trazado por la empresa. Este valor es recolectado mediante la guía de observación (véase Anexo B.1) y viene a ser un promedio de los tiempos analizados en los días operados por los vehículos en análisis. En el tiempo por tramo no se considera el margen de una hora que se dará al recorrido diario, en consecuencia, de las demoras externas que influyen en el servicio.

➤ **Tiempo muerto por tramo**

Este indicador se analizar a partir de una guía de observación (véase Anexo B.1), son tiempos que retrasan el recorrido del vehículo, las causas encontradas fueron:

- Paradas innecesarias en paraderos.
- Desvío de ruta sin autorización de la empresa.
- Espera por falta de información de posicionamiento de la otra unidad.

El tiempo muerto promedio, es 15.75 minutos en la unidad AUT-901 y 14.5 minutos en la unidad BCP-960. (véase Anexo B.1) Para fines de la investigación se considerará un tiempo muerto diario (variable) de una hora, tiempo incluido en el recorrido diario del vehículo; en consecuencia, de las demoras en la ciudad, por el tráfico, uso inadecuado de paraderos, esto en los diversos puntos críticos, ubicados en el Ovalo musical y el tramo de ruta en la Av. Andrés Zeballos.

➤ **Ciclo por pasajero**

El tiempo de ciclo por pasajero, será el coeficiente del tiempo promedio por tramo entre la cantidad de pasajeros promedio por tramo. Expresando un resultado, que en cada 1.52 minutos operativos la unidad recoge 1 pasajero en su tramo establecido. Contrastando con el resultado 2.80 minutos, obtenido al promediar los datos recopilados por la guía de observación. (véase Anexo B.1)

$$Ciclo = \frac{Tiempo}{\#Pasajeros}$$

$$Ciclo_{AUT-901} = \frac{85 \text{ min}}{56 \text{ pasajeros}}$$

$$Ciclo_{BCP-960} = \frac{85 \text{ min}}{58 \text{ pasajeros}}$$

$$Ciclo_{AUT-901} = 1.52 \frac{\text{min}}{\text{pasajero}}$$

$$Ciclo_{BCP-960} = 1.46 \frac{\text{min}}{\text{pasajero}}$$

Indicador subjetivo, debido a que los datos reales representan una cierta variación por que los valores contabilizados se ven afectados por una subida de pasajeros en grupo, lo cual hace que el tiempo entre pasajero y pasajero sea repartido entre este grupo, obteniendo 2.80 min/pasajero y 2.88 min/pasajero, para cada unidad en estudio. (véase Anexo C.3)

3.1.1.2 Ingreso total diario

El ingreso total diario, se mide en un día operativo por cada vehículo, en el cual se midieron dos indicadores, los cuales son tramos realizados y cantidad de pasajeros por tramo, que al multiplicarlos entre ellos y posteriormente por la tarifa actual (S/. 1), resulta el ingreso total diario.

Para ello, el tramo recorrido consiste en el punto de partida (Km 3 Huambocancha) hasta el punto final de recorrido máximo (Baños del Inca, intersección en Av. Manco Cápac y Calle Wiracocha), retornando al punto de partida, esta descripción conceptualiza un tramo.

Por los análisis realizados, se concluye que el ingreso esta obturado, por un desfase en las herramientas de control que tiene la empresa sobre sus vehículos, teniendo como resultado los siguientes datos.

➤ **Tramos diarios realizados**

Los vehículos realizan ciertos tramos en un día operativo, que consta de 11 horas operativas. El resultado se obtiene, mediante el análisis documental (véase Anexo A.1), obteniendo un promedio de “6,5” tramos realizados en un día operativo (véase Anexo C.1).

Ecuación 2 Tramos diarios realizados pre implementación

$$\text{Tramos diarios realizados} = 6.5 \text{ (tramos promedio)}$$

➤ **Cantidad de pasajeros por tramo**

Los pasajeros por tramo se cuantifican de acuerdo a los ingresos obtenidos por cada tramo realizado en un día operativo, siendo cada sol obtenido un pasajero transportado por el vehículo. (véase Anexo A.1).

Se tiene un promedio por vehículo de pasajeros, 56 pasajeros promedio por tramo en el vehículo con placa **BCP-860** y 58 pasajeros promedio por tramo en el vehículo AUT-901. Datos recolectados mediante el análisis documental (véase Anexo A.1), se aprecia un promedio de pasajeros estandarizado por tramo (véase Anexo C.2), debido al poco control de ruta que tienen los vehículos, pudiendo ser los causantes, paradas innecesarias en paraderos para recoger pasajeros y desvíos tomados por el conductor, sin autorización de la empresa.

Tabla 4 Promedio de pasajeros por tramo

Vehículo	AUT-901	BCP-860
Promedio por tramo /día	56	58

Fuente: Redacción propia

➤ **Cantidad de ingreso total diario**

Ecuación 3 Ingreso total diario pre implementación

ITD: Ingreso Total Diario

TDR: Tramos Diarios Realizados

CPT: Cantidad de Pasajeros por Tramos

$$ITD = TDR * CPT * 1 S/.$$

$$ITD_{AUT-901} = 6.5 * 56 * 1 = 364 \text{ Soles}$$

$$ITD_{BCP-860} = 6.5 * 58 * 1 = 377 \text{ Soles}$$

3.1.2 Sistema automatizado de control

3.1.2.1 Número de unidades móviles

El número de unidades móviles en las cual se aplicará la investigación, es dos unidades de las cinco adquiridas en este presente año. Estas dos unidades presentan la mayor actividad operacional, siendo escogidas por esta característica mediante la guía de observación. (véase Anexo B.2)

Figura I Vista frontal de vehículo AUT-90



Figura II Vista lateral de vehículo AUT-901



Figura III Vista frontal de vehículo BCP-960



Figura IV Vista frontal de vehículo BCP-960



3.1.2.2 Número de rutas

La empresa tiene tres rutas definidas, línea A, B, P13. Para fines del proyecto se trabajará con la línea P13 y su recorrido (véase Anexo D.1). Se observó la partida de vehículos en el estacionamiento, ubicado al costado de la oficina de la empresa. (véase Anexo B.2)

Tabla 5 Recorrido de Líneas de ruta

Línea	Recorrido	
	Paradero Inicial	Paradero Final
A	Oficina de la empresa, Av. Manuel Carducci N° 790	Paradero Pullucana – Baños del Inca
B	Paradero al costado del ingreso al Aeropuerto	Paradero Shaullo – Baños del Inca
C	Paradero al costado del ingreso al Aeropuerto	Huacariz
D	Paradero al costado del ingreso al Aeropuerto	Penal de Cajamarca
P13	Huambocancha Km3	Plaza de Armas – Baños del inca

Nota: Elaboración propia

3.1.2.3 Horario por ruta

El horario por ruta que mantienen los vehículos dentro de este estado de emergencia, es de 6 am a 6pm, teniendo una hora de descanso para el conductor y ayudante. Mediante la guía de observación, se recolectaron estos datos. También mencionar que los vehículos trabajan 4 días a la semana, lo cual serían 18 días al mes. (véase Anexo B.2)

3.1.2.4 Número de GPS

La empresa no cuenta con ningún GPS dentro de alguna unidad en operación. Se observó el tablero de las dos unidades, sin encontrar algún módulo GPS. (véase Anexo B.2)

Figura V Tablero de vehículo BCP-860

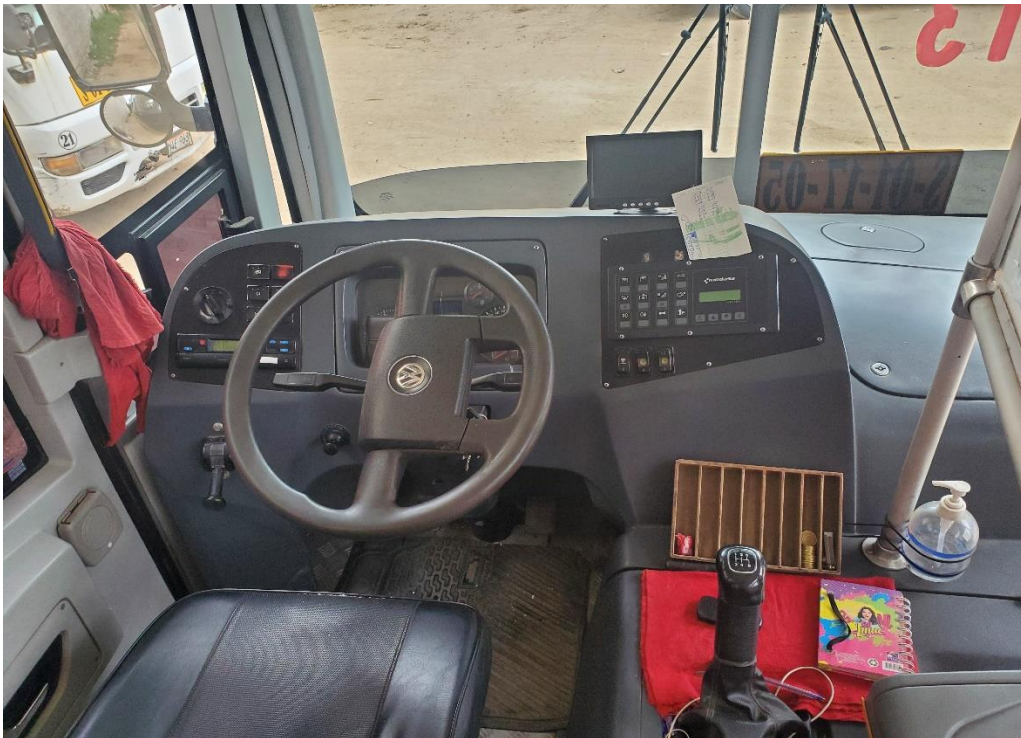


Figura VI Tablero de Vehículo AUT-901



Tabla 6 Matriz de resumen Pre implementación

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	Resultados (AUT-901)	Resultados (BCP-860)
Variable independiente: Sistema automatizado de control	Medio de transporte	Número de unidades móviles	2	2
	Ruta	Número de rutas	1	1
	Tiempo	Horario por ruta	6am – 6pm (12 hrs)	6am – 6pm (12 hrs)
	Recurso tecnológico	Número de GPS	2	2
Variable Dependiente: Optimización de tiempos	Tiempo	Tiempo por tramo	85 minutos	85 minutos
		Tiempo muerto por tramo	15.75 minutos	14.5 minutos
	Ciclo por pasajero	2.80 min / pasajero	2.88 min / pasajero	
	Tramos realizados	6.5 tramos	6.5 tramos	
	Ingreso total diario	Cantidad de pasajeros por tramo	56 pasajeros / tramo	58 pasajeros / tramo
		Cantidad de ingreso total diario	728 soles	754 soles

Fuente: Por el autor

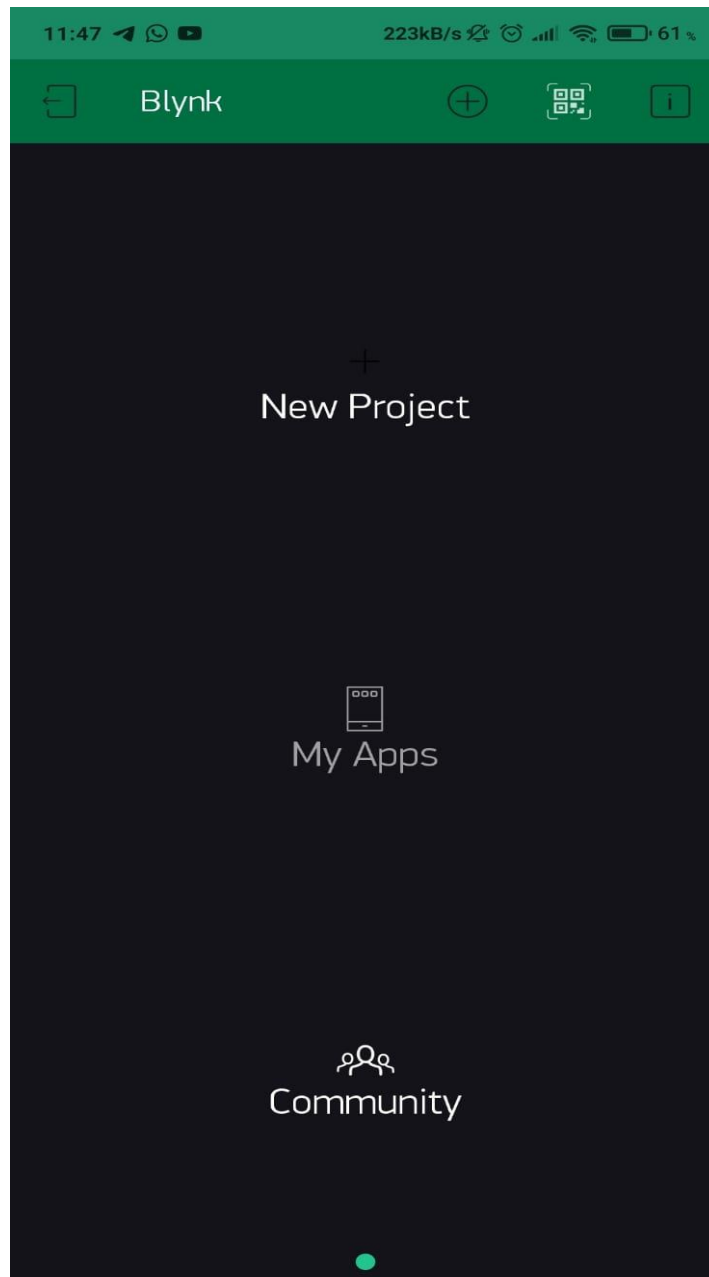
3.2 Propuesta

La propuesta de esta investigación se basa en diseñar e implementar un sistema que permita controlar la ubicación de los vehículos dentro de la ruta establecida por la empresa de transportes, mostrando una interfaz de fácil acceso para la empresa, donde se puedan visualizar las ubicaciones en tiempo real de cada vehículo, apreciando los tiempos muertos y tomando medidas correctivas en el acto, obteniendo un impacto positivo en relación a los tiempos operativos e indicadores adyacentes en los vehículos.

3.2.1 Desarrollo del Aplicativo de visualización

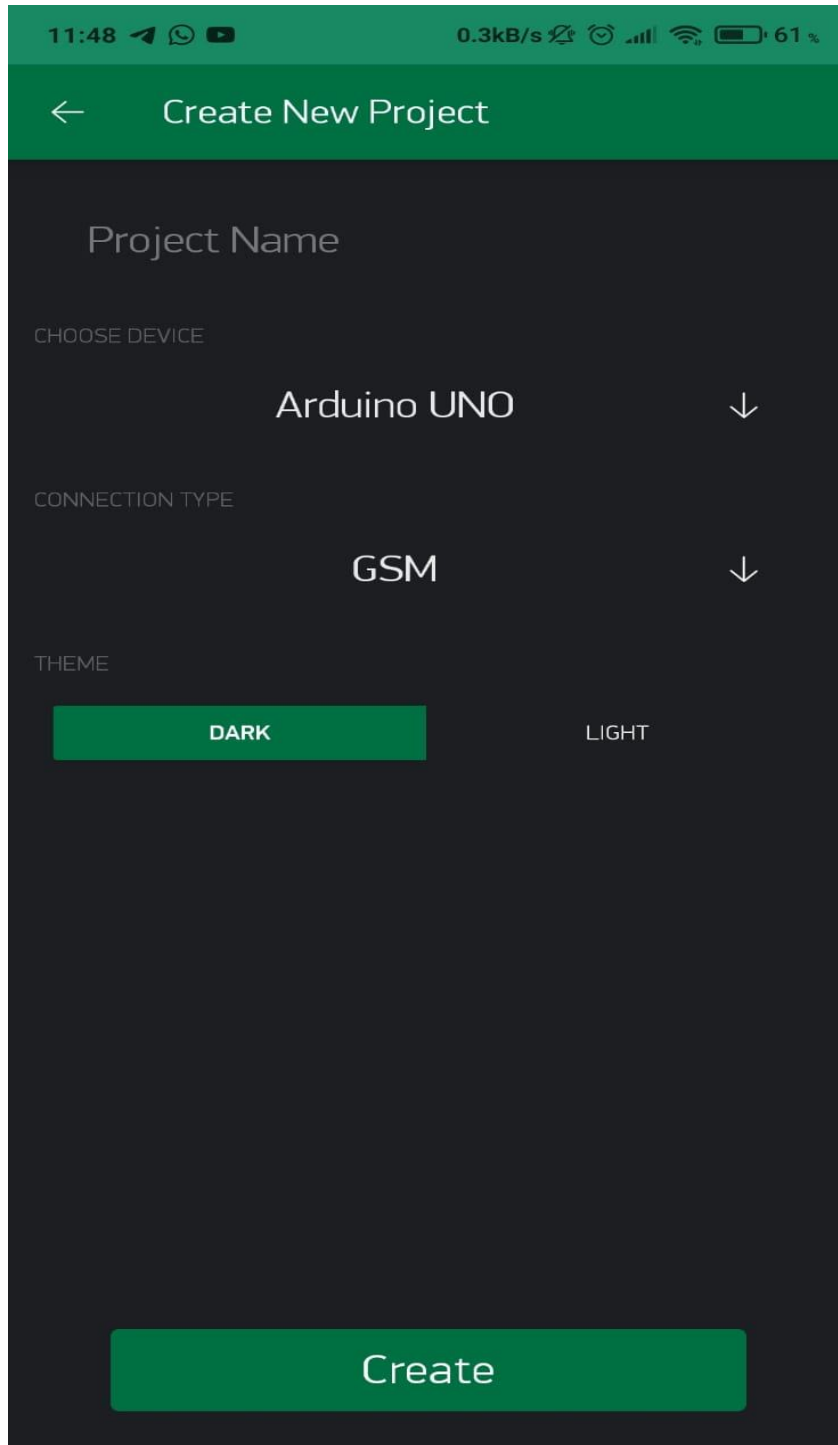
Por el contexto que se vive en el mundo y los pocos recursos que se pueden adquirir dentro de la ciudad de Cajamarca, para este apartado, se usará una aplicación ya existente en el mercado digital, la aplicación se llama Blynk - IoT para Arduino, dentro de esta app se podrán configurar los parámetros a visualizar los apartados que se configuren para su visualización, en este caso se usarán las ventas de latitud, longitud, velocidad, dirección y satélites.

Figura VII Vista de inicio de aplicación Blynk



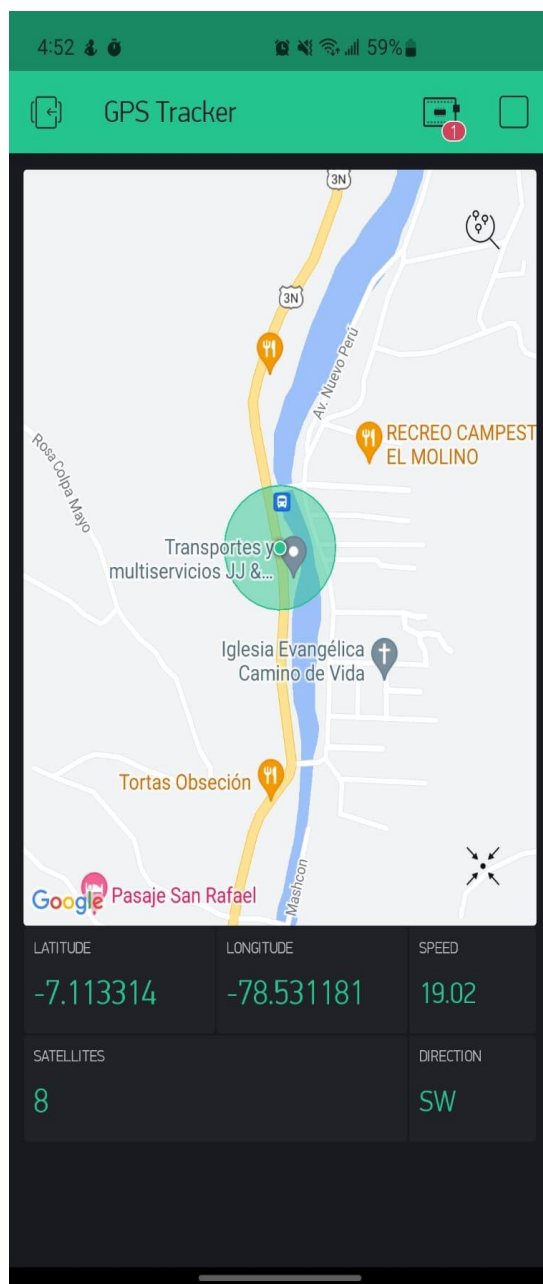
Fuente Aplicación Blynk

Figura VIII Desarrollo de aplicación



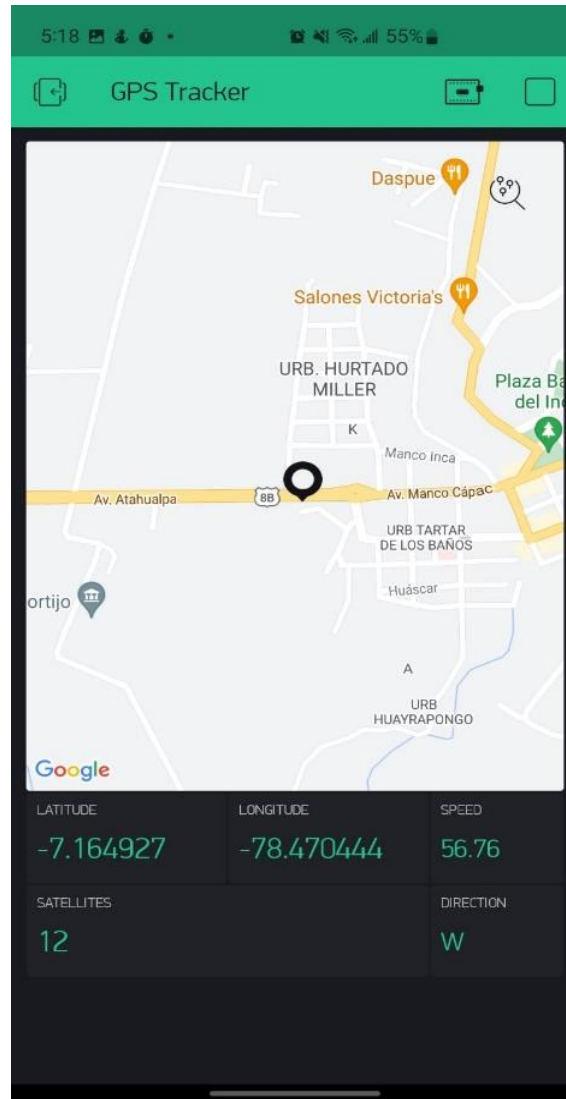
Fuente Aplicación Blynk

Figura IX Funcionamiento de aplicación Blynk – Salida de primer paradero



Fuente Aplicación Blynk

Figura X Funcionamiento de aplicación Blynk – Llegada a baños del Inca



Fuente Aplicación Blynk

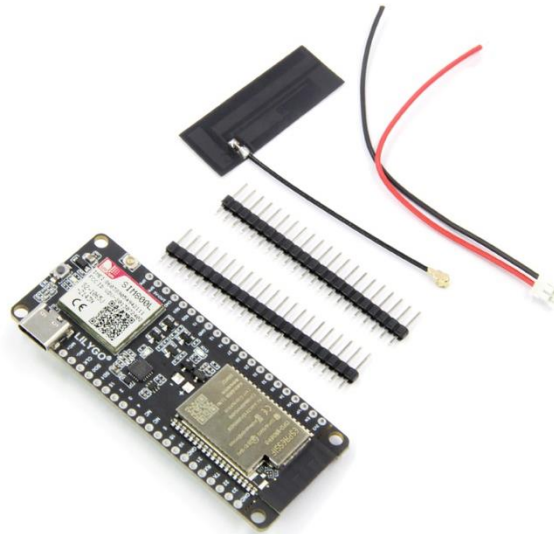
3.2.2 Desarrollo del dispositivo de localización

Para el desarrollo del dispositivo se necesitarán de diversos módulos y el código correspondiente, en síntesis, se describirá el hardware y software usado en este dispositivo.

3.2.2.1 Hardware

- **TTGO T-Call V1.3 ESP32 con SIM800L:** Es una tarjeta de desarrollo basada en el ESP32 que integra el módulo SIM800L GSM / GPRS de igual manera cuenta con interfaz para conectar y cargar baterías de Litio de hasta 500mA. Esta tarjeta de desarrollo está orientada para soluciones de Internet de las cosas (IoT).

*Figura XI TTGO T-Call V1.3 ESP32 con SIM800L
Interfaz de comunicación*



- Neo6M GPS Module: Módulo GPS basado en el chip u-blox NEO-6M con EEPROM incluido, incluye antena. Es compatible con diversos controladores de vuelo que necesitan de posicionamiento GPS.

*Figura XII Neo6M GPS Module
Interfaz de posicionamiento*



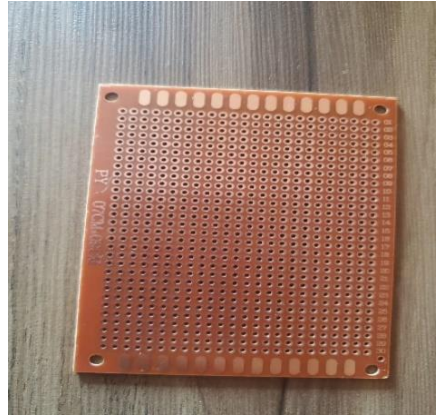
- 3.7 V 2600 mah batería: Batería de Litio de 3.7 voltios, fuente de energía en el proyecto.

Figura XIII Batería de Litio 3.7 V



- Baquelita Perforada: Aquí se montará el dispositivo.

Figura XIV Baquelita Perforada



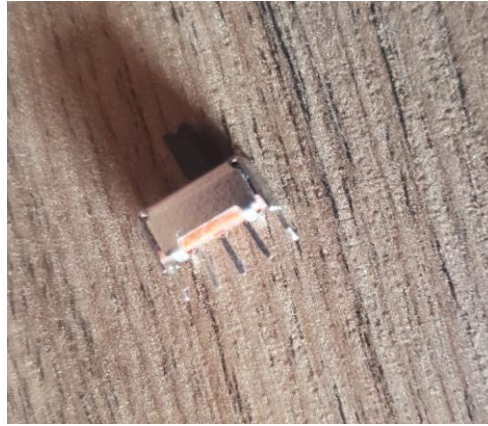
- Pulsador: Activará un mensaje o llamada de emergencia

Figura XV Pulsador



➤ Switch de encendido

Figura XVI Switch de encendido



➤ Pines de conexión y resistencias

Figura XVII Pines de Conexión y resistencias



3.2.2.2 Software

El mismo módulo de Arduino, proporciona un IDE para el desarrollo de programas para sus placas, usando su propio código de programación, que es sencillo de utilizar y ofrece una variedad de modificaciones para sus placas y módulos conectados a ellas.

A continuación, se detalla el código de programación, por fines descriptivos, sólo se expondrá el setup y parte del código funcional del dispositivo, que conforman un código en Arduino IDE:

Figura XVIII Setup Arduino GPS

```
void setup()
{
  // Set console baud rate
  Serial.begin(9600);
  delay(10);

  Wire.begin(I2C_SDA, I2C_SCL);
  bool isOk = setPowerBoostKeepOn(1);
  SerialMon.println(String("IP5306 KeepOn ") + (isOk ? "OK" : "FA

  pinMode(MODEM_PWKEY, OUTPUT);
  pinMode(MODEM_RST, OUTPUT);
  pinMode(MODEM_POWER_ON, OUTPUT);

  pinMode(SMS_Button, INPUT);
  pinMode(Call_Button, INPUT);

  digitalWrite(MODEM_PWKEY, LOW);
  digitalWrite(MODEM_RST, HIGH);
  digitalWrite(MODEM_POWER_ON, HIGH);

  SerialAT.begin(115200, SERIAL_8N1, MODEM_RX, MODEM_TX);
  delay(3000);

  SerialMon.println("Initializing modem...");
  modem.restart();

  String modemInfo = modem.getModemInfo();
  SerialMon.print("Modem: ");
  SerialMon.println(modemInfo);

  SerialMon.print("Waiting for network...");
  if (!modem.waitForNetwork(240000L)) {
    SerialMon.println(" fail");
    delay(10000);
    return;
  }
  SerialMon.println(" OK");

  if (modem.isNetworkConnected()) {
    SerialMon.println("Network connected");
  }
}
```

```

SerialMon.print(F("Connecting to APN: "));
SerialMon.print(apn);
if (!modem.gprsConnect(apn, user, pass)) {
  SerialMon.println(" fail");
  delay(10000);
  return;
}
SerialMon.println(" OK");
Blynk.begin(auth, modem, apn, user, pass);
timer.setInterval(5000L, checkGPS);

config1.setEventHandler(handleEvent_call);
config2.setEventHandler(handleEvent_sms);

call_button.init(Call_Button);
sms_button.init(SMS_Button);
}

```

Figura XIX checkGps

```

void checkGPS()
{
  if (gps.charsProcessed() < 10)
  {
    //Serial.println(F("No GPS detected: check wiring.));
    Blynk.virtualWrite(V4, "GPS ERROR");
  }
}

```

Figura XX void loop

```

void loop()
{
  while (Serial.available() > 0)
  {
    if (gps.encode(Serial.read()))
      displayInfo();
  }

  Blynk.run();
  timer.run();
  sms_button.check();
  call_button.check();
}

```

Figura XXI void displayInfo

```
void displayInfo()
{
    if (gps.location.isValid() )
    {
        latitude = (gps.location.lat());
        longitude = (gps.location.lng());

        Blynk.virtualWrite(V1, String(latitude, 6));
        Blynk.virtualWrite(V2, String(longitude, 6));
        myMap.location(move_index, latitude, longitude, "GPS_Location");
        speed = gps.speed.kmph();
        Blynk.virtualWrite(V3, speed);

        direction = TinyGPSPlus::cardinal(gps.course.value());
        Blynk.virtualWrite(V4, direction);

        satellites = gps.satellites.value();
        Blynk.virtualWrite(V5, satellites);

    }
}
```

Figura XXII Void Handle Event

```
void handleEvent_sms(AceButton* /* button */, uint8_t eventType,
                    uint8_t /* buttonState */) {
    switch (eventType) {
        case AceButton::kEventPressed:
            // Serial.println("kEventPressed");
            message_with_data = message + "Latitude = " + (String)latitude + "Longitude = " + (String)longitude;
            modem.sendSMS(mobile_number, message_with_data);
            message_with_data = "";
            break;
        case AceButton::kEventReleased:
            //Serial.println("kEventReleased");
            break;
    }
}
```

```
void handleEvent_call(AceButton* /* button */, uint8_t eventType,
                    uint8_t /* buttonState */) {
    switch (eventType) {
        case AceButton::kEventPressed:
            // Serial.println("kEventPressed");
            modem.callNumber(mobile_number);
            break;
        case AceButton::kEventReleased:
            //Serial.println("kEventReleased");
            break;
    }
}
```

Este código conforma, el funcionamiento del Arduino el cual constará en su configuración, teniendo un tiempo de espera para su correcto encendido, las conexiones puntuales en el módulo TTGO TCALL con el Neo6M Gps, una vez pasado el tiempo de espera el sistema estará activado, enviando constantemente las coordenadas precisas del vehículo; posteriormente, se realiza una llamada al presionar el botón 1 o un mensaje de texto al presionar el botón 2 al número del controlador en la oficina, con la finalidad de conocer la posición del vehículo en movimiento en caso de una emergencia. Esta conexión se reflejará en una aplicación denominada Blynk que nos permite visualizar el vehículo en tiempo real.

3.2.3 Implementación

3.2.3.1 Ensamblaje

El dispositivo será ensamblado a partir de los implementos anteriormente mostrados.

Figura XXIII Insertando los pines a la Baquelita

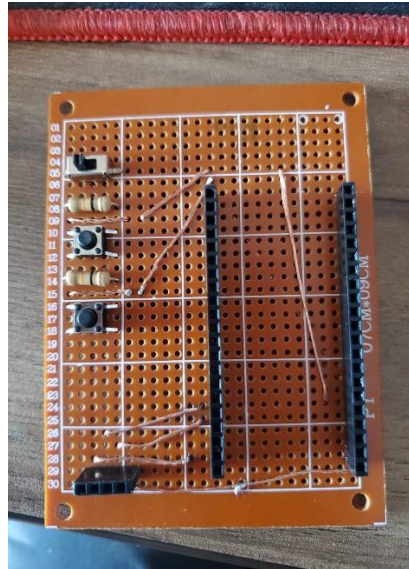


Figura XXIV Soldadura con estaño de los pines

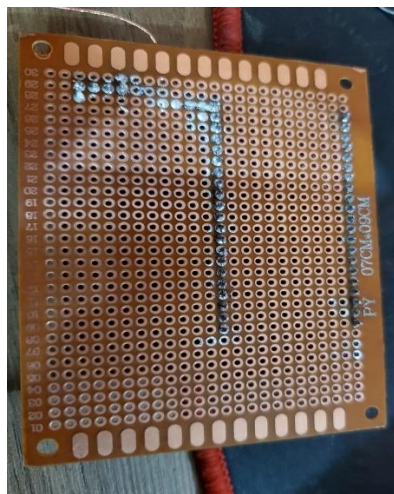


Figura XXV Montaje de la batería

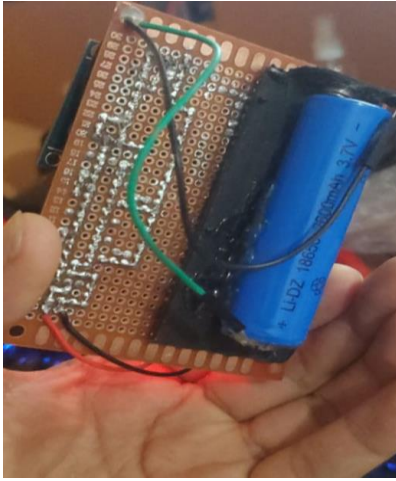


Figura XXVI Encendido del dispositivo

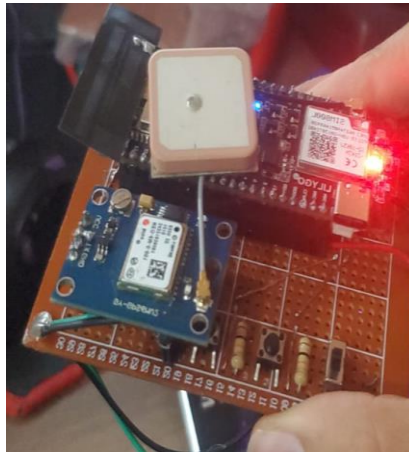


Tabla 7 Costo de materiales e implementación

Materiales	Cant.	Costo / unidad	Costo total	
TTGO T-Call V1.3 ESP32 con SIM800L:	2	90	S/	180.00
Neo6M GPS Module	2	60	S/	120.00
3.7 V 2600 mah batería	2	15	S/	30.00
Baquelita Perforada	1	2	S/	2.00
Pulsador	4	5	S/	20.00
Switch de encendido	2	2	S/	4.00
Pines de conexión y resistencias	5	3	S/	15.00
Chip de operadora telefónica	2	30	S/	60.00
Desarrollo del software y hardware	-	-	S/	8,000.00
Mano de obra	-	-	S/	2,500.00
TOTAL			S/	10,931.00

Nota: Fuente propia

3.2.3.2 Instalación en la Unidad

En las unidades con placas BCP-860 y AUT-901 se realizará el siguiente proceso, descrito paso a paso:

- Se selecciona el área donde estará ubicado el dispositivo.

Figura XXVII Selección del área donde estará el dispositivo



- Se conecta el dispositivo a una fuente de energía activa, cuando el vehículo se encuentra en movimiento.

Figura XXVIII Conexión a la salida de voltaje de la radio del vehículo



3.2.3.3 Proceso de control

El proceso de control se realizará desde la aplicación Blynk en el teléfono celular, donde podremos visualizar la ubicación de la unidad y las coordenadas exactas de la misma, identificando los puntos de control en el mapa por los cuales deberá transitar en su recorrido y en los cuales la empresa realiza un control de tránsito del vehículo, registrando la hora de tránsito de la unidad por los puntos de control. Todo este proceso será realizado por el operador ubicado en la oficina de administración de la empresa.

Los puntos de control a supervisar son:

- Paradero de partida
- Ovalo Musical
- Baños del inca

3.2.4 Resultados luego de la implementación

Luego de implementar el sistema automatizado de control vehicular mediante el uso de GPS/GSM en los vehículos de la EMPRESA DE TRANSPORTES DE SERVICIOS MÚLTIPLES 3M S.A., se vuelven a tomar datos mediante la guía de observación y en algunos casos los datos se calculan a partir de los datos obtenidos, utilizando las fórmulas planteadas en esta investigación.

3.2.4.1 Optimización de tiempos

3.2.4.1.1 Dimensión tiempo

➤ Tiempo por tramo

El tiempo por tramo fue recolectado mediante la guía de observación, obteniendo un tiempo por tramo de 75 minutos. (véase [Anexo B.3](#))

➤ Tiempo muerto por tramo

El tiempo muerto por tramo fue reducido de 15.75 minutos y 14.5 minutos a 5.3 minutos y 5 minutos, según vehículo, indicador recolectado mediante la guía de observación. (véase [Anexo B.3](#))

➤ Ciclo por pasajero

El tiempo de ciclo por pasajero, fue de 0.96 minutos y 0.91 minutos para cada vehículo, esto indica que cada que transcurra el tiempo mencionado se recogerá un pasajero. (véase [Anexo B.3](#))

$$Ciclo_{AUT-901} = \frac{Tiempo}{\#Pasajeros}$$

$$Ciclo_{AUT-901} = \frac{75 \text{ min}}{78 \text{ pasajeros}}$$

$$Ciclo = 0.96 \text{ min/pasajero}$$

$$Ciclo_{BCP-960} = \frac{Tiempo}{\#Pasajeros}$$

$$Ciclo_{BCP-960} = \frac{75 \text{ min}}{82 \text{ pasajeros}}$$

$$Ciclo_{BCP-960} = 0.91 \text{ min/pasajero}$$

Se sabe que este indicador es subjetivo, este aspecto fue detallado en el indicador pre - investigación. El promedio obtenido por pasajero es 1.91 minutos/pasajero para el vehículo BCP-860 y 1.97 minutos/pasajero para el vehículo AUT-901 (véase Anexo B.3), resultados obtenidos luego del análisis de los datos obtenidos por pasajeros por tramo luego de la implementación del sistema planteado. (véase Anexo C.6)

3.2.4.1.2 Ingreso total diario

El ingreso total diario luego de la implementación del sistema está cuantificado, luego de la optimización de los siguientes indicadores.

➤ **Tramos diarios realizados**

El resultado se obtiene mediante la guía de observación directa, obteniendo un promedio de 7.5 tramos por día operativo. (véase Anexo B.3). Los datos obtenidos de tramos realizados entre los días analizados se promediaron para obtener el resultado anterior. (véase Anexo C.4)

➤ **Cantidad de pasajeros por tramo**

Dato extraído de la guía de observación, obteniendo un promedio de 66 y 77 pasajeros por tramo entre los dos vehículos. (véase Anexo B.3)

Los pasajeros por tramos fueron promediados para obtener este resultado, para ello los datos fueron analizados y procesados nuevamente. (véase Anexo C.5)

➤ **Cantidad de ingreso total diario**

Ecuación 4 Ingreso total diario post implementación

$$ITD = Tramos * Pasajeros * 1 S/.$$

$$ITD_{AUT-901} = 7.5 * 66 * 1 S/. = 495 soles$$

$$ITD_{BCP-860} = 7.5 * 70 * 1 S/. = 525 soles$$

El monto total diario, es similar en ambas unidades; en consecuencia, de la implementación del dispositivo GPS en ambas unidades.

3.2.4.2 Sistema automatizado de control

3.2.4.2.1 Número de unidades móviles

El número de unidades móviles se mantiene, puesto que la investigación se aplica en los dos vehículos seleccionados, por su mayor actividad operativa.

Siendo los vehículos de placa BCP-860 y AUT-901.

3.2.4.2.2 Número de rutas

La ruta P13 se mantiene en la post investigación.

3.2.4.2.3 Horario por ruta

El horario por ruta se mantiene, de 6 am a 6 pm.

3.2.4.2.4 Número de GPS

Luego de la implementación se aprecian dos módulos GPS dentro de los vehículos en estudio. (véase Anexo B.4)

Tabla 8 Matriz Resumen post implementación

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	Resultados (AUT-901)	Resultados (BCP-860)
Variable independiente: Sistema automatizado de control	Medio de transporte	Número de unidades móviles	2	2
	Ruta	Número de rutas	1	1
	Tiempo	Horario por ruta	6am – 6pm	6am – 6pm
	Recurso tecnológico	Número de GPS	2	2
Variable Dependiente: Optimización de tiempos	Tiempo	Tiempo por tramo	75 minutos	75 minutos
		Tiempo muerto por tramo	5.3 minutos	5 minutos
	Ciclo por pasajero	1.91 min / pasajero	1.97 min / pasajero	
	Tramos realizados	7.5 tramos (promedio)	7.5 tramos (promedio)	
	Ingreso total diario	Cantidad de pasajeros por tramo	66 pasajeros / tramo	70 pasajeros / tramo
		Cantidad de ingreso total diario	495 soles	525 soles

Fuente: Por el autor

3.2.5 Evaluación económica y financieramente en base a los dos vehículos (post implementación)

Se realizó la evaluación económica de la implementación del sistema automatizado en control de ruta vehicular, para optimizar tiempos de los vehículos, donde se evaluará los estados de resultados, el flujo de caja, Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y un periodo de recuperación de la inversión (PRI). Indicadores que permitirán la viabilidad del proyecto.

Antes del análisis de indicadores económico financieros, se delimitarán ingresos, gastos y costos pre y post implementación del proyecto.

Tabla 9 Ingreso de vehículos por placa

	Ingreso pre implementación				Ingreso post implementación			
	AUT-901		BCP-860		AUT-901		BCP-860	
Ingreso diario por vehículo	S/	364.00	S/	377.00	S/	495.00	S/	525.00
Ingreso mensual por vehículo	S/	6,552.00	S/	6,786.00	S/	8,910.00	S/	9,450.00
Ingreso anual por vehículo	S/	78,624.00	S/	81,432.00	S/	106,920.00	S/	113,400.00

Fuente: Por el autor

La tabla muestra la comparativa de ingresos antes y después de la implementación de sistema automatizado de control vehicular, se aprecia un aumento del 37.7% del ingreso diario inicial en los vehículos.

Tabla 10 Costos Operativos y administrativos pre implementación y post implementación

Costos pre implementación				Costos post implementación			
Costo Operativo	Diario	Mensual	Anual	Costo Operativo	Diario	Mensual	Anual
	S/	S/	S/		S/	S/	S/
Combustible	300.00	5,400.00	64,800.00	Combustible	440.00	7,920.00	95,040.00
		S/	S/			S/	S/
Conductor1	-	1,025.00	12,300.00	Conductor1	-	1,025.00	12,300.00
		S/	S/			S/	S/
Conductor 2	-	1,025.00	12,300.00	Conductor 2	-	1,025.00	12,300.00
				Servicio mensual del sistema		S/	S/
						600.00	7,200.00
		Total	S/				S/
			89,400.00				126,840.00
Gasto administrativo	Diario	Mensual	Anual	Gasto administrativo	Diario	Mensual	Anual
		S/	S/			S/	S/
Operativo de control de buses 1	-	930.00	11,160.00	Operativo de control de buses	-	1,025.00	12,300.00
		S/	S/			S/	S/
Operativo de control de buses 2	-	930.00	11,160.00	Viatico de personal	30.00	900.00	10,800.00
		S/	S/	Servicios en oficina central		S/	S/
Alquiler de oficina paradero Inicial		300.00	3,600.00			500.00	6,000.00
		S/	S/	Gasto administrativo de vehículos		S/	S/
Servicios en oficina central		500.00	6,000.00			1,500.00	18,000.00
	S/	S/	S/				
Viáticos de personal	30.00	540.00	6,480.00				
		S/	S/				
Gasto administrativo de unidades		1,500.00	18,000.00				
			S/			Total	S/
		TOTAL	56,400.00				47,100.00

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior, se concluye que la implementación del proyecto disminuye los gastos administrativos anuales en S/. 9300 y un aumento en el costo operativo post implementación del proyecto, en consecuencia, del pago mensual del sistema y aumento de combustible por el aumento de los tramos realizados por los vehículos.

Tabla 11 Estado de resultados proyectado a 5 años

Estado de resultados proyectado a 5 años					
Año	1	2	3	4	5
Ingreso bruto	S/ 220,320.00	S/ 231,336.00	S/ 242,902.80	S/ 255,047.94	S/ 267,800.34
Costo operativo	S/ 126,840.00	S/ 133,182.00	S/ 139,841.10	S/ 146,833.16	S/ 154,174.81
Gastos administrativos	S/ 53,100.00	S/ 55,755.00	S/ 58,542.75	S/ 61,469.89	S/ 64,543.38
Depreciación de activos	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00
Utilidad antes de impuestos	S/ 10,380.00	S/ 12,399.00	S/ 14,518.95	S/ 16,744.90	S/ 19,082.14
Impuestos (30%)	S/ 3,114.00	S/ 3,719.70	S/ 4,355.68	S/ 5,023.47	S/ 5,724.64
Utilidad después de impuestos	S/ 7,266.00	S/ 8,679.30	S/ 10,163.27	S/ 11,721.43	S/ 13,357.50

Nota: Elaboración propia

La tabla de estado de resultados muestra el estado de resultados proyectado para la empresa en 5 años, a un crecimiento promedio de la industria de transporte del 5% para la empresa.

Tabla 12 Flujo de caja proyectado a 5 años

Flujo de caja proyectado a 5 años						
Año	0	1	2	3	4	5
Utilidad después de impuestos		S/ 7,266.00	S/ 8,679.30	S/ 10,163.27	S/ 11,721.43	S/ 13,357.50
Depreciación de activos		S/ 30,000.00	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00	S/ 30,000.00
Implementación	-S/ 10,931.00					
Flujo neto efectivo	-S/ 10,931.00	S/ 37,266.00	S/ 38,679.30	S/ 40,163.27	S/ 41,721.43	S/ 43,357.50
Ingresos		S/ 220,320.00	S/ 231,336.00	S/ 242,902.80	S/ 255,047.94	S/ 267,800.34
Egresos		S/ 183,054.00	S/ 192,656.70	S/ 202,739.54	S/ 213,326.51	S/ 224,442.84
Costo / beneficio		S/ 1.20	S/ 1.20	S/ 1.20	S/ 1.20	S/ 1.19

Nota: Elaboración propia

La tabla de flujo de caja, muestra el flujo para la empresa en 5 años, a un crecimiento promedio de la industria del transporte del 5%.

Con los datos del flujo de caja proyecto y del estado de resultados, se calcularon los siguientes indicadores:

Tabla 13 Indicadores financieros

Indicador	Valor
Costo de oportunidad (cok)=	20%
VAN INGRESOS	S/ 715,439.36
VAN EGRESOS	S/ 596,736.41
COSTO BENEFICIO (B/C)	1.20
TIR	344%
PRI	0.71

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis económico financiero, se obtiene que la Tasa interna de retorno es mayor al costo de oportunidad COK ($344\% > 20$), se concluye que la implementación del sistema automatizado de control es muy viable a nivel económico y financiero, el valor elevado del TIR se debe a que la inversión comparada con el ingreso operativo que tienen los dos vehículos en conjunto, es mucho mayor al valor invertido. En resumen, la empresa tiene ingresos considerables, la finalidad de invertir en el proyecto es aumentar el beneficio que ya tiene la empresa. El ingreso en el primer año es de S/ 37,266.00, si se compara con la inversión del proyecto que es de S/ 10,931.00, se ve reflejada la diferencia porcentual. Sin la implementación del proyecto el Ingreso en el primer año es S/ 18,979.20.

Se concluye también que el beneficio / costo, es igual a 1.20 soles, lo que nos indica que por cada sol invertido la empresa obtiene 0.20 soles de ganancia. Sin la implementación la empresa solo ganaba 0.11 soles por sol invertido.

Finalmente se calculó el periodo de tiempo de recuperación (PRI), que es igual a 0.71, indicando que el monto invertido por el proyecto será recuperado en 8 meses y 14 días.

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

- En lo referente a buscar nuevas medidas que permitan garantizar la movilidad de los ciudadanos a la vez que se contrarresten diversos problemas que tiene el servicio. La investigación refleja un recorrido vehicular eficiente, confiable, estable y controlado, a partir de la tecnología GPS/GSM utilizada en el sistema automatizado en los vehículos enfocado en la optimización de tiempos, con hardware económico. Solucionando la problemática planteada por Quintero González & Quintero González, 2015.
- Se concuerda con Benites, Campos, Burga, Rabanal, & Pérez, 2021, que plantean en su investigación la implementación de nuevas metodologías para solucionar los problemas de retrasos de tráfico y congestiónamiento de vehículos; puesto que, con la implementación del proyecto llegamos a un control eficiente de la ruta de los vehículos, controlando la ubicación de las unidades en tiempo real ; así, permitiendo un flujo de tráfico ideal para el parque automotor, aportando una solución al tráfico en la ciudad. Aunado con Cantor & Galeano, (2019, pp.45), la búsqueda de la optimización de tiempos de recorrido de los vehículos, debe ser con el fin de optimizar recursos y obtener mayor beneficio; esto en relación a que el proyecto realizado, disminuye costos y el beneficio de la empresa, aumenta.
- En términos de optimización y control de tiempos según nos indican en su tesis el señor José Alberto Taquía Valdivia (2013) y el diplomado de Castillo (2017), que el fin de optimizar tiempos de ruta y controlar los mismos con nuevas tecnologías; es factible, puesto que en la presente investigación podemos apreciar una óptima reducción de

tiempos de demoras en las rutas de los vehículos, debido al correcto control de posicionamiento de vehículos que nos ofrece la tecnología GPS. En la misma línea está la investigación de Díaz Molina & Matthew Dominick, 2018; si reducen los incidentes en un vehículo con el sencillo uso de tecnologías GPS/GSM; así como también en tiempo real los incidentes ocurridos, para responder momentáneamente a lo ocurrido y así disminuir los tiempos muertos ocasionados por los mismos.

- El uso de módulos de Arduino y similares, según plantean Castillo Rodríguez, Martínez Laguardia, & Gómez Abreu, 2018; son prácticos, económicos y eficientes, en el presente proyecto fueron usados módulos ESP32, implementando el sistema en los vehículos y permitiendo el seguimiento de las unidades en tiempo real. Recalcando que pueden ser programados a necesidad de la empresa, para obtener datos puntuales que la misma requiera.

4.2 Conclusiones

- De acuerdo al análisis realizado en el apartado de diagnóstico de la empresa, se concluye que la empresa posee indicadores con tiempos de tramo elevados, deficiencia en el control e ingresos diarios mejorables, esto según los datos arrojados post análisis.
- El sistema automatizado de control, se diseñó e implementó en la empresa, permitiendo un mejor flujo de control de vehicular, ubicando a la unidad en tiempo real y optimizando el tiempo de recorrido de los vehículos. Cabe resaltar que el uso de esta tecnología ha sido muy eficiente y rentable para la empresa; debido a que, los materiales no son de

costos exorbitantes y se implementó rápidamente en los vehículos, también es muy práctico por el hecho de configurarse a gusto de la empresa, para obtener los datos puntuales que se soliciten.

- Luego de la implementación del proyecto podemos cuantificar la reducción de indicadores de tiempo, entre ellos el tiempo por tramo, se redujo en 10 minutos, debido a la reducción de tiempos muertos en el tramo. También reflejado en la disminución del ciclo por tramo obtenido por las guías de observación, que en su inicio eran 2.80 min/pasajero y 2.88 min/pasajero, post implementación se reduce a 1.91 min/pasajeros y 1.97 min/pasajeros. Cabe resaltar que la optimización de tiempos origina que se pueda realizar un tramo más al día, pasando de 6.5 a 7.5 tramos. El lapso de tiempo en demoras por tráfico es de 1 hora diaria (considerado en el tiempo de recorrido diario). Con el margen asignado al tiempo de recorrido, la investigación solo contabiliza tiempos muertos por el control vehicular que no se tenía en los vehículos y no por factores externos.
- El impacto económico que tiene la empresa post implementación del sistema automatizado de control, es positivo. En consecuencia, de la reducción de tiempos y aumento de tramos, en términos monetarios estará indicado por la cantidad de ingreso total diario que al inicio se tenía los montos de S/. 364 y S/. 377, en los vehículos de placa AUT-901 y BCP-860; posterior a la implementación se tienen los montos de S/. 495 y S/. 525 en los vehículos. Se tiene un aumento del 37.7% del ingreso inicial luego de la implementación del proyecto.

REFERENCIAS

- Benites, A., Campos, N., Burga, J., Rabanal, E., & Perez, C. (2021). Optimización del transporte urbano en Lima aplicando los algoritmos genéticos Tabú y Colonia de Hormigas. *Laccei*, 10.
- Cantor, C., & Galeano, E. (2019). *Optimización en la gestión de la información de las actividades de distribución en la empresa DM & E, mediante una herramienta de innovación*. Giradot: Universidad Piloto de Colombia.
- Castillero Mimenza, O. (03 de Abril de 2017). *Psicología y mente*. Obtenido de Psicología y mente: <https://psicologiamente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>
- Castillo Rodríguez, D. R., Martínez Laguardia, A. S., & Gómez Abreu, A. (2018). Arquitectura de hardware y software libre para dispositivo de rastreo de vehículos en tiempo real. *Sistemas y Telemática*, 16 (44), 49-61.
- Chiavenato, I. (1999). *ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HUMANOS*. Mc Graw Hill.
- Derby, S. J. (2005). Design of automatic machinery. En *Design of automatic machinery*. New York: Marcel Dekker.
- Díaz Molina, C. M., & Matthew Dominick, R. F. (2018). *Prototipo de alarma inteligente usando GSM/GPS para el monitoreo de incidencias vehiculares*. Universidad Autónoma del Perú, Lima.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Marroquín, O. C. (9 de Abril de 2016). *La importancia del transporte público*. Obtenido de La hora: <https://lahora.gt/la-importancia-del-transporte-publico/#:~:targetText=La%20vida%20en%20las%20grandes,relativamente%20escasa%20p%C3%A9rdida%20de%20tiempo>.
- Mauttone, A. (2005). *Optimización de recorridos y frecuencias en sistemas de transporte*. Universidad de La República, Rivera.
- Muñoz, F. (7 de Abril de 2015). *logisticamx*. Obtenido de logisticamx: <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/72007-optimizacion-del-transporte-tecnologia>
- OIT. (2020). La COVID-19 y los servicios de transporte urbano de pasajeros. *Organización Internacional del Trabajo*, 12.
- Quintero González, J. R., & Quintero González, L. E. (2015). El transporte sostenible y su papel en el desarrollo. *Revista Ingeniería y Región*, 87-97.
- Taquívia Valdivia, J. A. (2013). *Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos en el distrito de los Olivos*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

ANEXOS

Información de la empresa

- **Misión**

Brindar el mejor servicio de transporte urbano de pasajeros, seguro y confiable, consolidando la satisfacción de los usuarios; planteando una mejora continua en el servicio y un desarrollo pleno de nuestros colaboradores, usando las herramientas tecnológicas disponibles en el mercado. Además de un compromiso total con el medio ambiente.

- **Visión**

Consolidarse como la empresa más rentable de transporte urbano en la ciudad de Cajamarca para el 2025, acaparando la producción de más del 50% del mercado de transporte de pasajeros.

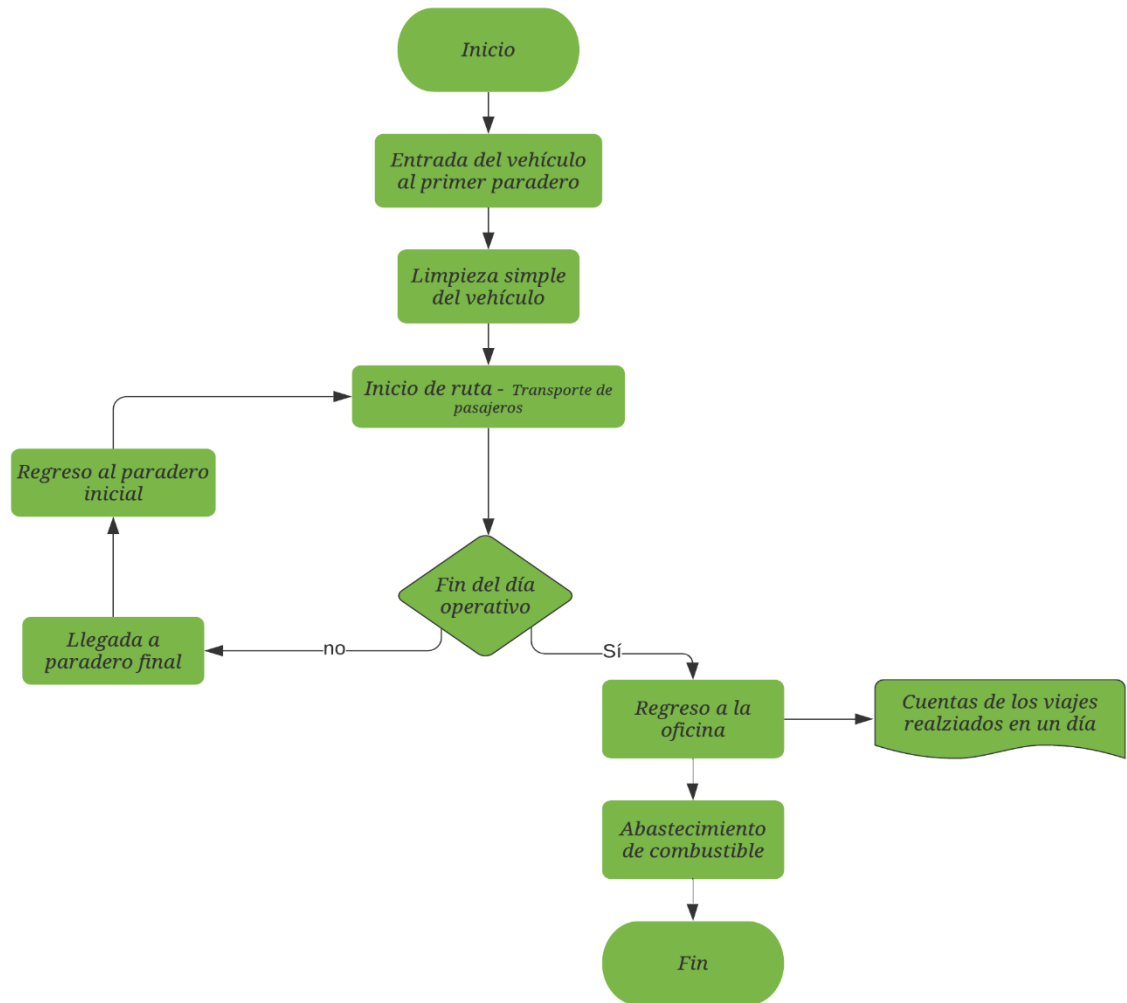
- **Historia**

La empresa se consolidó en el año 1995 con la denominación, EMPRESA DE TRANSPORTES DE SERVICIOS MÚLTIPLES 3M S.A. (EMTRASERMU 3M S.A.). Conformando así su primer directorio con primer director al señor Miguel Ángel Basauri Tello con N° de DNI 26609127. Autorizada a para realizar las funciones de transporte de pasajeros urbano, interurbano, servicio para turismo provincial, interprovincial e interdepartamental. Pudiendo realizar la importación de vehículos, autopartes, repuestos y accesorios, para uso vehicular; comercialización terceros, como la venta de combustibles y otras actividades de comercio en el rubro; prácticas de reparación y mantenimiento de vehículos en el margen que su propiedad le permita.

Empezaron a operar en el rubro, teniendo una rentabilidad óptima los primeros años de operación, al año 2000 la empresa tuvo una caída de producción, por el problema socio-político que aquejaba al país en ese entonces; en consecuencia, se tuvieron que tomar medidas extremas para mantener el patrimonio de la empresa, se tuvo que vender acciones y disminuir los gastos operativos de unidades que tenían una producción baja. Con el pasar de los años, se adquirieron nuevos enfoques para el funcionamiento sin restricciones para la empresa, tal como una política eco-friendly y regirse bajo las nuevas leyes planteadas por el estado, siendo la principal en este aspecto, el tener una flota de vehículos que no tengan más de 15 años, contados a partir del primero de enero del año siguiente al de su fabricación, en operación, caso contrario no podrán operar de acuerdo al Decreto Supremo W 017-2009-MTC.

Actualmente, la empresa sigue en plena facultad de sus funciones y teniendo nuevos compromisos cada año, en el año 2019, por conseguir realizar el compromiso con el nuevo ambiente y buscando unidades nuevas que puedan trabajar en el marco legal de ley que impide operar a ciertos vehículos con determinada antigüedad, por este motivo se adquirieron unidades de fabricación reciente. Las unidades más nuevas en la empresa con año de fabricación 2018 y modelo 2019, vienen a ser la Mitsubishi Fuso M100 y la Volkswagen 10.160 OF, los vehículos cuentan con una norma de emisión IV y V respectivamente y a ello se les suma en ambos casos un sistema de inyección directa TDI más turbo de geometría variable, lo que optimiza la eficiencia del uso de combustible en ruta y a su vez disminuye la contaminación emitida por los vehículos.

Figura XXIX Flujoograma de proceso operativo diario.



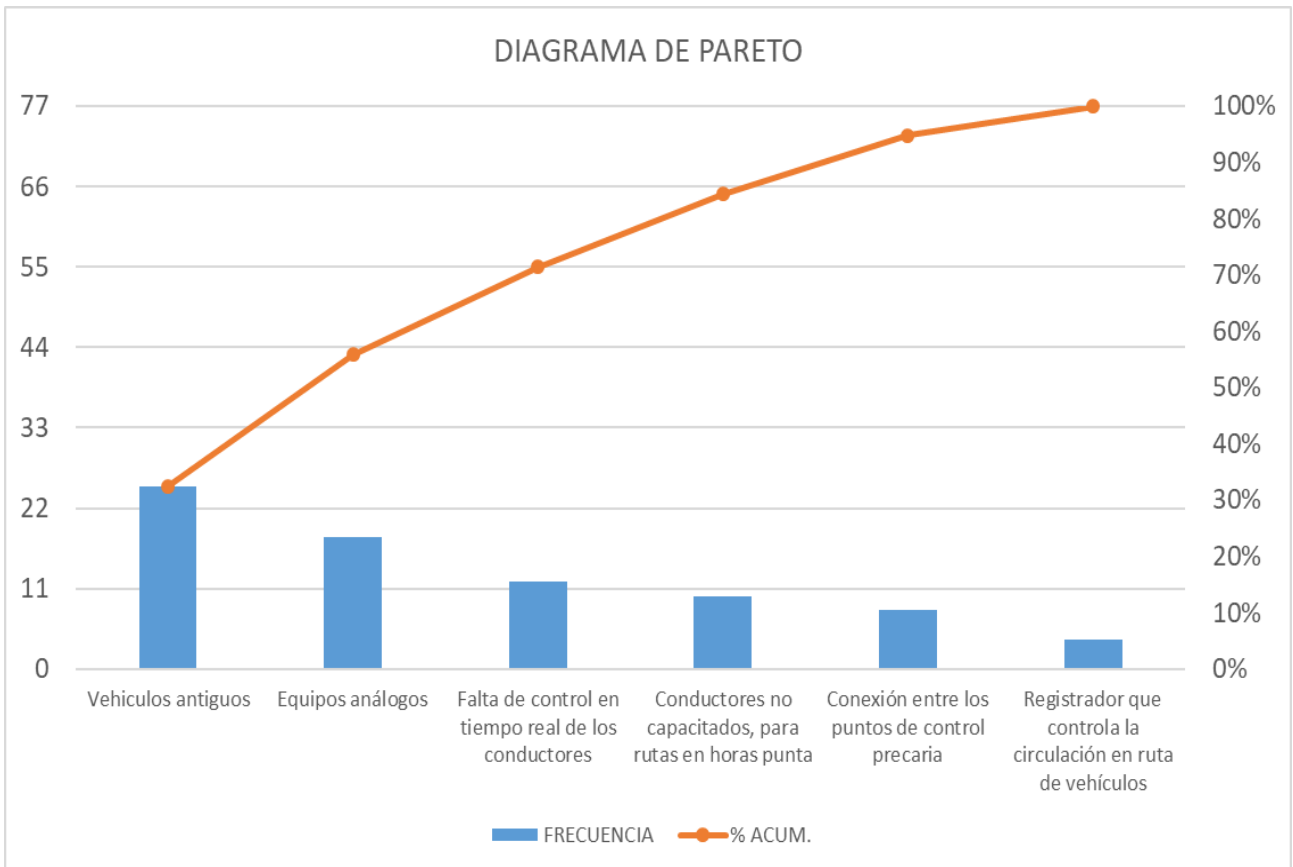
Fuente: Redacción propia

En el diagrama se aprecia las operaciones que cumplen las unidades de la Empresa de Transportes de Servicios Múltiples 3M S.A., empezando por la entrada del vehículo al primer paradero, donde se realizará una limpieza simple del vehículo (barrido del piso, limpieza de vidrio y asiento del conductor), posteriormente empieza la ruta desde el paradero inicial al paradero final, terminando el recorrido en el paradero inicial; si el día

operativo ha culminado, el vehículo regresa a la oficina principal, para rendir cuentas sobre los viajes realizado a lo largo del día. Repitiendo el ciclo día a día.

Diagramas de análisis

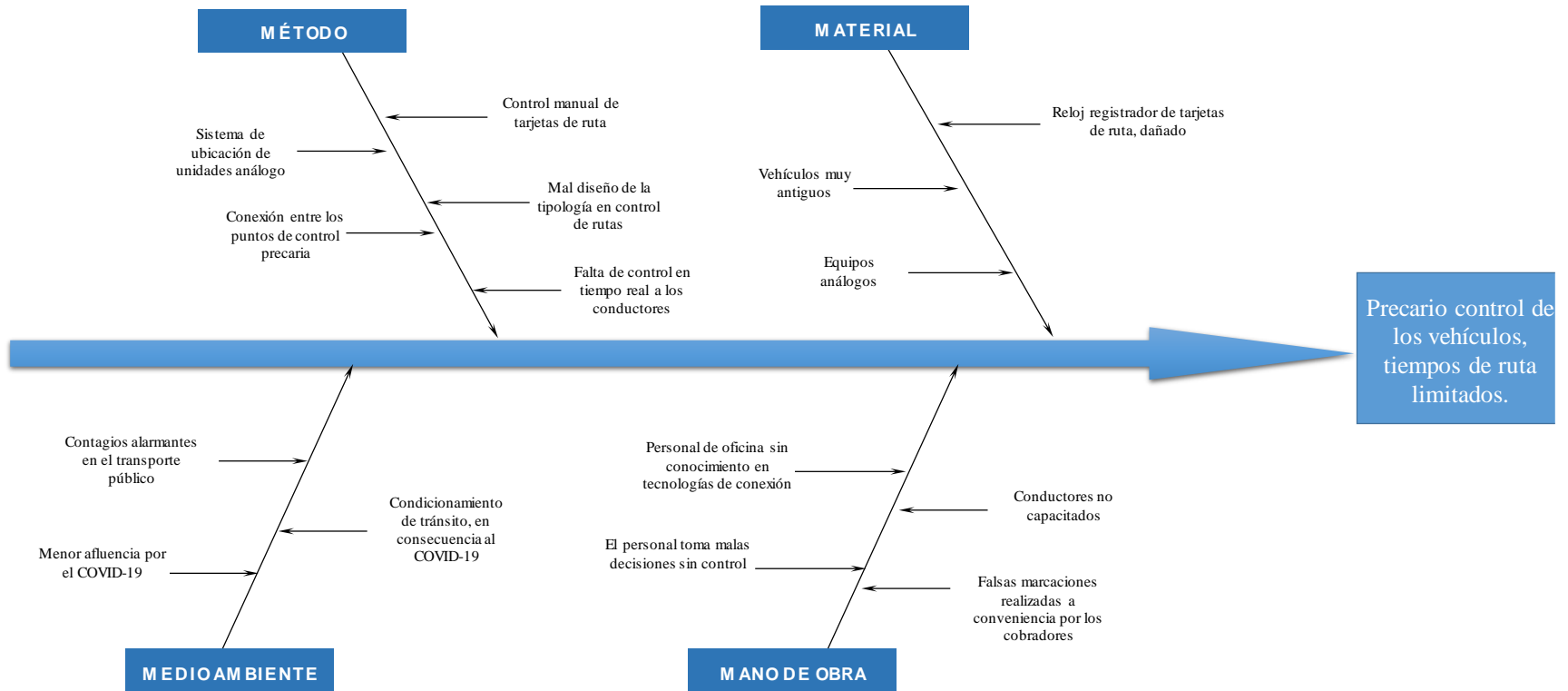
Diagrama de Pareto



Fuente: Por el Autor

En la tabla se aprecian que existen vehículos muy antiguos y equipos análogos, que suman el pico más alto de falencias en la empresa, sumandose el poco control que tienen los conductores de cada unidad en ruta.

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Por el autor

En el diagrama de ishikawa realizado en la empresa, muestra factores desfasados usados en las operaciones de la empresa, resultado en un pauperrimo control de ubicación en vehículos, cuellos de botella en los viajes de ruta.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADOR
<p>Problema general ¿En qué medida el diseño y la implementación de un Sistema Automatizado en Control de Ruta en Tiempo Real, optimizará los tiempos de recorrido en los vehículos de la Empresa de Transportes de Servicios Múltiples 3M S.A., Cajamarca - 2020?</p>	<p>Objetivo general Realizar el Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado en Control de Ruta vehicular, para optimizar los tiempos de recorrido en los vehículos de la Empresa de Transportes de Servicios Múltiples 3M S.A., Cajamarca – 2020.</p>	<p>Hipótesis General El diseño e implementación de un sistema automatizado para el control de ruta vehicular, en una empresa de transporte público, optimiza los tiempos de recorrido en los vehículos.</p>	<p>Variable Independiente Sistema automatizado</p>	Número de unidades móviles
	<p>Objetivo específico 1 Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa</p>			Número de rutas
	<p>Objetivo específico 2 Diseñar el sistema automatizado de control de ruta de los vehículos.</p>			Horario por ruta
	<p>Objetivo específico 3 Cuantificar la optimización del tiempo por tramo recorrido de los vehículos, después de la implementación del Sistema Automatizado de Control de Ruta en Tiempo Real.</p>		<p>Variable dependiente Optimización de tiempos</p>	Número de GPS
	<p>Objetivo específico 4 Determinar qué impacto económico tiene el sistema Automatizado de Control de Ruta luego de su implementación</p>			Tramos realizados
				Cantidad de pasajeros por tramo
				Tiempo por tramo
				Tiempo muerto por tramo
				Ciclo por pasajero

4.3 Anexo A Análisis documental

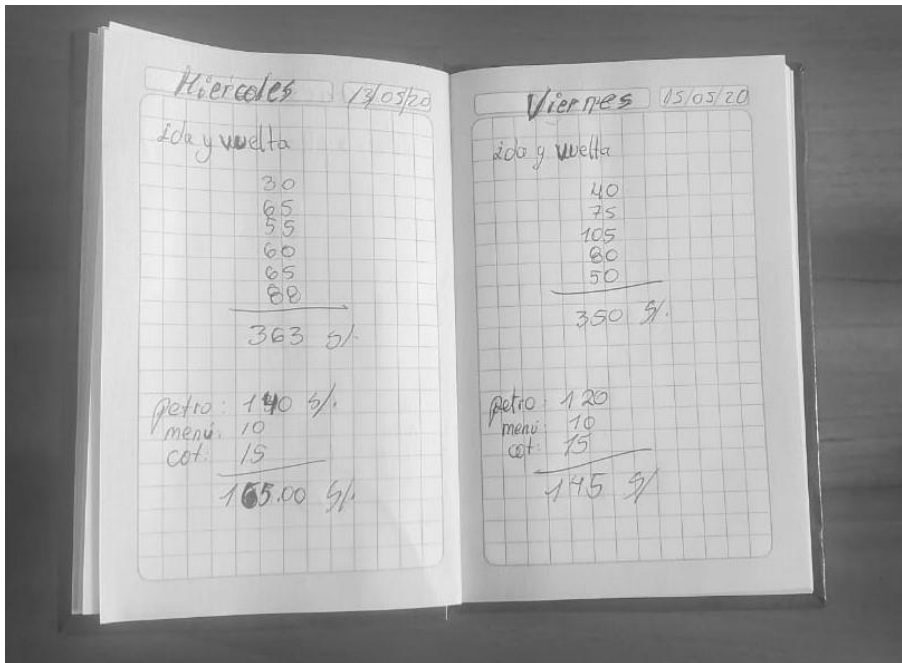
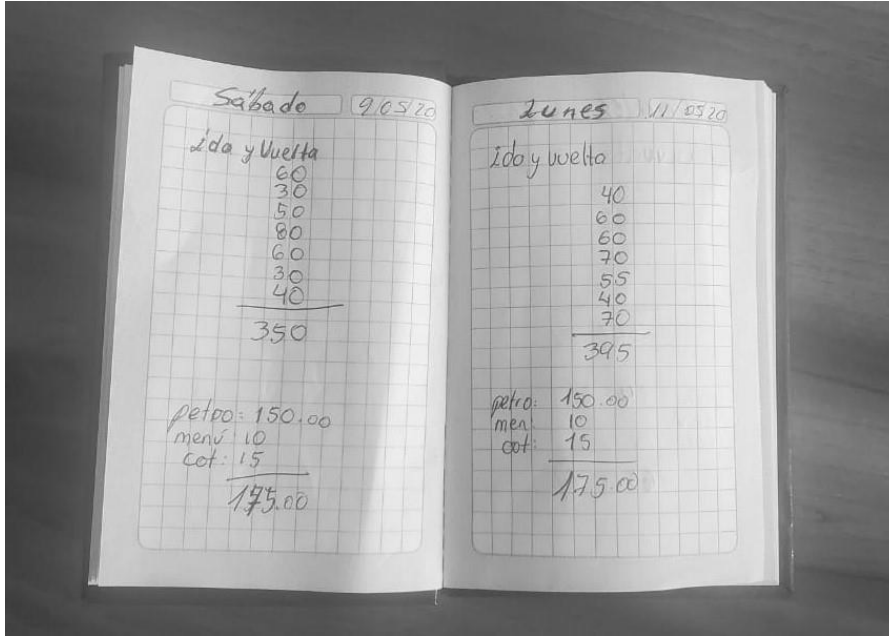
4.3.1 Anexo A.1. Documentos brindados por la empresa

Vehículo AUT-901

Jueves 15/05/20		Sabado 17/05/20	
Buella	45	Buella	75
	50		60
	53		80
	45		81
	45		54
	38		
	<u>276.00</u>		<u>370.00</u>
Menú	10.00	Menú	10.00
Café	15.00	Café	15.00
Petroleo	150.00	Petroleo	120.00
	<u>175.00</u>		<u>145.00</u>

Viernes 12/05/20		Hiercoles 13/05/20	
Buella	65	Buella	21
	75		60
	70		60
	55		68
	43		35
	32		47
	<u>345</u>		70
			<u>361.00</u>
Menú	10.00	Menú	10.00
Café	15.00	Café	15.00
Petrol.	150.00	Petroleo	160.00
	<u>175.00</u>		<u>185.00</u>

Vehículo BCP-860



4.4 Anexo B Guías de Observación directa

4.4.1 Anexo B.1. Guías de Observación – Optimización de tiempos (Pre Investigación)

Guía de observación

Fecha:	11/05/2020 - 15/05/2020
Objetivo:	Observar la ruta del vehículo y evaluar los tiempos requeridos

Aplicado en: Vehículo BCP-860

N°	Aspectos a evaluar	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Observaciones
1	Tramos realizados	6	7	6	5	Tramos
2	Tiempo por tramo	78	85	91	86	Minutos
3	Tiempo muerto por tramo	15	12	20	16	Minutos
5	Tiempo promedio de pasajeros por minuto	2.8	3	2.6	2.95	min/pasajeros

Aplicado en: Vehículo AUT-901

N°	Aspectos a evaluar	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Observaciones
1	Tramos realizados	6	7	6	5	Tramos
2	Tiempo por tramo	75	87	94	88	Minutos
3	Tiempo muerto por tramo	11	19	13	15	Minutos
5	Tiempo promedio de pasajeros por minuto	2.75	3.15	2.725	2.95	min/pasajeros

Vehículo AUT-901

Promedio tramos	6.0	
Promedio tiempo por tramo	85.00	minutos
Promedio tiempo muerto	15.75	minutos
Promedio de pasajeros por minuto	2.84	minutos

Vehículo BCP-860

Promedio tramos	7	
Promedio tiempo por tramo	86.00	minutos
Promedio tiempo muerto	14.50	minutos
Promedio de pasajeros por minuto	2.89	minutos

4.4.2 Anexo B.2. Guía de Observación Sistema Automatizado (Pre Investigación)

Fecha:	09/05/2020
Objetivo:	Observar el plan operativo que tienen los vehículos y sus componentes internos

Aplicado en: Vehículo BCP-860 y AUT-901

N°	Aspectos a evaluar	Resultado	Observaciones
1	Vehículos con más salidas operativas	2	Vehículos de placa BCP 860 y AUT-901
2	Rutas que cumplen los vehículos	3	Ruta A, B, P13.
3	Horario de ruta de los vehículos	6 am – 6 pm	
4	Módulos GPS dentro de cada unidad	0	

4.4.3 Anexo B.3. Guías de Observación – Optimización de tiempos (Post Investigación)

Guía de observación

Fecha:	13/07/2020 - 17/07/2020
Objetivo:	Observar la ruta del vehículo y evaluar los resultados post optimización

Aplicado en: Vehículo BCP-860

N°	Aspectos a evaluar	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Observaciones
1	Número de tramos realizados	8	8	7	8	
2	Tiempo por tramo	72	82	76	70	Minutos
3	Tiempo muerto por tramo	5	6	5		Minutos
5	Tiempo promedio de pasajeros por minuto	1.81	1.99	1.89	1.91	min/pasajeros

Aplicado en: Vehículo AUT-901

N°	Aspectos a evaluar	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado	Observaciones
1	Número de tramos realizados	8	8	9	8	
2	Tiempo por tramo	74	80	72	75	Minutos
3	Tiempo muerto por tramo	4	5	6	5	Minutos
5	Tiempo promedio de pasajeros por minuto	1.95	1.99	1.93	1.98	min/pasajeros

Vehículo AUT-901		
Promedio tramos	8	
Promedio tiempo por tramo	75	minutos
Promedio tiempo muerto	5.3	minutos
Promedio de pasajeros por minuto	1.90	minutos

Vehículo BCP-860		
Promedio tramos	8	
Promedio tiempo por tramo	75	minutos
Promedio tiempo muerto	5.0	minutos
Promedio de pasajeros por minuto	1.96	minutos

4.4.4 Anexo B.4. Guía de Observación Sistema Automatizado (Post Investigación)

Fecha:	11/07/2020
Objetivo:	Evaluar la implementación dentro del vehículo

Aplicado en: Vehículo BCP-860

N°	Aspectos a evaluar	Resultado	Observaciones
1	Vehículos con más salidas operativas	2	Vehículos de placa BCP-860 y AUT-901
4	Módulos GPS dentro de cada unidad	2	

4.5 Anexo C Excel de procesamiento de datos

4.5.1 Anexo C.1. Tramos realizados (Pre Investigación)

Vehículo	AUT-901		
Lunes	6		
Miércoles	7		
Viernes	6		
Sábado	5		
Vehículo	BCP-960	Media	6.5
Lunes	7		
Miércoles	7		
Viernes	6		
Sábado	8		

4.5.2 Anexo C.2. Pasajeros por tramo (Pre Investigación)

Vehículo	AUT-901	N°
Lunes	Tramo1	65
	Tramo2	75
	Tramo3	70
	Tramo4	55
	Tramo5	43
	Tramo6	37
Miércoles	Tramo1	21
	Tramo2	60
	Tramo3	60
	Tramo4	68
	Tramo5	35
	Tramo6	47
	Tramo7	70
Viernes	Tramo1	45
	Tramo2	50
	Tramo3	53
	Tramo4	45
	Tramo5	45
	Tramo6	38
Sábado	Tramo1	75
	Tramo2	80
	Tramo3	80
	Tramo4	81
	Tramo5	54

Vehículo	BCP-960	N°
Lunes	Tramo1	30
	Tramo2	50
	Tramo3	80
	Tramo4	60
	Tramo5	60
	Tramo6	30
	Tramo7	40
Miércoles	Tramo1	40
	Tramo2	60
	Tramo3	60
	Tramo4	70
	Tramo5	55
	Tramo6	40
	Tramo7	70
Viernes	Tramo1	30
	Tramo2	65
	Tramo3	55
	Tramo4	60
	Tramo5	65
	Tramo6	88
Sábado	Tramo1	40
	Tramo2	75
	Tramo3	105
	Tramo4	80
	Tramo5	50

Vehículo	AUT-901	BCP-960
Promedio	56	58

4.5.3 Anexo C.3. Pasajeros por minuto AUT-901 y BCP-860 (Pre Investigación)

AUT-901 N° pasajeros	Tiempo entre pasajero			
	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado
1	2	3	2	3
2	2	2	2	2
3	5	4	4	4
4	3	3	2	3
5	2	4	2	4
6	3	5	3	5
7	3	5	2	5
8	3	3	3	3
9	2	5	3	5
10	3	2	3	2
11	2	3	2	3
12	2	3	3	3
13	2	3	3	3
14	3	2	2	2
15	2	3	2	3
16	3	2	3	2
17	3	3	2	3
18	3	3	3	3
19	2	2	2	2
20	3	2	2	2
21	3	2	2	2
22	2	2	4	2
23	4	2	4	2
24	3	4	3	4
25	2	4	3	4
26	2	3	4	3
27	3	3	3	3
28	3	4	4	4
29	3	4	2	4
30	3	3	2	3
31	4	2	3	2
32	3	2	3	2
33	3	3	2	3
34	2	3	2	3
35	3	3	2	3
36	2	2	2	2
37	2	2	2	2
38	4	3	2	3
39	4	3	3	3
40	4	4	2	2
Promedio	2.8	3	2.6	2.95

Promedio **2.80**

BCP-860	Tiempo entre pasajero			
	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado
1	2	3	2	3
2	2	2	2	2
3	5	4	4	4
4	3	3	2	3
5	2	4	2	4
6	3	5	3	5
7	3	5	2	5
8	3	3	3	3
9	2	5	4	5
10	3	2	4	2
11	2	4	2	3
12	2	3	3	3
13	2	3	3	3
14	3	4	2	2
15	2	3	2	3
16	3	2	3	2
17	3	3	4	3
18	3	3	3	3
19	2	4	2	2
20	3	2	4	2
21	3	2	2	2
22	2	4	3	2
23	3	4	4	2
24	3	4	3	4
25	2	3	3	4
26	2	3	4	3
27	3	3	3	3
28	3	4	4	4
29	3	4	2	4
30	3	3	2	3
31	4	2	3	2
32	3	2	3	2
33	3	3	2	3
34	2	3	2	3
35	3	3	2	3
36	3	2	2	2
37	2	2	2	2
38	4	3	2	3
39	2	3	3	3
40	4	2	2	2

Promedio

2.88

Promedio	2.75	3.15	2.725	2.95
----------	------	------	-------	------

4.5.4 Anexo C.4. Tramos realizados (Post Investigación)

Vehículo	AUT-901		
Lunes	8		
Miércoles	8		
Viernes	7		
Sábado	8		
Vehículo	BCP-960	Media	8.0
Lunes	8		
Miércoles	8		
Viernes	9		
Sábado	8		

4.5.5 Anexo C.5. Pasajeros por tramo (Post Investigación)

Vehículo	AUT-901	N°	Vehículo	BCP-960	N°
Lunes	Tramo1	35	Lunes	Tramo1	79
	Tramo2	60		Tramo2	81
	Tramo3	56		Tramo3	78
	Tramo4	62		Tramo4	76
	Tramo5	72		Tramo5	70
	Tramo6	73		Tramo6	65
	Tramo7	67		Tramo7	59
Miércoles	Tramo1	45	Miércoles	Tramo1	67
	Tramo2	35		Tramo2	65
	Tramo3	76		Tramo3	61
	Tramo4	63		Tramo4	88
	Tramo5	60		Tramo5	50
	Tramo6	87		Tramo6	35
	Tramo7	60		Tramo7	84
Viernes	Tramo1	32	Viernes	Tramo1	82
	Tramo2	69		Tramo2	67
	Tramo3	75		Tramo3	69
	Tramo4	82		Tramo4	59
	Tramo5	74		Tramo5	63
	Tramo6	85		Tramo6	78
	Tramo7	81		Tramo7	78
Sábado	Tramo1	27	Sábado	Tramo1	76
	Tramo2	80		Tramo2	68
	Tramo3	93		Tramo3	79
	Tramo4	71		Tramo4	72
	Tramo5	67		Tramo5	65
	Tramo6	89		Tramo6	59
	Tramo7	62		Tramo7	73

Vehículo	AUT-901	BCP-960
Promedio	66	70

4.5.6 Anexo C.6. Pasajeros por minuto AUT-901 y BCP-860 (Post Investigación)

N° pasajeros	Tiempo entre pasajero			
	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado
1	2	2	1	2
2	1	2	2	1
3	3	2	3	1
4	1	1	1	2
5	1	3	2	2
6	3	2	1	2
7	3	3	1	2
8	1	1	3	1
9	1	1	2	2
10	2	2	3	1
11	1	3	1	2
12	1	1	3	2
13	2	1	1	3
14	3	2	3	2
15	1	3	3	1
16	3	3	2	2
17	1	2	1	2
18	3	1	3	3
19	2	2	1	1
20	2	3	1	3
21	2	1	2	1
22	3	3	1	3
23	1	1	2	2
24	2	3	2	3
25	2	1	3	1
26	2	2	3	3
27	1	3	2	1
28	3	1	2	1
29	3	2	1	1
30	1	2	1	1
31	2	1	2	1
32	1	2	3	2
33	1	1	3	1
34	3	2	3	3
35	2	1	1	1
36	1	2	1	3
37	2	3	1	2
38	2	1	2	3
39	1	2	3	1
40	3	2	1	1
41	1	1	1	3
42	3	2	2	2
43	1	2	2	3
44	1	3	3	2
45	2	3	3	1
46	1	1	1	2
47	2	3	1	3
48	1	2	1	2
49	1	3	3	1
50	1	2	1	3
51	3	3	3	2
52	1	2	3	2
53	1	3	1	1
54	1	1	1	1
55	2	1	1	2
56	3	2	3	3
57	1	3	1	2
58	2	1	2	1
59	2	2	2	2
60	3	3	1	3
61	1	2	3	2
62	1	2	1	2
63	1	1	1	1
64	3	3	3	3
65	3	1	2	2
66	3	2	1	2
67	1	3	3	1
68	3	1	3	3
69	3	3	1	2
70	1	2	2	3
71	1	2	1	1
72	3	3	3	3
73	1	2	3	2
74	1	3	1	3
75	1	1	1	1
76	2	1	1	3
77	3	2	3	1
78	1	3	1	1
79	2	1	2	1
80	2	2	2	3

Promedio 1.90

Promedio 1.81 1.99 1.89

N° pasajeros	Tiempo entre pasajero			
	Lunes	Miércoles	Viernes	Sábado
1	3	2	3	1
2	1	1	1	2
3	3	1	1	2
4	2	2	2	1
5	1	3	2	3
6	3	2	2	2
7	1	3	2	3
8	2	2	1	1
9	2	3	2	1
10	2	2	1	2
11	3	1	2	3
12	1	3	2	1
13	1	3	3	1
14	3	1	2	2
15	1	2	1	3
16	2	1	2	3
17	3	2	2	2
18	2	1	3	1
19	1	3	1	2
20	2	2	3	3
21	2	1	1	1
22	2	1	3	3
23	2	1	2	1
24	1	3	3	3
25	1	2	1	1
26	1	1	3	2
27	1	3	1	3
28	3	1	1	1
29	3	2	1	2
30	1	1	1	2
31	3	1	1	1
32	3	1	2	2
33	3	2	1	1
34	1	3	3	2
35	2	2	1	1
36	3	3	3	2
37	1	2	2	3
38	2	3	3	1
39	3	2	1	2
40	2	2	1	2
41	2	3	3	1
42	1	2	2	2
43	2	2	3	2
44	3	1	2	3
45	3	3	1	3
46	3	3	2	1
47	3	3	3	3
48	3	1	2	2
49	1	3	1	3
50	2	3	3	2
51	1	2	2	3
52	2	1	2	2
53	3	1	1	3
54	1	2	1	1
55	2	2	2	1
56	3	3	3	2
57	2	2	2	3
58	1	1	1	1
59	2	3	2	2
60	2	2	3	3
61	1	2	2	2
62	3	1	2	2
63	3	1	1	1
64	1	2	3	3
65	2	3	2	1
66	1	3	2	2
67	2	3	1	3
68	1	2	3	1
69	1	2	2	3
70	2	2	3	2
71	2	1	1	2
72	2	1	3	3
73	2	1	2	2
74	1	3	3	3
75	1	2	1	1
76	1	1	3	1
77	1	3	1	2
78	3	1	1	3
79	3	2	1	1
80	2	3	3	2

Promedio 1.96

Promedio 1.95 1.99 1.93

