



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ingeniería

Análisis de la aceleración como medida de evaluación
en conductores de transporte público.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:

Maestro en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad

Presenta:

Ing. Milena Concepción Aguirre Soto

Dirigido por:

Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca

Querétaro, Qro. Mayo de 2021



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad.

Análisis de la aceleración como medida de evaluación en conductores del
transporte público.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestro en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad.

Presenta:

Ing. Milena Concepción Aguirre Soto

Dirigido por:

Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca

Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca
Presidente

Dr. Omar Chávez Alegría
Secretario

Dra. María de la Luz Pérez Rea
Vocal

Dr. Ricardo Montoya Zamora
Suplente

Dr. Roberto de la Llata Gómez
Suplente

Centro Universitario Querétaro, Qro.
28 de Mayo del 2021
México

RESUMEN

El transporte público juega un papel de gran importancia en la movilidad de los ciudadanos, es por eso que cualquier cambio que se genere entorno a él tendrá una afectación debido a que estos se encuentran interconectados, por lo que debe prestarse atención a los factores que influyen en este servicio y uno de ellos es el conductor. El objetivo de esta investigación es analizar las aceleraciones presentadas por parte de los conductores del transporte público, tomando esta variable como la de mayor peso y relacionándola con otros factores que intervienen en la forma de conducir del operador utilizando un modelo de regresión logística, identificando los factores que tienen mayor influencia. Dentro de las variables estudiadas se encuentran el tiempo medido entre una parada y otra, la aceleración entre una parada y otra, la sumatoria de la distancia recorrida por cada unidad al día, el número de carriles de la vialidad para cada parada y el número de veces que el autobús llegó a una estación base. Obteniéndose que las variables son significativas, y afirmando que conforme vayan aumentando, se presentará una mayor aceleración por parte del conductor. Además de que las más altas aceleraciones se presentan por ciertos periodos durante el día, siendo alrededor de las 7:30 am - 8:30 am y 7:30 pm – 8:30 pm.

(Palabras clave: Transporte público, Conductores, Aceleraciones.)

SUMMARY

Public transport plays a very important role in urban mobility, that is why any change that is generated around it will have an impact on a city's traffic because they are interconnected, so attention must be paid to the factors that influence in this service being one of them the driver. The objective of this research is to analyze the accelerations presented by public transport drivers, taking this variable as the one with the greatest weight and relating it to other factors that intervene in the operator's driving style using a logistic regression model. We identified the factors that have the greatest influence. Among the variables studied are the time measured between one stop and another, the acceleration between one stop and another, the sum of the distance traveled by each unit per day, the number of lanes of the road for each stop and the number of times the bus arrived at a station. We determined that the variables are significant, and affirming that as they increase, there will be a greater acceleration by the driver. In addition, the highest accelerations occur for certain periods during the day, being around 7:30 am - 8:30 am, and 7:30 pm - 8:30 pm.

(Key words: public transportation, drivers, accelerations)

A mis padres y hermanos por brindarme el apoyo necesario para seguir adelante
con mis estudios e intentar ser mejor persona.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Cecilia y Firmo por todo el apoyo recibido, no solo durante mi estancia fuera de casa si no durante toda mi vida.

A mis hermanos, Amaury, José Pablo y Amos por estar presentes cuando lo necesito.

Al Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca por su dedicación, paciencia y su tiempo para ayudarme a mejorar como persona y ser una guía durante este camino.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por proporcionarme los medios para poder continuar con mis estudios de postgrado.

A la Universidad Autónoma de Querétaro, pero en especial a mis profesores que cambiaron el panorama que tenía sobre mi profesión.

A mis amigos y compañeros Juan Carlos, Aldo, Divya y Anubis por hacer más amena mi estancia.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. JUSTIFICACIÓN	15
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. HIPÓTESIS Y OBJETIVO	17
1.3.1. OBJETIVO.....	17
1.3.2. HIPÓTESIS.....	17
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
2.1 FACTORES QUE AFECTAN EL DESEMPEÑO DEL CONDUCTOR	18
2.1.1 FATIGA.....	18
2.1.2 FACTORES PSICOSOCIALES.....	23
2.1.3 CONGESTIÓN VEHÍCULAR.....	25
2.1.4 UBICACIÓN DE PARADEROS.....	25
2.1.5 USUARIOS.....	26
2.1.6 INFRAESTRUCTURA.....	27
2.2 MÉTODOS PARA ANÁLISIS DEL CONDUCTOR	28
2.2.1 USO DE SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL	28
2.2.2 USO DE CUESTIONARIOS	32
3. METODOLOGÍA	37
3.1 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	37
3.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	39
3.3 DEPURACIÓN DE DATOS	47
3.4 VARIABLES.....	50
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1 RELACIÓN ACELERACIÓN/HORA DE PARADA.....	53
4.1.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	56
4.2 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA.....	57
5. CONCLUSIONES	60
6. REFERENCIAS	63

Dirección General de Bibliotecas UAQ

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Plataforma de ruta.....	22
Figura 2.2: Procedimiento de rectificación de ruta.	29
Figura 2.3: Cuadrante para determinar velocidad promedio.	30
Figura 3.1: Zona conurbada de Querétaro.	38
Figura 3.2: Gráfica de caja de velocidad media.	43
Figura 3.3: Gráfica de caja de percentil 85.....	44
Figura 3.4: Ejemplo de hoja de cálculo con lecturas repetidas.....	47
Figura 3.5: Ejemplo de identificación de lecturas repetidas en “ <i>TransCAD</i> ”.	48
Figura 3.6: Ejemplo de localización de lecturas repetidos en “ <i>TransCAD</i> ”.....	48
Figura 3.7: Ejemplo de depuración de lecturas repetidas.	49
Figura 3.8: Tabla final de resultados en “ <i>TransCAD</i> ”.	50
Figura 3.9: Tabla final de datos en hoja de cálculo.	50
Figura 3.10: Representación de paradas físicas oficiales.	52
Figura 3.11: Ejemplo de relación hora de parada y aceleración.....	52
Figura 4.1: Agrupación de datos en "clusters" en la ruta 07.....	54
Figura 4.2: Agrupación de datos en "clusters" en la ruta 20.....	54
Figura 4.3: Ejemplo de gráfica de dispersión de la aceleración entre los horarios de 05:30 hrs a 07:40 hrs.	55

Figura 4.4: Ejemplo de gráfica de dispersión de la aceleración entre los horarios de 07:30 hrs a 08:30 hrs.	55
Figura 4.5: Ejemplo de gráfica de dispersión de la aceleración entre los horarios de 09:30 hrs a 10:30 hrs.	56
Figura 4.6: Representación convergencia de rutas.	59
Figura 5.1: Ejemplo de gráfica de dispersión de la aceleración entre los horarios de 10:30 hrs a 11:30 hrs.	60
Figura 5.2: Ejemplo de gráfica de dispersión de la aceleración entre los horarios de 19:30 hrs a 20:30 hrs.	61
Figura 7.1: Carta de solicitud de información al Instituto Queretano del Transporte.	70
Figura 7.2: Acuse de solicitud de información recibido.	71
Figura 7.3: Información de las rutas.	72
Figura 7.4: Representación de la ruta 81.	73
Figura 7.5: Ejemplo de análisis de datos en " <i>TransCAD</i> ".....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Datos de las rutas de transporte público.	39
Tabla 3.2: Estratos de las velocidades conforme al percentil 85.....	45
Tabla 3.3: Rutas seleccionadas entre el rango “20.99054 – 32.6224”.....	46
Tabla 3.4: Rutas seleccionadas entre el rango “32.77113 – 40.29913”.....	46
Tabla 3.5: Rutas seleccionadas entre el rango “40.3623 – 51.40146”.....	46
Tabla 3.6: Estadística descriptiva de las variables.....	51
Tabla 4.1: Variables del modelo de regresión logística.....	57

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1.....	30
Ecuación 3.1.....	44
Ecuación 3.2.....	44
Ecuación 3.3.....	45
Ecuación 3.4.....	45
Ecuación 3.7.....	46
Ecuación 3.8.....	47

Dirección General de Bibliotecas UAQ

1. INTRODUCCIÓN

Las teorías clásicas sobre la migración poblacional asumen que las personas se trasladan a donde se encuentren mejores oportunidades de trabajo, lo que conlleva en algunas ciudades al crecimiento acelerado de la mancha urbana y ello trae consigo una serie de retos importantes (Tong y Qiu, 2020), como por ejemplo, la necesidad que presenta la población recién llegada para satisfacer sus necesidades de movilidad.

Navarro *et al.* (2018) y Obregón y Betanzo (2015) concuerdan que el transporte público es el medio en el cual gran parte de la población se desplaza con la finalidad de llegar a sus destinos. Sin embargo, la mayoría de los estudios referentes al análisis del transporte de pasajeros en autobús se centran en el comportamiento y la percepción del usuario, dejando de lado al operador de la unidad, siendo parte esencial para lograr contar con un servicio de calidad, por lo es necesario complementar las investigaciones debido a que estos, desempeñan su trabajo en entornos con factores externos a ellos, como lo explican Martínez (2018) y Boada *et al.* (2013), tales como la organización, lo urbano, la política, entre otros.

Diferentes autores como Neisa y Rojas (2009); Urazán *et al.*, (2012) y Useche *et al.*, (2018) concluyen que existe relación entre el comportamiento del chofer de transporte público a lo largo de su jornada laboral (las cuales pueden extenderse hasta 16 horas por turno) con su interacción con los pasajeros, la falta de descanso y las pocas horas de sueño con la presencia de fatiga, el estrés con la tensión laboral (siendo esta última, uno de los factores más influyentes en la causa de accidentes de tráfico en conductores de transporte público). Por lo anterior, diferentes factores como reducir la jornada laboral, los lapsos de descanso en la jornada, modificar la ubicación y las características de los paraderos, pueden ser técnicas de utilidad que auxilien a mitigar el estrés del conductor y por ende, reducir la probabilidad de accidentes. (Tse *et al.*, 2006; González *et al.*, 2013)

Uno de los factores que se ha encontrado como detonante en el comportamiento errático del chofer tiene que ver con el número de pasajeros y la percepción que tienen los usuarios respecto al servicio, por lo que, para poder comprender el efecto que ejercen los pasajeros sobre los conductores, Af Wåhlberg (2006 y 2007) considera los cambios súbitos en la velocidad de la unidad y la frecuencia en las que se registran aceleraciones en un cierto periodo de tiempo como respuesta al estrés generado en los choferes debido a la constante interacción con los pasajeros, sosteniendo que la mayoría de los cambios del comportamiento en el chofer son representados por dichas acciones. Considerando dicha perspectiva, el propósito de la presente investigación es relacionar la aceleración realizada por los conductores a lo largo de su trayecto, con variables propias del recorrido como: el tiempo y la distancia entre paradas, el número de carriles en la vialidad, las vueltas acumuladas. A partir de lo anterior se identifican las variables que al ser estudiadas y modificadas más a fondo, se consideran podrían mejorar las condiciones de los conductores y por lo tanto desempeñar su trabajo de una mejor manera tanto para el conductor como para los usuarios.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Los conductores que se dedican al transporte, ya sea de carga o de pasajeros, generalmente no tienen la libertad de escoger sus horarios de trabajo, lo que los lleva a trabajar jornadas laborales muy extensas o irregulares, y en coincidencia con Lal y Craig (2001) les provoca una mala conducción, al mismo tiempo de que no pueden descansar correctamente. Debido a lo anterior Useche *et al.* (2018), sostienen que el desempeño del conductor se ve afectado por factores, como el estrés y la tensión laboral, siendo este último el factor más influyente en la causa de accidentes de tráfico en conductores de transporte público, autobuses urbanos, interurbanos y taxistas.

Hyodo *et al.* (2017) nos señalan que se puede analizar el comportamiento de la conducción mediante datos de sonda de automóviles, que no es otra cosa que datos obtenidos a través del sistema de posicionamiento global (GPS). Por lo que ellos en su estudio analizaban cómo afectaban las horas de conducción cuando un vehículo circulaba por una autopista por medio de los datos de la sonda. Concluyeron que el estar conduciendo durante un largo periodo de horas, afectaba en gran medida cómo es que el conductor se comportaba. Por su parte, Walker y Trick (2018), sostienen que el tiempo de conducción y la fatiga en el transporte de carga, son factores determinantes en la manera de conducir, al observar que conforme pasaba el tiempo de conducción, se iban presentando los cambios, tales como dificultad para concentrarse en el manejo, además de aumentos significativos en la velocidad. Asimismo correlacionar las horas de sueño de la noche anterior y los sucesos de confusión mental.

Los estudios reportados por Lal y Craig (2001), Useche *et al.* (2018), Walker y Trick (2018), se han centrado principalmente a la relación de las horas de conducción y el comportamiento del conductor en el transporte de carga, por lo que la presente investigación toma en consideración las aproximaciones expuestas en Silva *et al.* (2014), para evaluar la relación de las horas de manejo y el patrón de conducción en el transporte público urbano en autobús.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El transporte público, es usado por la mayoría de la población en la zona metropolitana de Querétaro (Obregón y Betanzo, 2015), lo que implica más demanda en su uso y una exigencia mayor para los conductores. Estos se ven sometidos a diversos factores tales como, el estrés y largas jornadas laborales (Tucker *et al.*, 2018), además de las condiciones de tráfico, sobrecarga, la fatiga y falta de confort personal (Boada *et al.*, 2013), que repercuten en su salud y a la vez, se ven reflejados en su comportamiento al momento de conducir.

Debido a dichos factores se generan condiciones inseguras en el camino a medida que el cansancio de los conductores avanza, ya que su percepción o su atención al conducir va disminuyendo, aunado a condiciones climáticas pueden llegar a provocar percances viales al impactar con otros conductores o violar las normas viales establecidas. De igual manera es probable que modifiquen su comportamiento al final de la jornada.

Tomando en cuenta lo anterior, aún no se ha realizado una investigación que relacione las aceleraciones con el comportamiento del conductor, lo que ayudaría a mejorar las condiciones del conductor y por lo tanto, un mejor servicio del transporte público a los usuarios.

1.3. HIPÓTESIS Y OBJETIVO

1.3.1. OBJETIVO

Analizar la relación entre la aceleración y las horas laborales de los conductores del transporte público para determinar la influencia que tienen sobre el comportamiento presentado durante la jornada laboral.

1.3.2. HIPÓTESIS

Las horas transcurridas de la jornada laboral entre otros factores, influyen significativamente en la variación de las aceleraciones de los conductores del transporte público.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En esta sección se abordan las diferentes problemáticas y metodologías expuestas por algunos investigadores para determinar el comportamiento de los conductores del transporte público, al igual que los factores que intervienen para su desempeño durante su jornada laboral, con la finalidad de discernir la más óptima para la presente investigación.

2.1 FACTORES QUE AFECTAN EL DESEMPEÑO DEL CONDUCTOR

Para poder determinar la metodología a utilizar es necesario conocer las problemáticas que enfrentan los conductores al momento de realizar dicha actividad, por lo cual a continuación se presentan las más comunes.

2.1.1 FATIGA

Los conductores de transporte público experimentan uno de los mayores niveles de estrés relacionado con el trabajo. De acuerdo a Usche *et al.* (2017) estas condiciones producen cambios en el comportamiento que afectan su salud (alcoholismo, tabaquismo, malos hábitos alimenticios), además que favorecen prácticas peligrosas en el trabajo que derivan en accidentes viales. De la misma forma Kaur (1999), señala que dentro de los factores que llevan al conductor a la fatiga se encuentran el número excesivo de horas de trabajo, número inadecuado de horas de sueño, conducción nocturna y horarios irregulares de trabajo-descanso.

Romero *et al.* (2004), realizaron un estudio para detectar cuales son las principales causas que afectan al conductor de tal forma que no tenga un buen desempeño en su trabajo. De una empresa nacional tomaron una muestra de 40

incidentes en un lapso de 5 años. Se identificaron como causas de la fatiga-accidente, los siguientes:

- Causas reportadas.- Por medio de esta causa se identifica si el accidente fue un error imprudencial del conductor.
- Hora del día.- Se refiere al acumulado de horas de servicio, manejo nocturno o diurno, nivel de tráfico y el si es horario después de los alimentos.
- Día de la semana.- Es referente al cansancio acumulado durante la semana, y el tráfico existente en ciertos días.
- Nivel de tráfico.- Nos habla sobre que a mayor nivel de tráfico, el conductor debe prestar mayor atención mientras conduce, lo que lleva a mayor cansancio.
- Reacción del conductor después del accidente.- Habla sobre el nivel de alerta del conductor.
- Tipo de camino.- Dependiendo de las distintas vialidades, el conductor tendrá mayor atención al momento de conducir.
- Geometría de la carretera.- Se enfoca al tipo de trazo de la infraestructura donde se origina el accidente, para definir si el accidente tuvo lugar en una curva, donde se espera que el conductor preste mayor atención, o en un tramo recto, donde tal vez se relajó.
- Número de vehículos involucrados.- Esto con el fin de definir cuál es el causante del accidente.
- Fecha.- Durante las vacaciones existe un número mayor de tráfico, lo que lleva a tener una mayor atención al momento de conducir, lo que provoca un mayor cansancio a los conductores.
- Condiciones ambientales. - Factor relacionado con el entorno que rodea al conductor, como lluvia, generará una mayor atención.

Los resultados que arrojó el estudio de accidentes que son causados por el factor humano se determinó que estos suceden entre las 8 y 10, y entre las 12 y

14 horas. Los días de la semana en que más ocurren son los miércoles y viernes. En tramos rectos de los caminos o vialidades, en avenidas urbanas y en niveles de tráfico alto.

Por otro lado, Kasper *et al.* (2017) definen la fatiga como uno de los síntomas más recurrentes en la medicina clínica. Es una manifestación prominente de varios síndromes sistémicos, neurológicos y psiquiátricos. Se refiere a la experiencia subjetiva del ser humano de cansancio físico y mental, pereza y agotamiento; definiendo de manera más práctica, como la dificultad para iniciar o mantener la actividad física o mental de manera voluntaria.

Por su parte, Xianglong *et al.* (2018) analizaron el comportamiento de los conductores de autobuses en condiciones de altas temperaturas y comparar la manera en que se desenvolvían ante diferentes escenarios. Para evaluar la capacidad de respuesta de los conductores, se evaluaron tres índices diferentes, la prueba de estimación de velocidad, de reacción de elección y de juicio de acción. La primera consistía en colocar al conductor a 1.5 m del tablero de un simulador, donde debían estimar el tiempo en el que tardarían en pasar por un área iluminada. La segunda prueba tenía como fin evaluar su tiempo de reacción y el número de elecciones incorrectas ante una serie de luces, las cuales debían seleccionar con su mano izquierda, mano y pie derechos. Para la tercera prueba, el conductor debía conducir correctamente por un carril; cuando el conductor tocaba alguna de las líneas significaba que estaba saliendo del carril. También se les aplicó un cuestionario donde se evaluaba el estado de ánimo en un ambiente de alta temperatura, con la finalidad de relacionarlo con el comportamiento. Obteniendo como resultado que mientras más exposición a ambientes calurosos, puede generar malestares físicos, psicológicos, estados de ánimo cambiantes, mayor distracción y hasta accidentes automovilísticos.

En los estudios de Useche *et al.* (2018) se implementó el cuestionario de Karasek a 780 choferes de transporte público (los cuales tenían un promedio de 72.58 horas laboradas en la semana), con la finalidad de poder analizar la relación

existente en los accidentes viales y el estrés generado por el trabajo. Se determinó que mientras más alejado de los valores promedio de las variables como, edad de los choferes experiencia laboral y horas trabajadas en la semana como factores principales que generan estrés y por ende aumentan la probabilidad de causar un accidente.

Existen métodos o encuestas con las que se puede medir el nivel de somnolencia, tal es la escala de somnolencia de Epworth (Johns, 1991), el cual comprende un cuestionario que proporciona una medición del nivel de somnolencia diurna del individuo, donde el evaluador debe explicar al paciente el modo de contestar a las preguntas y el paciente debe rellenar el formulario.

Por otra parte, Boada *et al.* (2013) estudiaron el estrés laboral en conductores de autobuses en una muestra de 287 conductores, 80.1% hombres y 19.9% mujeres, con una edad y antigüedad promedio de 40.44 años y 10.51 años respectivamente, además de una media de 48 horas semanales, utilizando un muestreo no probabilístico.

Wren y Wren (1995) abordan el tema de los horarios en los conductores del transporte público, para lo cual, se analiza el problema de la construcción de turnos diarios. Por medio de un algoritmo genético, se plantea dar solución al problema mencionado anteriormente. Primeramente, se describe el problema de la programación del conductor del bus, donde se introducen algunos métodos de solución estándar, se detalla un método de uso general. Después, se describe el algoritmo genético, donde el objetivo es minimizar el número de turnos y producir una solución en la que el costo sea bajo (medio por el cual se han obtenido resultados alentadores). En este algoritmo, se siguió un proceso natural de la evolución continua, en el cual se pudo haber utilizado un proceso de reemplazo, pero como en todas las partes de este estudio de factibilidad, se procuró mantener las cosas simples al principio. Una característica del problema es que existe una gran gama de soluciones aceptables.

Por otro lado, con el fin de disminuir o evitar problemas que afectan a los conductores, como el cansancio y el exceso de velocidad, Gumus *et al.* (2016) analizan una reforma en innovación y tecnología en el transporte público, que se derivan de ciertos factores, tales como el número creciente de pasajeros, se buscan aumentar la cantidad de servicios y acortar los tiempos de tránsito entre paradas. Como se muestra en la Figura 2.1, se diseñó una plataforma de ruta, siendo esta, justamente larga para leer los datos de parada y recuperar los datos de los sensores ensamblados en el robot, el cual servirá para ayudar en el trayecto al conductor. Después de varios intentos de pruebas para obtener datos de los sensores en la ruta, se pudo comprobar que estos daban los resultados esperados. Las lecturas se establecieron en cada parada y los puntos de control de velocidad y los datos de parada se transfirieron a la computadora.

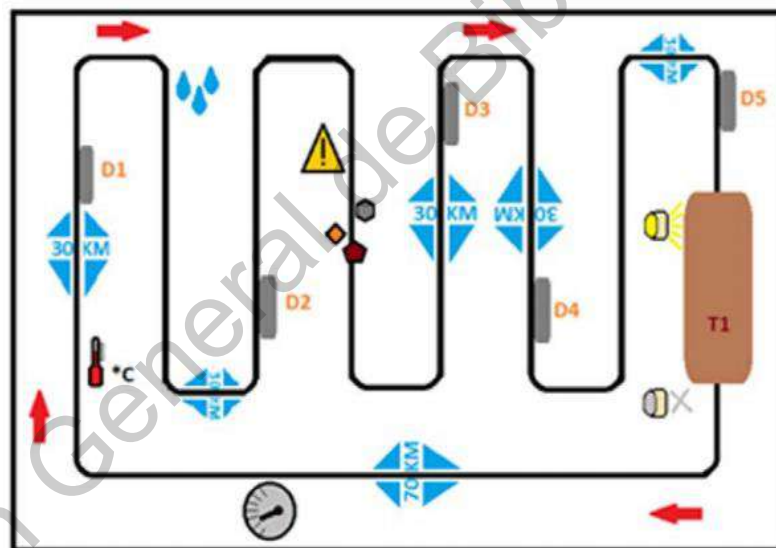


Figura 2.1: Plataforma de ruta.
Fuente: Gumus et al. (2016)

Por medio de los sensores se obtiene información sobre el entorno y es proporcionada al robot, el cual transmite los resultados a la computadora. La que a su vez le brinda los datos al operador. Debido a que los datos transmitidos a la computadora son digitales, es nula la posibilidad para el operador o los usuarios

entenderlos. El uso de este sistema puede ayudar en la disminución de los accidentes de tráfico, además se eliminarían los problemas tales como el cansancio y el sueño debido a las horas de trabajo estresante. Se puede apreciar, en las diferentes pruebas que se hicieron durante el estudio, que los robots interactivos de computadoras reaccionan más rápido a los cambios con más control sobre los riesgos que los conductores de transporte público.

2.1.2 FACTORES PSICOSOCIALES

Romero (2001) indica que los factores psicosociales tienen el poder de alterar la salud de las personas, debido a que pueden afectar a través de procesos psicológicos su salud emocional: ansiedad, pérdida de autoestima, depresión, agotamiento emocional, apatía, entre otros; y sobre la salud física. De igual manera, tienen la responsabilidad de desempeñar uno de los trabajos más estresantes, debido a que deben desempeñar su trabajo con factores externos a él, tales como la familia, la organización, lo urbano, la política, lo religioso, el uso del tiempo libre y el ocio (Evans y Carrére, 1991; Belmont y Obregón, 2018).

Quintanilla *et al.* (2008) han comprobado que un ambiente laboral adecuado disminuye en gran medida las afectaciones a la salud de los conductores del transporte público. De igual manera dentro de los factores que pueden afectar a los conductores mientras se encuentran en su jornada laboral, se encuentran los relacionados con el medio ambiente, y las condiciones climáticas; se ha concluido que el calor puede alterar a los conductores llevándolos a tener comportamientos agresivos al momento de conducir (Kenrick y MacFarlane, 1986).

Tucker *et al.* (2018) realizaron una investigación con 10 empresas de transporte por carretera y logística. La muestra comprendió 79.5% de hombres y 15.5% de mujeres. La edad promedio fue de 44.44 años. La mayoría de los encuestados trabajaban tiempo completo con un 87.8% y un 3.4% ocasional.

Midieron la tensión psicológica por medio de un cuestionario de salud general, utilizando 12 elementos, donde las respuestas variaban de 1 siendo nunca a 7 siendo siempre. Cuatro elementos midieron los trastornos de sueño, la insatisfacción se midió con 3 elementos. Obteniendo que el estrés y el cansancio afectan directamente la salud psicológica y física de los conductores.

Los conductores del transporte público han presentado mayores niveles de agresividad al momento de conducir, en comparación con los conductores de vehículos particulares, analizando rasgos psicopatológicos (somatización, obsesión compulsión, sensibilidad interpersonal, depresión, ansiedad, hostilidad, ansiedad fóbica, ideación paranoide y psicoticismo), por otro lado, no todas las variables sociodemográficas analizadas influyen en la agresividad en la conducción (Quintanilla *et al.*, 2008); de igual manera lo anterior puede corroborarse en evaluaciones, donde los usuarios catalogan a los conductores con un comportamiento irrespetuoso y un mal estilo de conducción (Obregón *et al.*, 2018).

Silva *et al.* (2014) abordaron el entorno urbano e interurbano de los conductores de transporte de pasajeros y de carga, desde un punto de vista de los riesgos psicosociales. Donde mediante un muestreo aleatorio simple, se le aplicó un cuestionario a una muestra de 356 conductores, el cual se realizó de manera individual y en grupos pequeños y grandes. Dentro de los cuestionarios aplicados, se encuentra el sociodemográfico, el de salud general donde se pueden detectar casos de trastornos psiquiátricos, o morbilidad psicológica, el de siniestralidad laboral de tránsito, que tiene la finalidad de capturar datos referentes al número de accidentes de tránsito en los cuales ha participado directa o indirectamente siendo conductor de la empresa, cuántos han sido graves o fatales. Además del cuestionario ISTAS-21, el cual consta de 85 preguntas, para determinar riesgos psicosociales.

2.1.3 CONGESTIÓN VEHÍCULAR

Ortúzar y Willumsen (2008) exponen que el uso del vehículo privado ha ido en aumento debido a que el transporte público no cubre las necesidades de los pasajeros, optando por sus propios vehículos para transportarse, lo que lleva a una menor cantidad de pasajeros transportados a través del transporte público, y esto lleva a la congestión, la cual se define como la condición que predomina si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás (CEPAL, 2011). Lo anterior, puede ser considerado como un factor importante para detonar los cambios de comportamiento en los conductores del transporte público, debido a que se generan cambios necesarios como un aumento en los pasajes, la reducción de la frecuencia, entre otros, factores que pueden afectar en cierta forma al conductor. Conforme más usuarios adquieren su vehículo propio, va creciendo el congestionamiento, creando retrasos en los viajes de los autobuses, sus frecuencias disminuyen y sus tarifas son cada vez más altas.

2.1.4 UBICACIÓN DE PARADEROS

Cepeda (2006) se enfocó al tiempo que las personas esperan en un paradero para abordar el transporte público, tomando en cuenta la congestión de las redes, debido a que en una red con congestión baja, es muy probable que el autobús que pase primero vaya lleno, debido al fenómeno de longitud de colas, mientras que en una red altamente congestionada el autobús pasara lleno, si el anterior paso lleno. De igual forma, Fernández *et al.* (2002) consideran la integración de modelos de paraderos de transporte público en modelos de simulación de redes de tráfico, concluyendo que de esa manera se obtendrán indicadores de nivel de servicio globales para la red completa, debido a la integración en los cálculos de las demoras que sufren los autobuses como consecuencia de los paraderos.

Para conocer el tipo de paradero que más beneficios brindaba tanto a los usuarios, como al transporte público, se realizó un trabajo de campo en el cual se

monitorearon los paraderos no oficiales y los oficiales, tomando tiempos en parada y, número de pasajeros que abordaban y bajaban del autobús, concluyendo que de las paradas oficiales son de suma importancia para la red ya que benefician en la reducción de tiempos y, por lo tanto, un menor costo social, con una mejor calidad de vida (Urazán *et al.*, 2012).

2.1.5 USUARIOS

Ortúzar (2000) define al sistema de transporte público urbano como la interacción de una red (infraestructura), un sistema de gestión y un conjunto de medios que compiten o se complementan, cuyo objetivo primordial es “el traslado eficiente, cómodo y seguro de personas entre los distintos lugares donde se emplazan y desarrollan las actividades urbanas, facilitando la integración entre ellos” (Mundó, 2002).

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2011), un factor importante que lleva a que los pasajeros tengan que pagar una tarifa alta es la congestión vehicular, debido a que no solamente los pasajeros pierden tiempo en el tráfico, sino también los mismos autobuses, que para brindar al usuario la misma capacidad de transporte deben introducir más unidades (con sus respectivos conductores), razón por la cual se debe aumentar la tarifa para absorber los costos asociados. Mientras que Hernández (2012) nos indica que existen parámetros que obstaculizan o facilitan la accesibilidad de las personas al transporte público, tales como: oferta, institucionalidad, rasgos individuales y la forma urbana. La primera se refiere a la red que abarca el transporte público, los tiempos, características, calidad respecto a la comodidad y seguridad, además de los individuos. La institucionalidad de esta misma refiere a los subsidios y a los aspectos organizativos tales como operadores y estructura de propiedad. Mientras que los rasgos individuales son las particularidades de las personas y hogares referente a ingresos, tiempo disponible y forma de organizarlo, habilidades para dominar el sistema y poder acceder físicamente a él. Por último,

la forma urbana, son sectores estructurales como la localización de las actividades y residencia de los distintos estratos socioeconómicos.

El usuario opina que el sistema de transporte público sufre de deficiencias, las cuales los afectan de manera directa (Moller, 2011):

- Los autobuses son lentos debido a que durante su ruta se están deteniendo constantemente recogiendo y dejando a otros pasajeros.
- Los autobuses no tienen una hora exacta para pasar por el mismo lugar, debido a que tienen horarios irregulares, provocando que los usuarios deban esperarlos durante largos periodos, además de los largos recorridos en el autobús, lo que lleva a no conocer el tiempo que tardaran en llegar a su destino.
- Durante los domingos y por la noche baja la frecuencia del paso de los autobuses.
- Existe una sobreoferta de autobuses en ciertas zona, y en otras existe la escases.
- Algunos autobuses ya tienen una considerable cantidad de años, por lo que son viejos, incomodos, sucios e inseguros.
- Algunos conductores manejan agresivamente.
- Inseguridad

2.1.6 INFRAESTRUCTURA

Gakenheimer (1998) habla sobre la planificación del uso del suelo para el transporte, teniendo una visión aproximada del crecimiento de la población, para cubrir con la necesidad de transporte para los usuarios.

El que la accesibilidad tenga diferentes cambios, tiene que ver con el crecimiento del empleo y el comportamiento de los viajes por trabajo. Tomando en cuenta lo anterior, se puede concluir que la infraestructura aporta un valor

importante en el crecimiento económico, ayudando a la calidad de vida de la población (Obregón, 2010).

Se han realizado alternativas para remediar la congestión que existe en distintas partes del mundo, como la construcción de líneas de trenes suburbanos o metros, pero estos no han satisfecho totalmente el problema (Thomson, 1997). Tomando en consideración lo anterior, Alcántara (2010) afirma que el transporte, el tránsito y el desarrollo urbano se encuentran ligados por medio de una gran variedad de agentes, tales como el Estado, el sistema político y económico, el sector privado, los individuos, los sistemas instalados de transporte y tránsito, los procesos migratorios, el valor de la tierra y la dinámica de la economía.

Anguita *et al.* (2014) exponen que en muchas ocasiones el transporte público se ve limitado debido a que la infraestructura no es la adecuada, teniendo una cobertura territorial inadecuada y deficiente, teniendo como consecuencias afectaciones a la prestación del servicio. Por lo que Thomson (1997) nos habla de la congestión en una gran cantidad de ciudades a nivel mundial donde la mayoría son a causa de automóviles privados, ya que, aunque los sistemas de transporte público se optimicen y rindan de una manera adecuada no resulta llamativo para alguien que tiene la capacidad de adquirir su propio automóvil.

2.2 MÉTODOS PARA ANÁLISIS DEL CONDUCTOR

2.2.1 USO DE SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

Al hablar de sistemas de posicionamiento global (GPS), Ma y Chen (2019) se refieren a ellos como la información de movimiento del vehículo adquirida en tiempo real por los sensores de GPS instalados en vehículos de transporte público como taxis, autobuses y trenes subterráneos.

Cortés *et al.* (2011) representaban las rutas y monitorear la velocidad a la cual los conductores del transporte público se desplazaban, a través de datos obtenidos por medio de dispositivos de posicionamiento global (GPS), con los que contaban los autobuses, como latitud, longitud y tiempo. El procesamiento de los

datos, donde obtenían las velocidades y la interfaz de Google Earth, se utilizó un lenguaje C++. Como primer paso representaban las rutas por donde transitaban los autobuses, se identificaba el punto final y el principal, en base a eso se trazaba una línea, seguido de la localización de los puntos más alejados, identificando los puntos que definirán la ruta correcta y bien delimitada, eliminando los puntos que no contribuyen a la delimitación de la ruta, como puede observarse en la Figura 2.2.

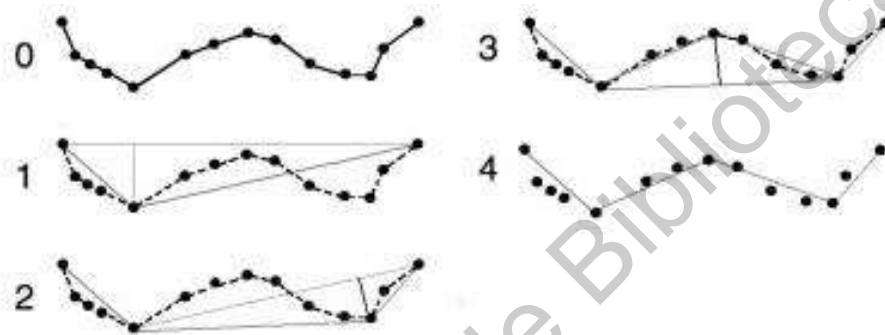


Figura 2.2: Procedimiento de rectificación de ruta.
Fuente: Cortés *et al.* (2011)

Este procedimiento de rectificación de ruta, se realizó para solucionar los problemas que surgieron cerca de las uniones y para definir correctamente la ruta. El sistema de monitoreo por GPS se configuró de manera que tomara datos sobre la posición del autobús cada treinta segundos donde de igual manera determinaron la velocidad promedio de las lecturas, sin embargo, debido a la funcionalidad que tienen los autobuses, la información obtenida de las velocidades promedio no refleja el comportamiento real de los vehículos ya que realizan paradas constantes y tienen constantes cambios de aceleración y desaceleración. Para poder analizar el problema de la velocidad se creó un diagrama de espacio- tiempo en el cual se mostrarían las rutas a analizar la Figura 2.3 , donde “D” representa la distancia recorrida y “T” el tiempo tomado.

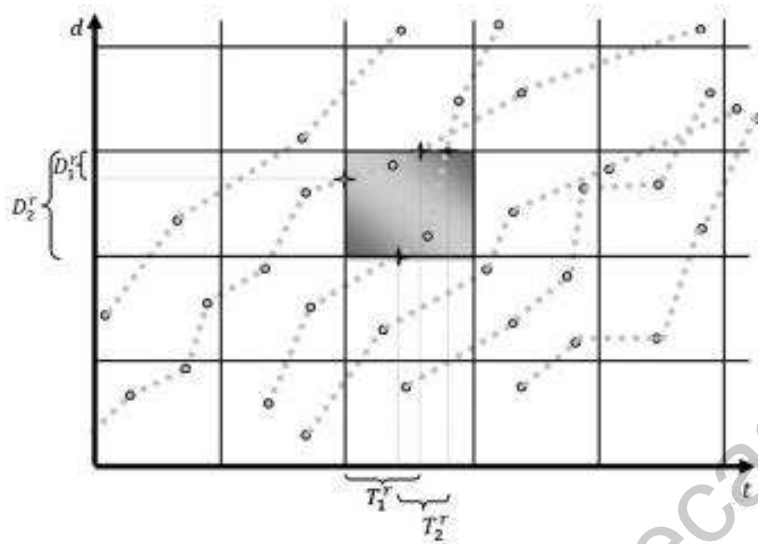


Figura 2.3: Cuadrante para determinar velocidad promedio.

Fuente: Cortés *et al.* (2011)

Al separar los puntos de parada en cuadrante, pudieron determinar la velocidad promedio de los autobuses con la aplicación de la Ecuación 2.1

$$\overline{S_g} = \frac{\sum D_i^g}{\sum T_i^g} \quad (2.1)$$

Donde D_i^g representa la distancia total en el cuadrante y T_i^g la distancia total en el cuadrante.

Moreno *et al.* (2016) llevaron a cabo un diagnóstico por medio de un GPS, esto enfocado a las operaciones del transporte urbano, donde evalúan el servicio mediante parámetros tales como tiempo de viaje, velocidad y retraso. Todos estos factores funcionan como identificadores para las rutas con mayor problema de operación. Por medio del GPS y datos de campo fue como se llevó el registro de datos. Con la ayuda del software Map-Source se descargaron los datos a la computadora, que permite la visualización rápida del mapeo y la superposición en imágenes de satélite (Google Earth) por la cual se puede descubrir si existió algún error de ubicación de la ruta correspondiente con los ejes de las calles a través del análisis exploratorio. En una hoja de cálculo, son colocados los datos, con el fin de

corregirlos aplicando el algoritmo, cuantificando el retraso y la velocidad con alta precisión. Todo el procedimiento puede ser simplificado al emplear un algoritmo propio del software. Por último, se asocian los datos de campo con los del GPS, y se valida el algoritmo aplicado. Con lo anterior, concluyeron en que el tiempo de viaje no requiere corrección, aunque la velocidad debe ajustarse aumentando la distancia cuando el autobús se detiene en la estación. Por otro lado, la no coincidencia de la ruta del GPS con el eje de la carretera no era importante a menos que se produjera una ubicación errónea potencial y esto depende de la disponibilidad selectiva de la señal y a la mala gestión del GPS. El eje de la carretera se ajusta a la ruta del GPS, cuando el vehículo estaba en movimiento, dejando que aparezcan errores en los puntos donde el vehículo se detiene o donde la velocidad era muy baja. Un problema que encontraron fue el salto a intervalos que produce una velocidad puntal inconsistente debido al retraso de la señal del GPS, que ocurre en una cantidad insignificante de puntos, y se solucionó aplicando el promedio velocidad utilizando los valores próximos.

Du *et al.* (2017) realizaron análisis referentes a la comprensión de las características de distribución de la velocidad operacional de una línea de autobús, en las horas pico de la mañana (7:00-10:00) y pico de la tarde (16:00-19:00), basados en datos geo decodificados. Los datos fueron recopilados desde el 15 de febrero de 2016 hasta el 10 de abril de 2016. Con un registro de datos a cada 10 segundos. El área de estudio comprendió 21 secciones ubicadas en el área urbana central de la ciudad, las cuales se dividen dos intersecciones.

El nivel en que los conductores prestan atención y concentración durante el manejo, además de ir perdiendo la capacidad de respuesta ante condiciones las cuales exigen reacciones inmediatas cuando circulan por la ciudad o de las carreteras, se ven afectados por el cansancio y la somnolencia. Tomando en cuenta estudios realizados previamente de diferentes autores, se plantearon propuestas para disminuir los accidentes, tales como promover educación respecto al tema, los turnos de trabajo de los conductores deben ser revisados y

diseñados con el fin de que el conductor pueda trabajar correctamente, por ello un conductor no puede conducir más de ocho horas al día, con un descanso de cuatro horas por medio. Además de proporcionar las prestaciones sociales correspondientes, como lo son el seguro social descansos programados, vacaciones, gratificaciones y jubilación (Rey de Castro y Rosales, 2010).

2.2.2 USO DE CUESTIONARIOS

Con el fin de identificar factores que puedan afectar la manera en que los conductores del transporte público se desempeñan en su trabajo, se ha hecho uso de herramientas como los cuestionarios, tal es el caso de Córdoba y Moreno (2013), quienes elaboraron un cuestionario en el cual miden variables psicológicas y laborales. La elaboración del cuestionario surgió a raíz de la inquietud por parte de los administrativos de las empresas del transporte público, debido a que no tenían una herramienta para evaluar y conocer cómo se encontraban los conductores anímicamente. El cuestionario fue realizado por estudiantes de psicología y por los administrativos de las empresas. Dentro de los factores que eran parte de la evaluación se encuentran: datos socio-demográficos que comprende información general del conductor, como sexo, edad, condiciones de su vivienda y sobre su comunidad. Escala de satisfacción laboral, de la jornada laboral, servicio al cliente, autoestima, masculinidad, familia, pareja y consumo de sustancias.

Dentro de los desafíos más importantes que enfrenta cualquier sociedad en desarrollo se encuentra lograr que este se alcance a lo largo y ancho de su geografía y que su responsabilidad sea compartida por la sociedad civil y por el estado (Boisier, 2004); es por ello que el transporte se convierte en un instrumento de gran importancia para las ciudades, debido a que representa el medio en que las personas se desplazan para satisfacer sus necesidades y además llegar a sus destinos (Navarro *et al.*, 2018) teniendo como resultado el fomentar la equidad social y territorial.

El uso del automóvil y el desarrollo excesivo de infraestructura vial han ido en ascenso debido a que el crecimiento de la población propicia que las ciudades vayan creciendo y se dé la deslocalización tanto residencial como de las actividades empresariales hacia las zonas periféricas; ante esto, la oferta de transporte público es crucial para una gran población, debido a que representa su única alternativa motorizada de movilidad o al menos, la que ciertos sectores puede pagar para realizar las actividades que desean o necesitan y cuya localización imposibilita al usuario el llegar caminando, sin dejar de lado el tiempo que tendrían que llevarse en traslados (Muñoz y Anguita, 2018).

Tabón y Galvis (2009) realizaron encuestas cuatrimestrales para el monitoreo del transporte público, donde se analizan las variables del número de pasajeros transportados, el número de vehículos afiliados al transporte y la distribución del parque vehicular con transporte masivo de pasajeros, arrojando que a mayor número de vehículos se encuentren circulando se transportara a un mayor número de pasajeros, incentivando la migración del vehículo privado al transporte colectivo. Según Hernández (2012) en América Latina, los factores principales al referirse a accesibilidad al transporte público comprenden los ingresos, el tiempo y la infraestructura. Diversos autores como Obregón y Betanzo (2015) destacan la importancia del transporte público, ya que de acuerdo con ellos, es el principal medio de transporte de la población urbana.

Correa (2010) nos dice que cualquier cambio que se genere entorno al transporte público, tendrá una cierta afectación en los servicios, debido a que estos se encuentran interconectados; de igual manera, afecta a todo lo que tiene movimiento dentro de la ciudad. Por otro lado, Córdoba y Moreno (2013) enfatizan en la integración de varios factores, los cuales deben ser analizados y tomados en cuenta al momento de planear el transporte público, con el fin de que exista un equilibrio, tanto social, como político. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es realizar un análisis de los factores que tienen injerencia en el funcionamiento del transporte público, con base en las investigaciones de diferentes autores. Por ello,

se propone una serie de factores y una breve descripción de cómo estos influyen directa o indirectamente sobre él, con el fin de facilitar su estudio y sugerir una integración, por medio de una revisión literaria se analizan las aportaciones de los autores en la definición de los factores de los usuarios del transporte, los cuales son los que tienen un encuentro directo con el servicio, por lo cual, diferentes investigaciones se enfocan en estudiar qué y cómo es que el usuario percibe la calidad del servicio desde diferentes perspectivas.

Romero (2001) nos dice que las condiciones en que una persona está realizando su trabajo pueden tener consecuencias referentes a la manera en que lo realiza, además de afectar directamente su salud, estas condiciones incluyen las características sociales del entorno de trabajo, así como los factores de riesgo psicosocial.

Li *et al.* (2018) mencionan que el cansancio en los conductores puede ser en extremo riesgoso, debido a que existe relación de la conducción en estas condiciones con lesiones graves derivadas de accidentes y además, se generan altos costos económicos y sociales al momento de generarse el percance. Por ello es necesario mencionar lo referente a la jornada laboral pues es un factor que influye en la forma en que desempeña su trabajo el conductor; generalmente, ellos no tienen la libertad de escoger sus horarios de trabajo, lo que los lleva a trabajar jornadas laborales muy extensas o irregulares, lo que les provoca una mala conducción, al mismo tiempo de que no pueden descansar correctamente (Lal y Criag, 2001). La fatiga, junto con otros factores tales como la hora del día y el alcohol, afectan habilidades como el escuchar, ver, evaluar y reaccionar ante ciertas situaciones (Garber y Hoel, 2014).

Useche *et al.* (2018) sostienen que el desempeño del conductor se ve afectado por factores como el estrés y la tensión laboral, siendo este último el factor más influyente en la causa de accidentes de tráfico en conductores de transporte público, autobuses urbanos, interurbanos y taxistas.

Las condiciones climatológicas también han sido relacionadas con el comportamiento de los conductores, Xianglong *et al.* (2018), en su estudio sobre el comportamiento de los conductores de autobuses en ambientes con altas temperaturas arrojan que mientras más horas se tengan conduciendo a altas temperaturas, se provoca en un mayor grado la fatiga y esto conlleva a que los conductores se distraigan más fácilmente, menor rendimiento en el trabajo y puedan tener un crecimiento en la tasa de errores. Se ha concluido que el calor que puede alterar a los conductores llevándolos a tener comportamientos agresivos al momento de conducir (Kenrick y MacFarlane, 1986).

Córdoba y Moreno (2013) concluyen que debe existir una constante evaluación del estado psicológico de los conductores, mediante distintos tipos de cuestionarios, los cuales determinaran su desempeño y condiciones para laborar, además de que intervienen posibles situaciones de riesgo como la ansiedad, accidentes laborales, entre otras diferentes complicaciones.

Silva *et al.* (2014) abordaron el entorno urbano e interurbano de los conductores de transporte de pasajeros y de carga, desde un punto de vista de los riesgos psicosociales. Mediante un muestreo aleatorio simple, se les aplicó un cuestionario a 356 conductores, mismo que se realizó de manera individual y en grupos pequeños y grandes. Dentro de los cuestionarios aplicados, se encuentra el sociodemográfico, y el de salud general, donde se pueden detectar casos de trastornos psiquiátricos o morbilidad psicológica, el de siniestralidad laboral de tránsito, que tiene la finalidad de capturar datos referentes al número de accidentes de tránsito en los cuales ha participado directa o indirectamente siendo conductor de la empresa, cuántos han sido graves o fatales. Además del cuestionario ISTAS-21, el cual consta de 85 preguntas, para determinar riesgos psicosociales.

Los conductores del transporte público han presentado mayores niveles de agresividad al momento de conducir en comparación con los conductores de vehículos particulares, analizando rasgos psicopatológicos (somatización,

obsesión compulsión, sensibilidad interpersonal, depresión, ansiedad, hostilidad, ansiedad fóbica, ideación paranoide y psicoticismo); por otro lado, no todas las variables sociodemográficas analizadas influyen en la agresividad en la conducción (Gutierrez *et al.*, 2008).

Otros estudios determinaron que el cansancio, el consumo de alcohol o de medicamentos y el uso del teléfono celular, representan variables que afectan directamente las condiciones físicas, llevando al operador a conducir de una manera insegura (Argentina, 2008).

Lo anterior representa los estudios realizados entorno a los conductores tanto del transporte público urbanos y sub urbanos, como vehículos particulares, taxis.

Tomando en cuenta la literatura expuesta durante esta sección, para propósito de la presente investigación se tomará como base las aceleraciones registradas por los dispositivos GPS instalados en los vehículos de transporte público como medida para determinar el comportamiento de los conductores.

3. METODOLOGÍA

El apartado metodológico está estructurado en cuatro partes, la primera aborda la delimitación de la zona de estudio, además de hablar sobre las características que componen al transporte público. La segunda explica la variable a utilizar para obtener el número y las rutas a las cuales se les aplicarán el análisis. En la tercera se habla sobre las variables. En la cuarta se desarrolla el modelo.

3.1 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la zona conurbada de Querétaro, la cual comprende los municipios de Santiago de Querétaro, Corregidora y El marqués (Figura 3.1); ya que por ellos transitan las líneas de autobuses del Instituto Queretano del Transporte (2015). Las cuales constan de 74 rutas, divididas entre 15 concesionarias, con 1,234 unidades matriculadas totales, con un promedio de longitud de 40 km, las personas que fueron atendidas durante el año fueron 186.4 millones de usuarios. Para los días hábiles, existe una programación diaria en kilómetros, 285,965, sin embargo, por diversas cuestiones, se ofertan un aproximado de 240,000 km en ruta, lo que representa un 15% de incumplimiento de las empresas concesionarias (Instituto Queretano del Transporte, 2015). Respecto al tiempo de recorrido que cumplen algunas rutas del transporte público tienen un promedio de 130 minutos en ambos sentidos, y respecto al tiempo de ciclo, tienen un promedio de 134.39 minutos en ambos sentidos (hora valle), tomando una velocidad promedio de 18.4 Km/hr. Los meses en los que se llevó a cabo la recolección de datos fueron de Junio a Agosto de 2017.



Figura 3.1: Zona conurbada de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia a partir de Marco Geoestadístico Municipal (Instituto Mexicano del Transporte, 2016)

3.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Para trabajar con los datos, se procedió a separar por grupos las rutas de transporte público, por lo que para conocer los valores con los cuales se dividirán los grupos se llevó a cabo el cálculo de la velocidad media y el percentil 85 por medio del *software* R studio (Tabla 3.1).

A continuación, utilizando el programa Minitab se obtuvieron las gráficas de caja de la velocidad media y el percentil 85 (Figura 3.2 y Figura 3.3), con el fin de descartar los valores que se encontrarán fuera de los rangos de velocidades atípicas y conseguir los tres grupos en los que se dividirán los estratos.

Analizando las dimensiones de los estratos en las gráficas de caja del percentil 85 y la velocidad media, se concluyó que tomando en cuenta el número de valores de cada grupo, el percentil 85 era el que tenía una mayor igualdad.

Tabla 3.1 Datos de las rutas de transporte público.

RUTA	VUELTAS	NÚMERO DE AUTOBUSES	LONGITUD (km)	VELOCIDAD MEDIA	PERCENTIL 85 (Velocidad)	TIEMPO DE RECORRIDO (min)
69-B	15	17	40.824	36.49902	40.3623	102
5	16	10	17.636	34.20163	38.46412	167
7	14	25	21.312	25.63258	30.35902	146
9	14	21	27.725	28.94567	33.07725	118
10	11	14	28.748	33.48542	39.32886	174
12	13	21	29.242	30.72129	35.7444	184
13	19	4	29.598	26.31827	31.0872	75
14	15	16	30.542	27.67441	31.45278	131

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.2 Datos de las rutas de transporte público (continuación).

RUTA	VUELTAS	NÚMERO DE AUTOBUSES	LONGITUD (km)	VELOCIDAD MEDIA	PERCENTIL 85 (Velocidad)	TIEMPO DE RECORRIDO (min)
17	12	21	30.64	30.41497	36.23047	159
19	15	12	31.605	31.86393	37.20249	147
20	13	16	31.801	35.82027	37.86981	145
21	13	21	31.986	31.52768	35.98534	186
24	15	18	32.207	37.91872	43.30127	148
27	12	22	32.475	28.57463	34.31824	256
28	13	19	32.534	33.3669	38.68019	149
29	16	14	33.592	28.63066	33.06674	124
31	15	17	33.847	34.31523	41.33979	140
33	13	3	34.558	15.92746	17.08087	79
36	12	21	34.775	31.92287	35.07903	145
37	12	22	35.269	30.56405	33.72295	156
38	15	12	35.448	32.92479	37.17021	124
40	11	22	35.85	30.97832	34.64273	182
41	13	23	35.967	28.3596	33.50985	145
43	10	17	36.64	25.58433	32.6224	156
44	14	10	36.836	31.65839	36.45603	126
45	13	17	37.086	32.26663	39.33504	135
50	11	23	37.754	32.09083	35.64178	167

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3 Datos de las rutas de transporte público (continuación).

RUTA	VUELTAS	NÚMERO DE AUTOBUSES	LONGITUD (km)	VELOCIDAD MEDIA	PERCENTIL 85 (Velocidad)	TIEMPO DE RECORRIDO (min)
51	11	24	37.918	32.73928	37.18409	162
53	13	18	38.164	40.88155	46.43812	158
54	14	18	38.36	27.60051	31.21842	120
55	14	18	38.62	28.78012	32.77113	145
56	16	12	38.889	28.91912	33.33454	115
58	16	16	38.97	28.33228	34.08854	135
59	13	24	39.008	34.74983	39.92971	159
61	14	11	39.591	26.94077	32.36439	143
62	12	17	39.817	31.0717	35.09721	144
65	11	16	40.046	33.21422	37.296	167
66	13	9	40.056	38.55227	44.7411	136
67	17	10	40.142	43.9482	51.40146	112
69	16	17	40.824	38.75745	42.79818	102
70	11	9	40.859	18.68834	20.99054	65
72	12	20	40.974	32.83235	39.29186	146
75	12	5	41.62	29.2035	32.08704	121
75-B	14	5	41.975	28.29399	34.91171	121
76	10	18	42.047	34.01749	39.78663	178

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4 Datos de las rutas de transporte público (continuación).

RUTA	VUELTAS	NÚMERO DE AUTOBUSES	LONGITUD (km)	VELOCIDAD MEDIA	PERCENTIL 85 (Velocidad)	TIEMPO DE RECORRIDO (min)
77	7	8	42.673	17.36581	17.99568	141
77-B	7	7	42.913	15.90466	17.13176	117
78	19	3	43.174	35.13732	39.42316	83
80	15	12	44.468	28.20242	31.68658	118
81	11	21	44.763	35.98994	41.03203	164
83	13	11	44.923	24.05145	31.09443	119
84	15	18	45.325	32.38531	36.59245	140
85	14	12	45.472	29.81003	35.36389	136
87	15	13	45.879	33.43734	36.06314	128
88	11	14	45.9	19.01463	21.96512	78
92	14	19	46.263	33.4592	38.73653	150
94	7	4	46.289	11.89631	12.96923	65
96	13	18	46.375	34.03018	37.94665	154
98	15	33	46.479	36.55443	40.73478	144
105	20	8	46.631	41.1864	51.82087	87
110	16	27	47.177	41.04924	46.507	116
121	13	21	49.093	42.8733	50.5267	163
122/122-A	7	14	49.948	32.50294	73.18718	145
123	9	12	50.921	25.32914	28.06853	134

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5 Datos de las rutas de transporte público (continuación).

RUTA	VUELTAS	NÚMERO DE AUTOBUSES	LONGITUD (km)	VELOCIDAD MEDIA	PERCENTIL 85 (Velocidad)	TIEMPO DE RECORRIDO (min)
125	15	8	51.843	32.11197	40.29913	97
130	9	12	52.097	17.75415	19.75415	108
131	19	12	53.082	40.80404	68.57017	101
132	15	20	54.547	40.75672	45.51818	120
133	10	15	55.301	21.98004	24.86895	135
136	16	14	55.919	44.70884	50.98178	130
L-04	11	20	55.989	36.94297	40.6625	148
L-07	13	20	57.65	35.0867	39.04537	151
L-08	15	9	58.997	37.32134	42.73235	131

Fuente: elaboración propia.

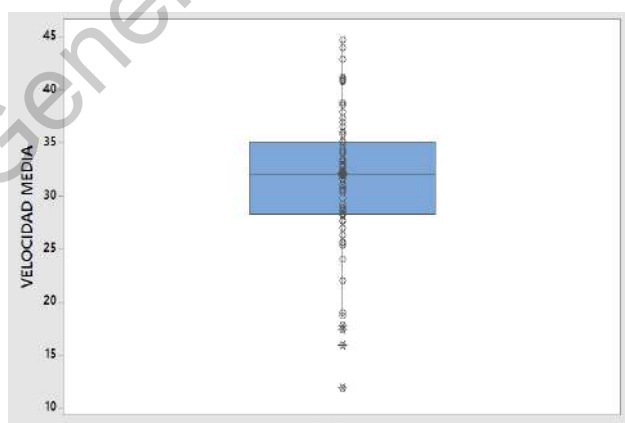


Figura 3.2: Gráfica de caja de velocidad media.

Fuente: Elaboración propia

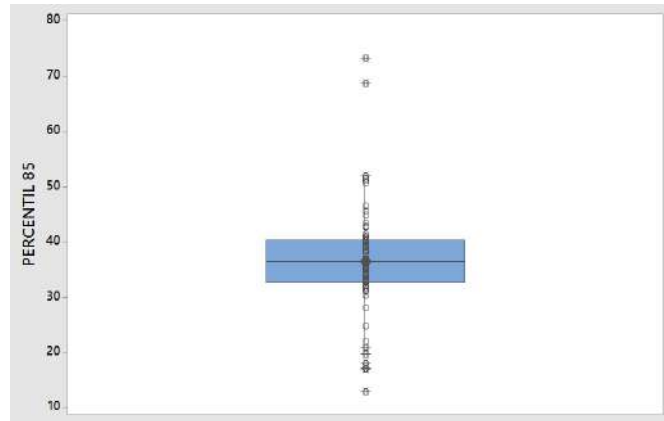


Figura 3.3: Gráfica de caja de percentil 85.
Fuente: Elaboración propia.

Al obtener el percentil 85 de las velocidades, se descartaron los valores que se encontraban fuera de los rangos atípicos, por lo que al final solo quedaron 64 rutas como población para la cual se realizó el estudio.

Para la selección del número de autobuses a estudiar, primero se obtendrá una muestra general, tomando en cuenta que conocemos el total de la población a estudiar, se utilizó la formula mencionada en Obregón *et al.* (2018).

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (3.1)$$

$$n = \frac{(64) * (1.96)^2 * (0.50) * (0.50)}{(3\%)^2 * (64 - 1) + (1.96)^2 * (0.50) * (0.50)} \quad (3.2)$$

$$n = 60.43 \approx 61$$

Donde N es el total de la población, $Z_{\alpha}^2 = 1.96$ tomando en cuenta que la seguridad es del 95%, p es la proporción esperada, a la cual se le asigna un valor del 50% ya que no se cuenta con estudios previos que contengan variables similares a las del presente estudio, $q = 1 - p$ ($1 - 0.50 = 0.50$), d es la precisión (3%).

Una vez calculada la población, se realizó un muestreo probabilístico aleatorio estratificado, donde se agrupó la población de autobuses en función de

los percentiles 85 de las velocidades de cada ruta. Por medio de este método se evitará que una ruta sea más representada en comparación con las demás (Tabla 3.7).

Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a obtener la muestra que se utilizó de cada estrato, por lo que para obtenerla se utilizó la siguiente ecuación.

$$n = N(k) \quad (3.3)$$

Donde n = la muestra de cada estrato, N = la muestra de la población total (obtenida anteriormente) y k = la fracción de asignación que se obtiene de la siguiente ecuación:

$$k = \frac{N}{n} \quad (3.4)$$

Donde N es el tamaño total de la población y n es el tamaño de cada estrato, por lo que la muestra estratificada quedaría de la siguiente manera:

Tabla 3.6: Estratos de las velocidades conforme al percentil 85.

Rango de velocidades (Km/hr)	Muestra	Estrato
20.99054 – 32.6224	13	12
32.77113 – 40.29913	37	35
40.3623 – 51.40146	14	13

Fuente: Elaboración propia.

Para poder determinar cuáles serían las rutas empleadas en el estudio, se le asignó un valor numérico consecutivo (1,2,3...n.) a cada una de las rutas y por medio de generación de números aleatorios se empataron los resultados obtenidos con la numeración de las rutas, siendo seleccionadas las siguientes (Tabla 3.7 a Tabla 3.9).

Tabla 3.7: Rutas seleccionadas entre el rango “20.99054 – 32.6224”.

7	13	14	54
61	70	75	80
83	88	123	133

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.8: Rutas seleccionadas entre el rango “32.77113 – 40.29913”.

5	9	10	12	17
19	20	21	27	28
29	36	37	38	40
41	45	50	51	55
56	58	59	62	72
75-B	76	78	84	85
87	92	96	125	L-07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.9: Rutas seleccionadas entre el rango “40.3623 – 51.40146”.

24	31	53	66
67	69	98	105
110	121	131	132
L-04			

Fuente: Elaboración propia

Una vez analizados los datos, se procedió a calcular la velocidad (Ecuación 3.5) y la aceleración (Ecuación 3.6).

$$V_f = \frac{d}{t} \quad (3.5)$$

$$a = \frac{V_f}{t} \quad (3.6)$$

Para la velocidad final v_f se divide la d distancia entre el t tiempo. La aceleración a divide la v_f Velocidad final sobre el t tiempo.

3.3 DEPURACIÓN DE DATOS

Para el análisis de los datos se realizó una depuración de estos mismos, debido a que en algunas rutas las lecturas generadas por el GPS marcaban la misma ubicación (longitud y latitud), esto evitaba que hubiera una continuación correcta del cálculo de los datos (Figura 3.4).

	A	B	C	E	F	G	H	K	L	M	N	O	Y	AC	AD	AE	AF	AG	AH
1	ID	LONGITUD	LATITUD	FECHA	ECONOMICO	VUELTA	RANGO	HORA PARADA	DIFERENCIA ENTRE PARADA	Diferencia entre paradas (segund	Diferencia entre paradas (horas)	Thora	OORDENADA	ROUTA	LONGITUD	LATITUD	Distancia (km)	Velocidad final (km/hr)	aceleración m/s2
126	168896	-100395000	20597900	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	09:49:06	00:02:19	139.00	0.04	3.69	20.5979,-10C	62	-100.395	20.5979	0.5432187	14.068973	0.0281155
127	168897	-100393800	20600400	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	09:52:11	00:03:05	185.00	0.05	3.75	20.6004,-10C	62	-100.3938	20.6004	0.3047584	5.9304328	0.0089046
128	168898	-100390400	20604600	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	09:53:42	00:01:31	91.00	0.03	3.77	20.6046,-10C	62	-100.3904	20.6046	0.5859522	23.180525	0.0707586
129	168899	-100386100	20608900	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	09:55:15	00:01:33	93.00	0.03	3.80	20.6089,-10C	62	-100.3861	20.6089	0.6549149	25.351545	0.0757215
130	168900	-100386900	20610400	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	09:55:59	00:00:44	44.00	0.01	3.81	20.6104,-10C	62	-100.3869	20.6104	0.1864199	15.25254	0.0962913
131	168901	-100390000	20615600	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	09:57:33	00:01:34	94.00	0.03	3.84	20.6156,-10C	62	-100.39	20.6156	0.6621368	25.358429	0.0749363
132	168902	-100390000	20615800	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	09:58:20	00:00:47	47.00	0.01	3.85	20.6158,-10C	62	-100.39	20.6158	0.0222388	1.7033962	0.0100674
133	168903	-100390000	20615800	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	09:59:52	00:01:32	92.00	0.03	3.87	20.6158,-10C	62	-100.39	20.6158	#NUM!	#NUM!	#NUM!
134	168904	-100390000	20615800	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:00:37	00:00:45	45.00	0.01	3.89	20.6158,-10C	62	-100.39	20.6158	#NUM!	#NUM!	#NUM!
135	168905	-100390000	20615800	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:02:07	00:01:30	90.00	0.03	3.91	20.6158,-10C	62	-100.39	20.6158	#NUM!	#NUM!	#NUM!
136	168906	-100390000	20615800	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:02:53	00:00:46	46.00	0.01	3.92	20.6158,-10C	62	-100.39	20.6158	#NUM!	#NUM!	#NUM!
137	168907	-100390000	20615800	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:04:28	00:01:35	95.00	0.03	3.95	20.6158,-10C	62	-100.39	20.6158	#NUM!	#NUM!	#NUM!
138	168908	-100390000	20615800	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:05:12	00:00:44	44.00	0.01	3.96	20.6158,-10C	62	-100.39	20.6158	#NUM!	#NUM!	#NUM!
139	168909	-100407400	20627900	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:06:53	00:01:41	101.00	0.03	3.99	20.6279,-10C	62	-100.4074	20.6279	2.2559543	80.410252	0.2211503
140	168910	-100409300	20627700	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:07:35	00:00:42	42.00	0.01	4.00	20.6277,-10C	62	-100.4093	20.6277	0.1989722	17.054764	0.1127961
141	168911	-100412500	20627400	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:08:22	00:00:47	47.00	0.01	4.02	20.6274,-10C	62	-100.4125	20.6274	0.3346786	25.634958	0.1515068
142	168912	-100412800	20629000	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:09:08	00:00:46	46.00	0.01	4.03	20.629,-10C	62	-100.4128	20.629	0.1806303	14.136286	0.085364
143	168913	-100413400	20632300	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:09:53	00:00:45	45.00	0.01	4.04	20.6323,-10C	62	-100.4134	20.6323	0.3722176	29.777406	0.1838111
144	168914	-100414200	20635200	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:10:40	00:00:47	47.00	0.01	4.05	20.6352,-10C	62	-100.4142	20.6352	0.3330381	25.509299	0.1507642
145	168915	-100414800	20638800	07/06/2017	1345	4	09:09:13 - 1C	10:11:25	00:00:45	45.00	0.01	4.07	20.6388,-10C	62	-100.4148	20.6388	0.4051416	32.411328	0.2000699

Figura 3.4: Ejemplo de hoja de cálculo con lecturas repetidas.
Fuente: Elaboración propia

Esta problemática se repitió al momento de utilizar el software "TransCAD" (empleado para la determinación de las distancias recorridas, horas de parada, longitud de rutas, entre otros) ya que se utilizó la misma base de datos (Figura 3.5).

ID	Longitudo	Latitudo	Fecha	Economico	Vuelta/Rango	Parada	[Hora inicio]	[Hr en parada]	[Dif. entre paradas]
168900	-100386900	20610400	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: No oficial10	9 09:55:59	00:00:44	
168901	-100390000	20615600	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: PCEPPQ	9 09:57:33	00:01:34	
168902	-100390000	20615800	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: PCEPPQ	9 09:58:20	00:00:47	
168903	-100390000	20615800	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: PCEPPQ	9 09:59:52	00:01:32	
168904	-100390000	20615800	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: PCEPPQ	9 10:00:37	00:00:45	
168905	-100390000	20615800	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: PCEPPQ	9 10:02:07	00:01:30	
168906	-100390000	20615800	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: PCEPPQ	9 10:02:53	00:00:46	
168907	-100390000	20615800	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: PCEPPQ	9 10:04:28	00:01:35	
168908	-100390000	20615800	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: PCEPPQ	9 10:05:12	00:00:44	
168909	-100407400	20627900	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: TLCPPIE	9 10:06:53	00:01:41	
168910	-100409300	20627700	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: TLCCUI	9 10:07:35	00:00:42	
168911	-100412500	20627400	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: SBTQTZ	9 10:08:22	00:00:47	
168912	-100412800	20629000	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: SBTQTZ	9 10:09:08	00:00:46	
168913	-100413400	20632300	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: SBTPCN	9 10:09:53	00:00:45	
168914	-100414200	20635200	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: SBTVLT	9 10:10:40	00:00:47	
168915	-100414800	20638800	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: SBTFMB	9 10:11:25	00:00:45	
168916	-100415300	20641800	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: SBTEUR	9 10:12:12	00:00:47	
168917	-100416000	20646500	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: SBTC06	9 10:13:45	00:01:33	
168918	-100409500	20649000	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: BLNRFM	9 10:16:02	00:02:17	
168919	-100404800	20648600	07-06-2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	Parada: No oficial11	9 10:17:40	00:01:38	

Figura 3.5: Ejemplo de identificación de lecturas repetidas en “TransCAD”.
Fuente: Elaboración propia

Para comenzar, los datos repetidos fueron identificados en la hoja de cálculo para luego ser corroborados en la tabla generada por “TransCAD”, y marcarlos para que se vieran reflejados en el mapa (Figura 3.6) y proceder a su eliminación (Figura 3.7).

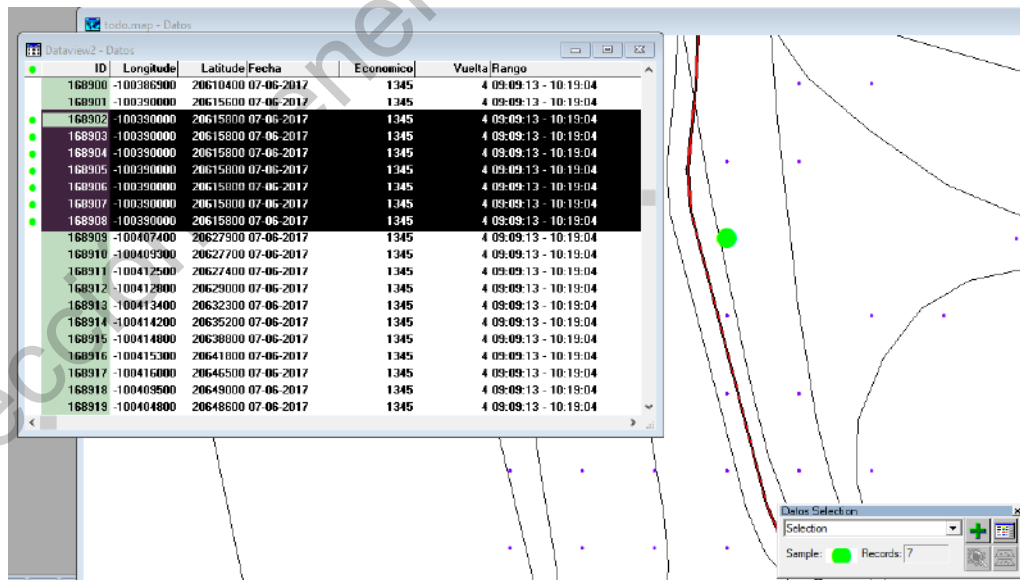


Figura 3.6: Ejemplo de localización de lecturas repetidos en “TransCAD”.
Fuente: Elaboración propia

Para finalizar se corroboraba en la tabla de “*TransCAD*” que solo quedara una de las lecturas (como se muestra en la Figura 3.8), después, se eliminaban los datos de la hoja de cálculo (Figura 3.9), corroborando que valores de identificación (ID) fueran los mismos que de los valores eliminados, con la finalidad de tener una relación entre ambos archivos.

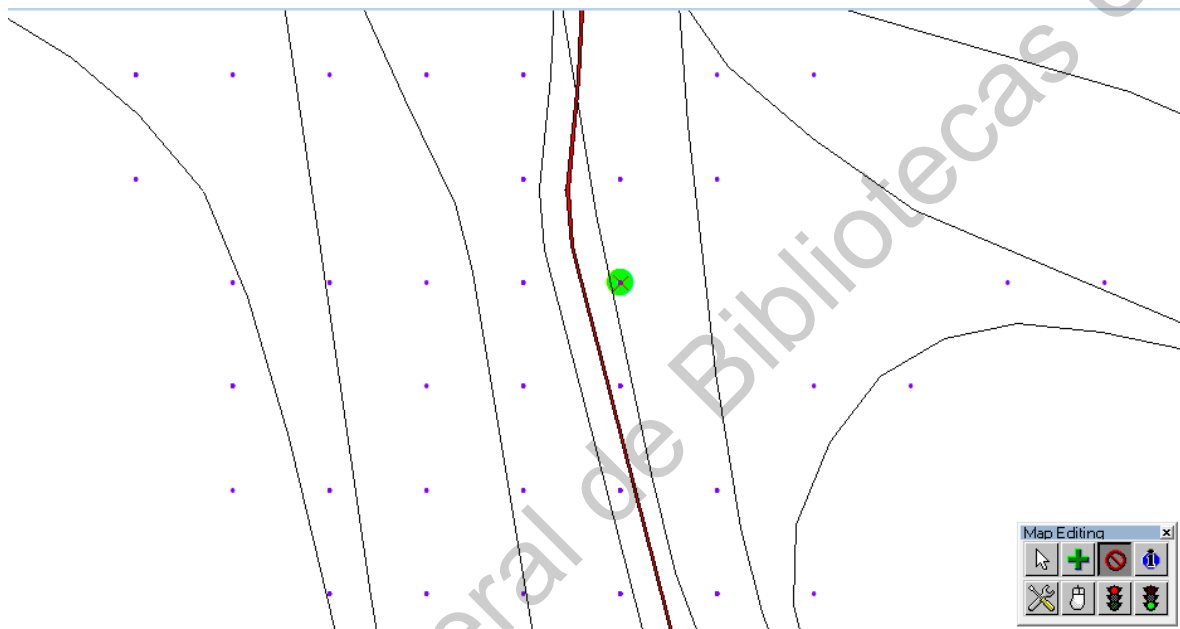


Figura 3.7: Ejemplo de depuración de lecturas repetidas.
Fuente: Elaboración propia

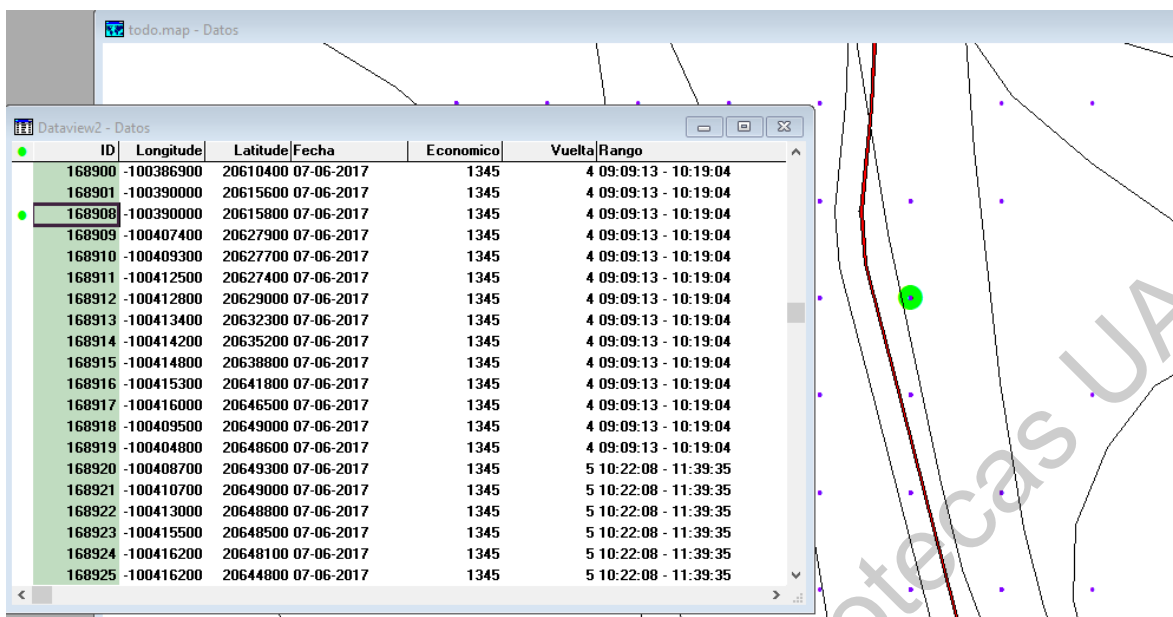


Figura 3.8: Tabla final de resultados en “TransCAD”.
Fuente: Elaboración propia

	A	B	C	E	F	G	H	K	L	M	N	O	Y	AC	AD	AE	AF	AG	AH
	ID	LONGITUD	LATITUD	FECHA	ECONOMICO	VUELTA	RANGO	HORA PARADA	DIFERENCIA ENTRE PARADA	Diferencia entre paradas (segundi	Diferencia entre paradas (horas)	Thora	OORDENADA	ROUTA	LONGITUD	LATITUD	Distancia (km)	Velocidad final (km/hr)	aceleración m/s ²
125	168895	-100400000	20596500	07/06/2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	09:46:47	00:00:46	46.00	0.01	3.66	20.5965,-100.4	62	-100.4	20.5965	0.0383361	3.0002177	0.0181173	
126	168896	-100395000	20597900	07/06/2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	09:49:06	00:02:19	139.00	0.04	3.69	20.5979,-100.395	62	-100.395	20.5979	0.5432187	14.068973	0.0281155	
127	168897	-100393800	20600400	07/06/2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	09:52:11	00:03:05	185.00	0.05	3.75	20.6004,-100.398	62	-100.398	20.6004	0.3047584	5.9304928	0.0089046	
128	168898	-100390400	20604600	07/06/2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	09:53:42	00:01:31	91.00	0.03	3.77	20.6046,-100.3904	62	-100.3904	20.6046	0.5859522	23.180525	0.0707586	
129	168899	-100386100	20608900	07/06/2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	09:55:15	00:01:33	93.00	0.03	3.80	20.6089,-100.3861	62	-100.3861	20.6089	0.6549149	25.351545	0.0757215	
130	168900	-100386900	20610400	07/06/2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	09:55:59	00:00:44	44.00	0.01	3.81	20.6104,-100.3869	62	-100.3869	20.6104	0.1864199	15.25254	0.0962913	
131	168901	-100390000	20615600	07/06/2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	09:57:33	00:01:34	94.00	0.03	3.84	20.6156,-100.39	62	-100.39	20.6156	0.6621368	25.358429	0.0749363	
132	168908	-100390000	20615800	07/06/2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	09:58:20	00:00:47	47.00	0.01	3.85	20.6158,-100.39	62	-100.39	20.6158	0.0222388	1.7033962	0.0100674	
133	168909	-100407400	20627900	07/06/2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	10:06:53	00:08:33	513.00	0.14	3.99	20.6279,-100.4074	62	-100.4074	20.6279	2.2559543	15.831258	0.0085723	
134	168910	-100409300	20627700	07/06/2017	1345	4 09:09:13 - 10:19:04	10:07:35	00:00:42	42.00	0.01	4.00	20.6277,-100.4093	62	-100.4093	20.6277	0.1989722	17.054764	0.1127961	

Figura 3.9: Tabla final de datos en hoja de cálculo.
Fuente: Elaboración propia

3.4 VARIABLES

Las variables resultantes y sus características estadísticas se pueden apreciar en la Tabla 3.10, las cuales son: el tiempo medido en minutos entre una parada y otra (T_E_P), la aceleración medida en m/s² entre una parada y otra (ACEL), la sumatoria de la distancia recorrida en km por cada unidad al día (S_DIS), el número de carriles de la vialidad para cada parada (VIAL) y el número de veces que el autobús llegó a una estación base (E_B).

Tabla 3.10: Estadística descriptiva de las variables.

Variable	Media	Mediana	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
T_E_P	2.3184	1.5167	3.0224	0.1	70.133
S_DIS	94.631	89.681	60.541	0.20954	253.94
VIAL	2.5577	2	0.82557	1	5
ACEL	0.69373	0.044467	0.096757	0.0001076	3.0795
E_B	0.031667	0	0.17514	0	1

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 3.10, se identificaron y puntualizaron las paradas físicas oficiales en el mismo mapa donde se encontraban todos los puntos obtenidos por los GPS de los autobuses de transporte público, para poder hacer la relación entre la aceleración y la localización de los puntos. A continuación, se generaron gráficas de dispersión para cada ruta (Figura 3.11), con el fin de conocer el comportamiento durante el trayecto referente a la aceleración y la hora de parada.



Figura 3.10: Representación de paradas físicas oficiales.
 Fuente: Elaboración propia

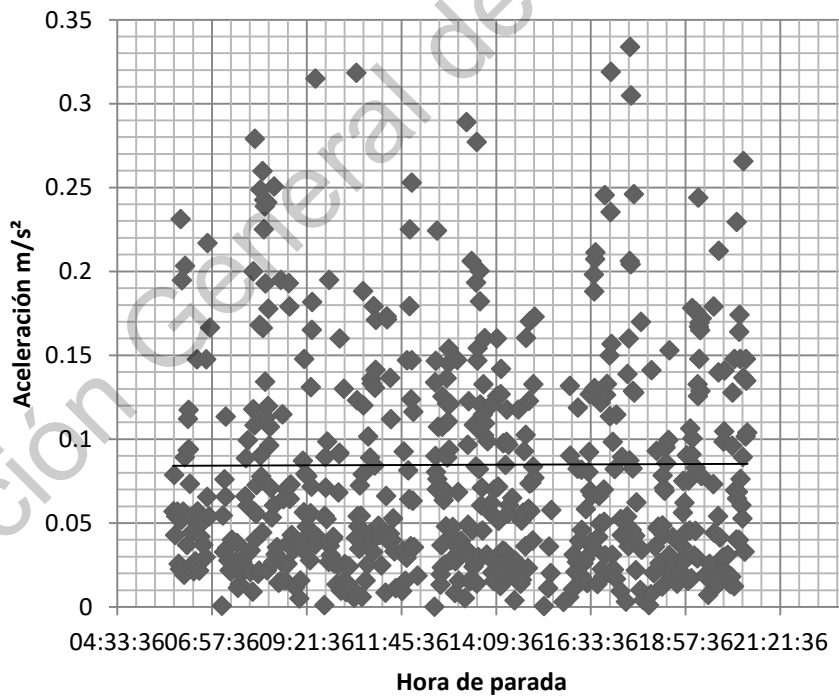


Figura 3.11: Ejemplo de relación hora de parada y aceleración.
 Fuente: Elaboración propia

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se analizaron 61 rutas de transporte público dentro de la zona conurbada de Querétaro, con una variación de entre tres a quince unidades en cada una de ellas. Dicho análisis se llevó a cabo a partir de mayo 2019 hasta febrero 2021. Cabe destacar que la base de datos utilizada precede a la reestructuración de rutas en el municipio de Querétaro (implementado durante el año 2017), por lo que puede existir una discrepancia entre las variables utilizadas en esta investigación (horarios, tiempos de recorrido, distancias, entre otras) y la situación actual del transporte (tomando en cuenta que rutas que cambiaron su trayectoria conservaron el nombre), sin embargo la metodología y modelos implementados en la presente investigación pueden ser implementados en ambos casos.

4.1 RELACIÓN ACELERACIÓN/HORA DE PARADA.

Como mencionado en la sección anterior, se realizaron graficas de dispersión de datos por cada una de las rutas con la finalidad de identificar el comportamiento de los conductores conforme avanza la jornada laboral (Figura 3.11). A pesar de que en la totalidad de los casos no se pudo determinar una tendencia de agrupamiento de los valores al analizar los datos, sin embargo, se observó que los datos se encuentran agrupados en "clusters" dependiendo de la hora del día (Figura 4.1: Agrupación de datos en "clusters" en la ruta 07.y Figura 4.2), por lo que se optó por analizar los datos de cada "cluster" y de esa manera se pudo determinar la tendencia de los datos (Figura 4.3 a Figura 4.5).

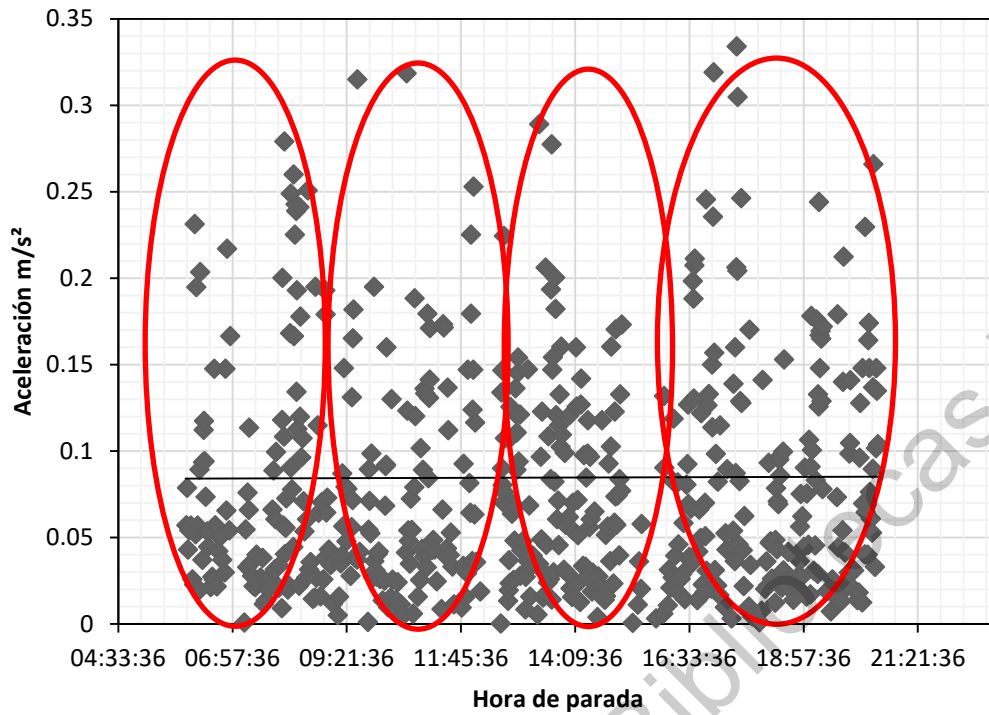


Figura 4.1: Agrupación de datos en "clusters" en la ruta 07.

Fuente: Elaboración propia

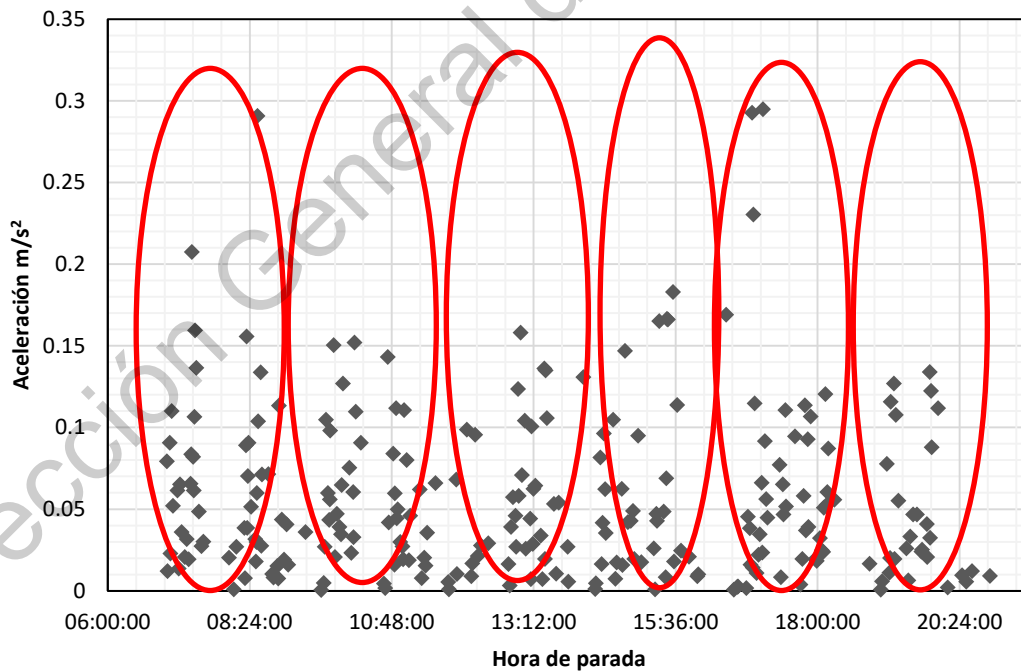


Figura 4.2: Agrupación de datos en "clusters" en la ruta 20.

Fuente: Elaboración propia

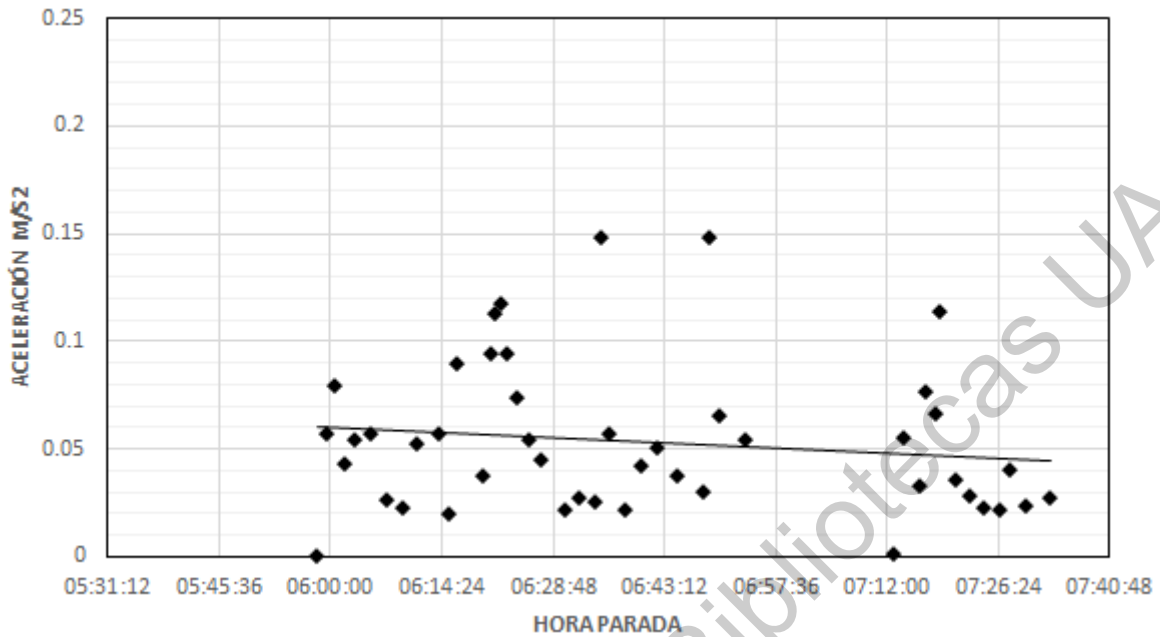


Figura 4.3: Ejemplo de gráfica de dispersión de la aceleración entre los horarios de 05:30 hrs a 07:40 hrs.
Fuente: Elaboración propia

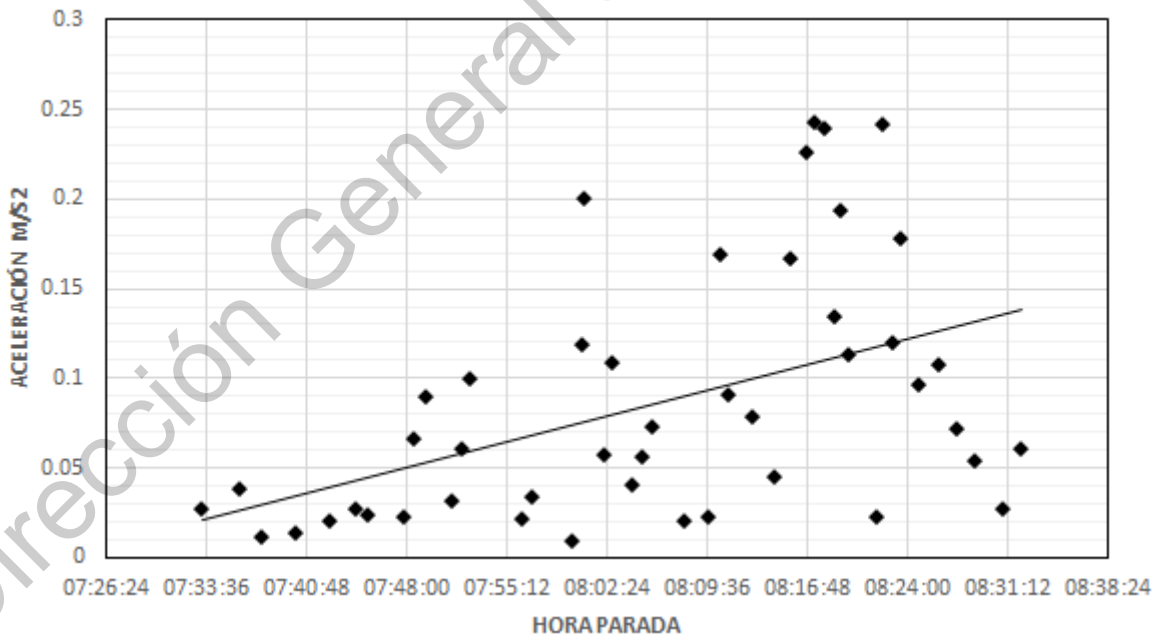


Figura 4.4: Ejemplo de gráfica de dispersión de la aceleración entre los horarios de 07:30 hrs a 08:30 hrs.
Fuente: Elaboración propia

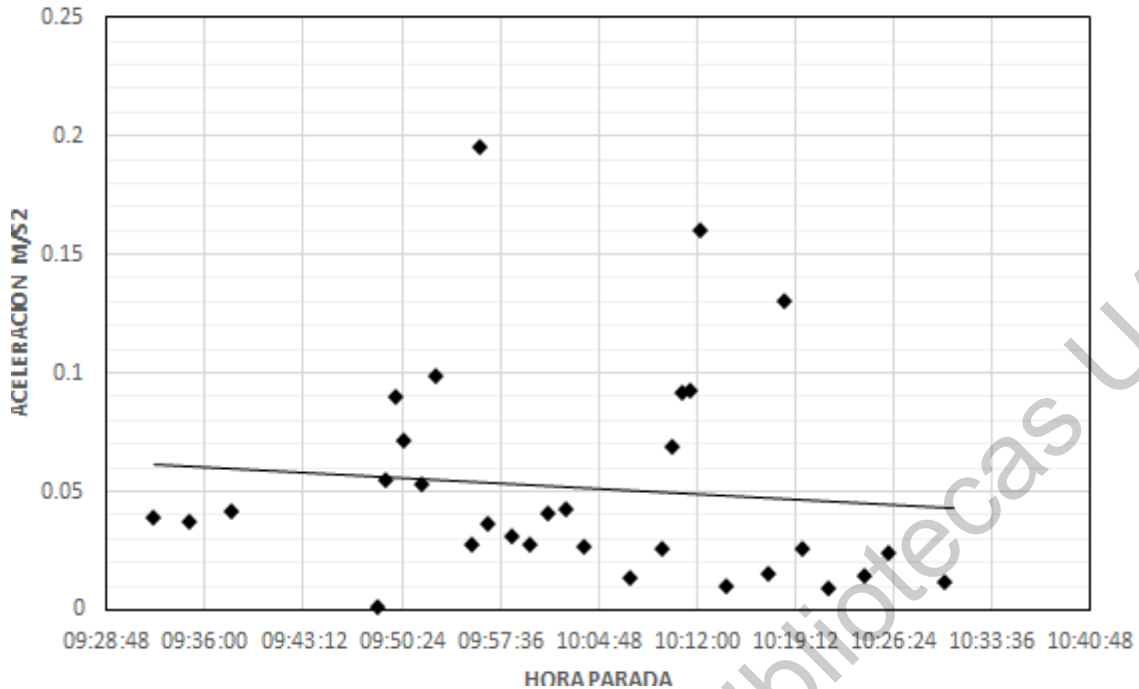


Figura 4.5: Ejemplo de gráfica de dispersión de la aceleración entre los horarios de 09:30 hrs a 10:30 hrs.

Fuente: Elaboración propia

Con lo anterior se pudo determinar que las aceleraciones se presentan alrededor de las 7:30 am a 8:30 am, y 7:30 pm, a 8:30 pm aproximadamente.

4.1.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para corroborar la información se realizó una prueba de hipótesis, donde se pudo apreciar que las aceleraciones mayores se presentan durante el horario de la mañana. Ya que se obtuvo un $p\text{-value} = 7.067e-05$, siendo estas significativamente diferentes, lo que corrobora los resultados obtenidos en esta investigación, donde las aceleraciones no se presentan ni constantemente ni aumentan durante el día laboral, si no que se presentan mayormente durante la mañana.

4.2 MODELO DE REGRESIÓN LOGÍSTICA.

El tipo de modelo utilizado para el análisis fue el de regresión logística debido a que lo que se busca es cuantificar la importancia de la relación existente entre cada una de las covariables y la variable dependiente.

Las variables empleadas representan lo que se podría considerar tienen un mayor peso en la tasa de aceleración del conductor mientras realiza su jornada laboral, y que afectan directa o indirectamente la manera en la que conduce.

El modelo (Tabla 4.1) incluye las variables del tiempo entre paradas expresado en minutos (T_E_P), la sumatoria de la distancia recorrida en Km por cada unidad al día (S_DIS), el número de carriles de la vialidad para cada parada (VIAL), número de veces que el autobús llegó a una estación base (E_B), tomando como variable dependiente la aceleración expresada en m/s^2 entre una parada y otra (ACEL).

Tabla 4.1: Variables del modelo de regresión logística.

Variable	Coef.	t-value	p-value	Significancia*
T_E_P	-0.35937	-26.39	3.44E-138	***
S_DIS	-0.0123878	-20.99	2.21E-91	***
VIAL	-2.04889	-78.72	0	***
E_B	-0.797670	-3.354	0.0008	***

*Códigos de significancia

0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.5 '.' 0.1 ' ' 1

R-cuad. 0.928366

Log-verosimilitud -6500.567

Fuente: Elaboración propia

La variable de tiempo entre paradas (T_{E_P}) resulta con signo negativo, lo que representa que mientras exista menor tiempo entre cada una de las paradas se presentará una mayor aceleración. Se puede tomar como ejemplo la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*, donde varias rutas llegan a la parada 1 al mismo tiempo, impidiendo que todas puedan acceder a la bahía, por lo que podemos suponer que para llegar a la parada 2 tendrán una mayor aceleración con el fin de poder ganar un lugar dentro de la bahía para poder bajar/subir a los pasajeros de una manera más cómoda para los conductores, lo que podría concordar con la variable de sumatoria de distancia (S_{DIS}), lo cual nos indica que a menor recorrido, existirá una mayor aceleración, esto se puede apreciar en la Figura 3.11 donde se muestra como la aceleración se presenta de manera no lineal, a pesar de que el tiempo transcurre. Por otro lado, se puede notar un comportamiento de mayor aceleración en horas pico, (donde normalmente existe un mayor número de pasajeros utilizando el transporte público y un mayor número de vehículos en las vialidades).

De igual manera, la variable VIAL nos indica que mientras menor número de carriles conformen la vialidad, se presentará una mayor aceleración, contrario a lo que se podría suponer, sin embargo, al corroborar en campo las paradas ubicadas en vialidades que tienen un mayor número de carriles (vialidades primarias), se puede observar que los vehículos de transporte público tienen problemas al momento reincorporarse al flujo vial después de haber ingresado a una parada, ya que los vehículos particulares y otros autobuses que llegan a la bahía no permiten su fácil reingreso a las vialidades.

La variable de Estación Base (E_B) expresa que aumenta la probabilidad de que tenga una mayor aceleración en un menor número de vueltas recorridas.



Figura 4.6: Representación convergencia de rutas.
Fuente: Elaboración propia

Dirección General de Bibliotecas UAQ

5. CONCLUSIONES

El estudio del comportamiento de los conductores del transporte público puede convertirse en un pilar importante para entender y poder mejorar las condiciones bajo las cuales deben trabajar, identificando los factores que influyen. Para este estudio se analizaron las variables de tiempo, la aceleración, la distancia recorrida, el número de carriles de la vialidad y el número de veces que el autobús llega a la estación base. Resultando significativas, y afirmando que conforme las variables vayan aumentando, se presentará una mayor aceleración por parte del conductor. Lo que más llama la atención es que la aceleración no se presenta de una forma ascendente conforme aumentan las horas del día como se podría imaginar; si no que las aceleraciones se presentan alrededor de las 7:30 am, a 8:30 am, 7:30 pm, y 8:30 pm aproximadamente. (Figura 5.1 y Figura 5.2)

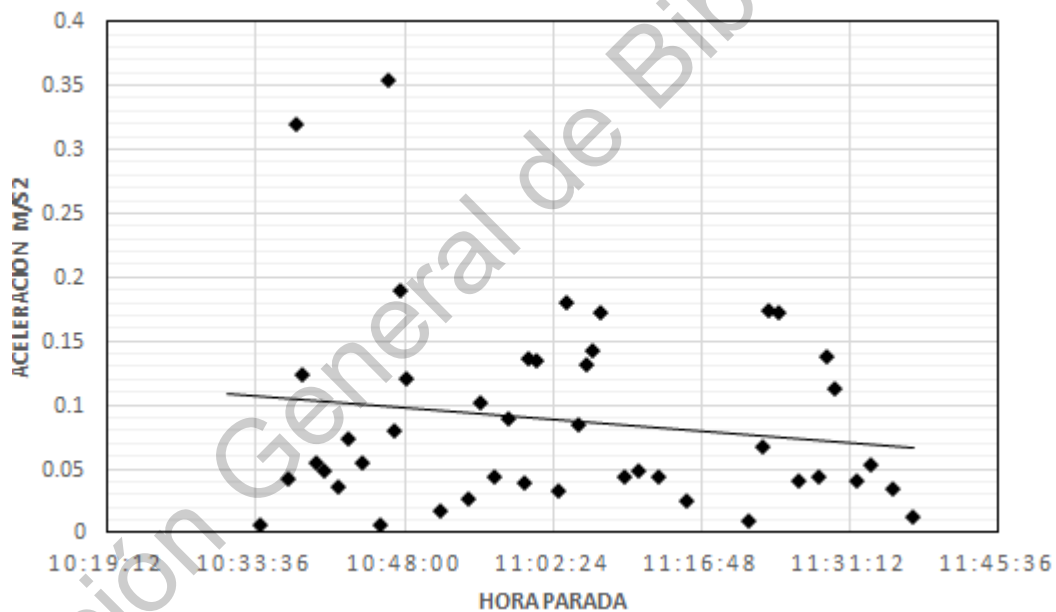


Figura 5.1: Ejemplo de gráfica de dispersión de la aceleración entre los horarios de 10:30 hrs a 11:30 hrs.

Fuente: Elaboración propia

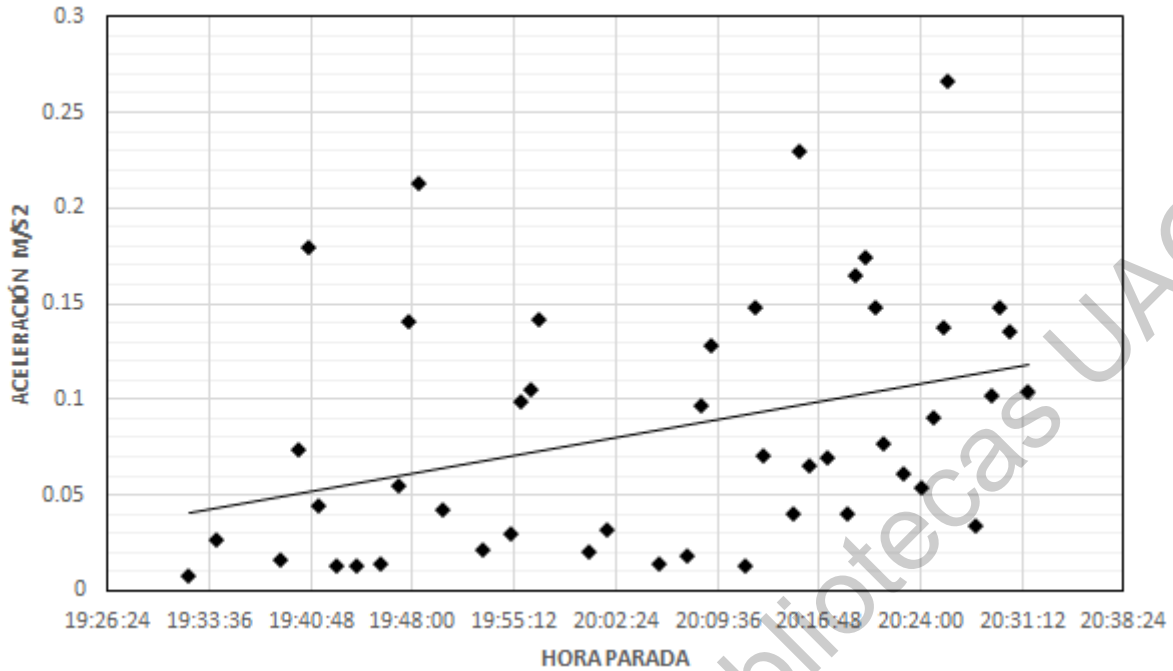


Figura 5.2: Ejemplo de gráfica de dispersión de la aceleración entre los horarios de 19:30 hrs a 20:30 hrs.
Fuente: Elaboración propia.

En definitiva es relevante señalar la importancia de profundizar en los factores que afectan a los trabajadores del volante, los moderadores de éstos y los efectos o resultados directos o indirectos, tanto físicos, conductuales y psicológicos, esto con la finalidad de tener un conocimiento más preciso del problema y poder mitigar las afectaciones que tienen en los conductores, dicha información puede ser utilizada por los encargados de la creación de estrategias referente a la calidad del transporte público.

La información con la que se trabajó en el presente estudio fue obtenida de una base de datos proporcionada por algunas dependencias de gobierno, sin embargo, la información carecía de algunos datos que pudieran permitir el realizar un análisis más exhaustivo y sustancial. Por lo que, una de las recomendaciones es que para futuras investigaciones se pueda utilizar bases de datos que contengan más variables de las aquí presentadas, con el fin de tener mayores

referencias para el desarrollo de modelos más completos. Como la temperatura, tomando en cuenta que en los meses realizada la investigación son los que presentan niveles más altos. Además, los con conductores tienden a realizar jornadas diarias de hasta 16 horas, por lo que el tema del descanso también podría impactar en la forma de conducir.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

6. REFERENCIAS

- Af Wåhlberg, A. E. (2006). Short-term effects of training in economical driving: Passenger comfort and driver acceleration behavior. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(2), 151-163.
- Af Wåhlberg, A. E. (2007). Effects of passengers on bus driver celeration behavior and incident prediction. *Journal of safety research*, 38(1), 9-15.
- Alcántara , E. (2010). *Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad*. Colombia: CAF.
- Anguita Rodríguez, F., Duarte Monedero, B., & Flores Ureba, S. (2014). Situación actual del transporte público urbano: la visión de las empresas operadoras. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 20(1), 16-22.
- Argentina., A. N. (2008). *Educación vial, La primera licencia de conducir*. Buenos Aires, Argentina.: Ministerio de Educación.
- Belmont Cortés, E., & Obregón Biosca, S. (2018). *La modernización inconclusa*. Santiago de Querétaro: Plaza y Valdez.
- Boada, J., Prizmic, A., González , S., & Vigil, A. (2013). Estresores laborales en conductores de autobuses (ELBus-21): estructura factorial, fiabilidad y validez. *Universitas Psychologica*, 12, 249-259.
- Boisier, S. (2004). Desarrollo territorial y descentralización: el desarrollo en el lugar y en las manos de la gente. *Eure (Santiago)*, 27-40.
- Cepeda, M. (2006). Un nuevo modelo para la estimación del tiempo de espera en paraderos de transporte público. *Obras y Proyectos*, 2(1).
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2011). *Panoramica Social de América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.

Córdoba López, C., & Moreno Salas, M. (2013). INSTRUMENTO PARA EVALUAR VARIABLES PSICOLÓGICAS Y LABORALES EN CONDUCTORES DE AUTOBUSES. *Reflexiones*, 92(2), 109-122.

Correa, G. (2010). Transporte y Ciudad. *Eure*, 36(107), 133-137.

Cortés, C., Gibson, J., Gschwender, A., Munizaga, M., & Zúñiga, M. (2011). Commercial bus speed diagnosis based on GPS-monitored data. *Transportation Research Part C*, 19, 695–707.

Du, Y., Deng, F., Liao, F., & Ji, Y. (2017). Understanding the distribution characteristics of bus speed. *Transportation Research Part C*, 82, 337–357.

Evans, G., & Carrére, S. (1991). Traffic congestion, perceived control, and psychophysiological stress among urban bus drivers. *Journal of Applied Psychology*, 76(5), 658-663.

Fernández A., R., Valenzuela F. , E., & Gálvez D., T. (2002). *Incorporación de la capacidad y rendimiento de paraderos en el programa TRANSYT*. Actas del Xi Congreso Panamericano de ingeniería Tránsito y Transporte.

Gakenheimer, R. (1998). Los problemas de la movilidad en el mundo en desarrollo. *EURE*, 24(72), 33-52.

Garber, N., & Hoel , L. (2014). *Traffic and Highway Engineering*. Cengage Learning.

González, M., Landero , R., Maruris, M., Cortés, P., Vega , R., & Godínez , F. (2013). Estrés Cotidiano en Trabajadores del Volante. *SUMMA PSICOLÓGICA*, 10(1), 85-90.

Gumus , O., Topaloglu, M., & Ozcelik, D. (2016). The use of computer controlled line follower robots in public transport. *Procedia. Computer Science*, 102, 202-208.

Gutierrez, J. R., Sierra Freire, J. C., & Alfaro Bulle, O. (2008). *Agresividad al volante en el transporte público de San Salvador: estudio de factores asociados*. San Salvador: Universidad Tecnológica de El Salvador.

Hernández, D. (2012). Activos y estructuras de oportunidades de movilidad. Una propuesta analítica para el estudio de la accesibilidad por transporte público, el bienestar y la equidad. *Eure*, 117-135.

Hyodo, S., Yoshii, T., Satoshi, M., & Hiratoshi, S. (2017). An analysis of the impact of driving time on the driver's behavior using probe car data. *Transportation Research Procedia*, 21, 169–179.

Instituto Mexicano Del Transporte. (2016). Recuperado el 20 de Junio de 2019, de: <https://imt.mx/archivos/Boletines/Nota162.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas: https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?#Regreso&c=

INSTITUTO QUERETANO DEL TRANSPORTE. (2015). *Programa Estatal de Transporte Querétaro 2016-2021*. Santiago de Querétaro: INSTITUTO QUERETANO DEL TRANSPORTE.

Johns, M. (1991). Un nuevo método para medir la somnolencia diurna: la escala de somnolencia de Epworth. *Sleep*, 14(6), 540-545.

Kasper, D., Fauci, A., Hauser, S., Longo, D., Jameson, L., & Loscalzo, J. (2017). *Harrison. Principios de Medicina Interna*. México: McGraw-Hill.

Kaur, S., Eriksson, M., Papanikolopoulos, N., & Kwon, T. (1999). *AUTOMATIC DETECTION OF DRIVER FATIGUE : PHASE III REPORT*. Minnesota: University of Minnesota.

- Kenrick, D., & MacFarlane, S. (1986). Ambient temperature and horn honking: A field study of the heat/aggression relationship. *Environment and behavior*, 18(2), 179-191.
- Lal, S., & Criag, A. (2001). A critical review of the psychophysiology of driver fatigue. *Biological Psychology*, 55, 173–194.
- Li, Y., Yamamoto, T., & Zhang, G. (2018). The effect of fatigue driving on injury severity considering the endogeneity. *Journal of Safety Research*, 64, 11-19.
- Ma, X., & Chen, X. (2019). Public Transportation Big Data Mining and Analysis. En X. Ma, & X. Chen, *Data- Driven Solutions to Transportation Big Data Mining an Analysis* (págs. 174-200). Elsevier.
- Martínez Trejo, C. C. (2018). Ciudad, transporte y trabajo: experiencias y problemáticas actuales sobre la modernización del transporte público en la Ciudad de México. En S. A. Obregón Bisoca, & E. Belmont Cortés, *La modernización inconclusa. Polémicas alrededor de la reorganización del sistema de transporte público en Querétaro: el caso de "Red Q"*. (págs. 105-144). Santiago de Querétaro: Plaza y Valdez.
- Moller, R. (2011). Una propuesta de mejoramiento del transporte público colectivo en Santiago de Cali. *Ingeniería y Competitividad*, 3(1), 19-34.
- Moreno, E., Romana, M., & Martínez, Ó. (2016). A First Step to Diagnostic of Urban Transport Operations by Means of GPS Receiver. *Procedia Computer Science*, 83, 305-312.
- Mundó, J. (2002). "El transporte colectivo urbano: aplicación del enfoque de sistemas para un mejor servicio". *Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 12, 285-302.

Muñoz, J., & Anguita, F. (2018). Los peajes urbanos como factor determinante de sostenibilidad y competitividad en el transporte urbano: un estudio aplicado a Madrid. . *EURE*, 44(131), 53-74.

Navarro, I., Galilea , P., Hidalgo, R., & Hurtubina, R. (2018). Transporte y su integración con el entorno urbano: ¿cómo incorporamos los beneficios de elementos urbanos en la evaluación de proyectos de transporte? *EURE*, 44(132), 133-151.

Neisa, C., & Rojas, Y. (2009). FATIGA LABORAL, ACCIDENTES E INCIDENTES LABORALES EN LOS CONDUCTORES DE CARGA PESADA DE UNA EMPRESA TRANSPORTISTA DE LA CIUDAD DE YOPAL. *Cuadernos hispanoamericanos de psicología* , 10(1), 7-21.

Obregón Biosca, S. A. (2010). Estudio comparativo del impacto en el desarrollo socioeconómico en dos carreteras: Eix Transversal de Catalunya, España, y MEX120, México. *Economía, sociedad y territorio*(10(32)), 1-47.

Obrégon, S., & Betanzo, E. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio: Santiago de Querétaro. *Economía, sociedad y territorio*, 15, 61-98.

Obregón, S., Romero , J., & Betanzo, E. (2018). Traffic crashes probability: A socioeconomic and educational approach. *Transportation Research Part F*, 58, 619-628.

Ortúzar, J. (2000). Modelos de demanda de transporte. *Alfaomega, México*.

Rey de Castro, J., & Rosales , E. (2010). Cansancio y somnolencia durante el desempeño laboral de los conductores interprovinciales: experiencia peruana y planteamiento de propuestas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 27, 237-242.

Romero , J. (2001). Clima laboral y bienestar psicológico en una empresa pública. . *Archivos de Prevención Riesgos Laborales*, 4(1), 17-23.

- Romero, J. A., Martínez, M., Betanzo, E., Ramírez, O., & Fortanell, J. M. (2004). Aspectos de la fatiga del conductor y estudio de las tecnologías para detectarla y prevenirla. *Instituto Mexicano del Transporte, Publicación Técnica No. 241*, 1-52.
- Silva, H., Lefio, Á., Marchetti, N., & Benoit, P. (2014). Riesgos Psicosociales en Conductores de Transporte de Carga y Pasajeros Urbanos e Interurbanos, y su Asociación con la Autopercepción de Salud y Siniestralidad Laboral. *Ciencia & trabajo*, 16, 67-74.
- Tabón, A., & Galvis, D. (2009). Análisis sobre la evolución reciente del sector de transporte en Colombia. *Perfil de coyuntura económica*, 147-163.
- Thomson, I. (1997). ¿Por qué las inversiones en el transporte público no reducen la congestión de tránsito urbano? *Revista de la CEPAL*, 107-118.
- Tong, Q., & Qiu, F. (2020). Population growth and land development: Investigating the bi-directional interactions. *Ecological Economics*, 169, 106505.
- Tse, J., Flin, R., & Mearns, K. (2006). Bus driver well-being review: 50 years of research. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 9(2), 89-114.
- Tucker, M., Jimmieson, N., & Jamieson, J. (2018). Role stressors in Australian transport and logistics workers: Psychosocial implications. *Safety Science*, 109, 12-19.
- Urazán Bonells, C., Velandia Durán, E., & Sánchez Cotte, E. (2012). Consideraciones a la implementación de paraderos obligatorios para el transporte público colectivo en Bogotá. *Tecnura*, 16, 152-162.
- Useche, S., Gómez, V., & Cendales, B. (2017). Stress-related psychosocial factors at work, fatigue, and risky driving behavior in bus rapid transport (BRT) drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 104, 106-114.

Useche, S., Gómez, V., Cendales, B., & Alonso, F. (2018). Working conditions, job strain and traffic safety among three groups of public transport drivers. *Safety and Health at Work*, En prensa.

Useche, S., Montoro, L., Cendales, B., & Gómez, V. (2018). Job strain in public transport drivers: Data to assess the relationship between demand-control model indicators, traffic accidents and sanctions. *Data in brief*(19), 293-298.

Walker, H., & Trick, L. (2018). Mind-wandering while driving: The impact of fatigue, task length, and sustained attention abilities. *Transportation Research Part F*, 59, 81-97.

Wren , A., & Wren, D. (1995). A genetic algorithm for public transport driver scheduling. *Computers & Operations Research*, 101-110.

Xianglong, S., Hu, Z., Shumin, F., & Zhenning, L. (2018). Bus drivers' mood states and reaction abilities at high temperatures. *Transportation Research Part F*, 59, 436-444.

7. APÉNDICE

Santiago de Querétaro, Querétaro. a 8 de Mayo de 2019.

ASUNTO: SOLICITUD DE INFORMACIÓN

Lic. Alejandro López Franco
Dir. General del Instituto Queretano del Transporte

Por medio de la presente, solicito información sobre el número de autobuses en líneas urbanas que comprende la zona metropolitana de Querétaro, de la misma manera, el intervalo de paso de cada línea, debido a que en el portal no se encuentra disponible dicha información.

Soy la Ing. Milena Concepción Aguirre Soto Como alumna de segundo semestre de la Maestría en Ingeniería en Vías Terrestres y Movilidad, en la Universidad Autónoma de Querétaro. El motivo por el cual estoy solicitando dicha información, es debido a que realizo una investigación de tesis enfocada al estudio y análisis del comportamiento de los conductores de transporte público, para lo cual, necesito contar con la información antes mencionada.

Por mi parte, me comprometo al uso responsable, ético y confidencial de los datos recabados, siendo su uso para los fines únicamente científicos, sin comprometer la identidad de cualquier involucrado en los experimentos.

Atentamente



Ing. Milena Concepción Aguirre Soto.

002803



Figura 7.1: Carta de solicitud de información al Instituto Queretano del Transporte.

Fuente: Elaboración propia



INSTITUTO QUERETANO DEL TRANSPORTE
 DIRECCIÓN DE VINCULACIÓN CIUDADANA
 Santiago de Querétaro, Qro: 12 de junio de 2019
 oficio IQT/DVC/340/2019
 Asunto: Información

MILENA CONCEPCIÓN AGUIRRE SOTO
 Celular 6688293922
 Presente

Por medio del presente me permita saludarle e informarle que en atención al escrito presentado en el Instituto Queretano del Transporte recibido con folio 002803 a través del cual "solicita información sobre el número de autobuses en líneas urbanas que comprende la zona metropolitana de Querétaro, de la misma manera, el intervalo de cada línea "... (sic). Al respecto le envío lo siguiente:

- El Instituto Queretano del Transporte cuenta con un total de 1006 unidades distribuidas de manera específica en la zona metropolitana del estado de Querétaro y las frecuencias varían dependiendo el recorrido y el número de flotas con el que cuenta cada ruta.
- Anexo una tabla donde se especifica el número de flota programada y la frecuencia programada de cada ruta.

No omito comentarle, que la información compartida es confidencial y reservada, su uso y conservación quedará bajo su más estricta responsabilidad, en términos de lo establecido por los artículos 108 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro.

Lo anterior de conformidad con los artículos 22 fracción VII de la Ley de Movilidad para el Transporte del Estado de Querétaro y artículo 12, fracciones I y II del Reglamento Interior del Instituto Queretano del Transporte.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente

LIC. JORGE ALBERTO MANCILLA PARRA
 Director de Vinculación Ciudadana del IQT

C.P. Lic. Jorge Alberto Cantero Hdez. Jefe de Área de Defensa de la Dirección de Asesoría de la DVC, Para su conocimiento.
 jmc/vmr



Av. Constituyentes No. 20 Ote., C.P. 76000 Centro Histórico, Querétaro, Qro.
 Tel. 210 04 07 y 210 03 03 www.iqt.gob.mx

Figura 7.2: Acuse de solicitud de información recibido.
 Fuente: Instituto Queretano del Transporte

FLOTA Y FRECUENCIAS PROGRAMADAS POR RUTA DE LA ZMQ

No. Ruta	Flota Programada	INTERVALO Programado de Hora (en min)
1	5	00:06
7	30	00:06
8	21	00:06
10	5	00:04
12	29	00:08
13	3	00:08
14	17	00:11
17	18	00:15
19	12	00:13
26	12	00:11
31	18	00:08
34	18	00:08
37	18	00:11
38	18	00:10
39	14	00:06
41	15	00:09
43	3	00:25
46	19	00:27
47	18	00:27
48	11	00:30
49	17	00:29
47	28	00:07
42	13	00:11
44	7	00:17
48	14	00:15
50	20	00:04
51	21	00:08
53	17	00:08
54	15	00:08
55	15	00:10
56	11	00:10
56	12	00:09
59	24	00:27
61	11	00:37
62	10	00:25
65	16	00:28
68	9	00:28
67	9	00:14
69	12	00:33
78	8	00:11
72	18	00:09
75	8	00:28
76	18	00:11
77	8	00:28
78	3	00:25
79	1	00:10
80	8	00:11
81	15	00:13
83	8	00:13
84	18	00:36
85	20	00:15
87	10	00:10
88	15	00:07
92	17	00:08
94	8	00:17
96	18	00:06
98	24	00:05
106	8	00:21
113	21	00:06
123	20	00:09
122	12	00:17
123	6	00:20
125	8	00:18
128	10	00:12
131	9	00:13
132	20	00:27
133	12	00:31
134	15	00:31
134	14	00:20
138	2	00:40
698	12	00:14
758	8	00:25
776	8	00:39
801	5	00:17
803	3	00:25
L34	18	00:12
L37	18	00:09
L38	8	00:18
10741	1064	

Figura 7.3: Información de las rutas.
Fuente: Elaboración propia

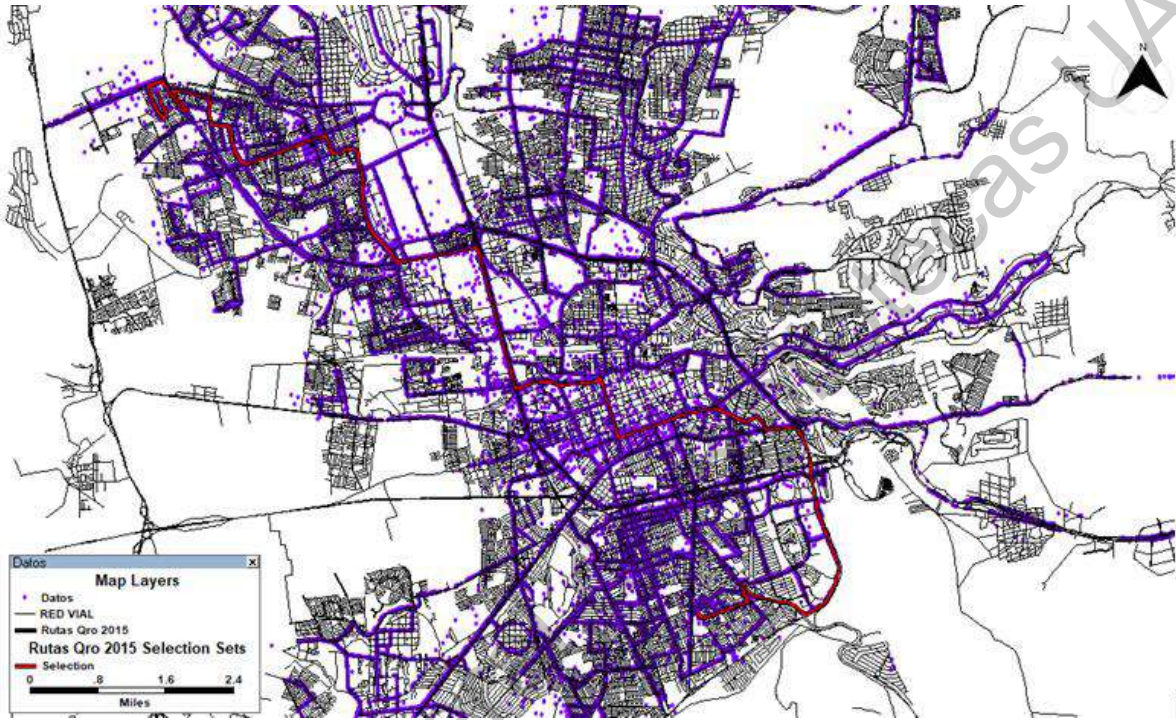


Figura 7.4: Representación de la ruta 81.
Fuente: Elaboración propia

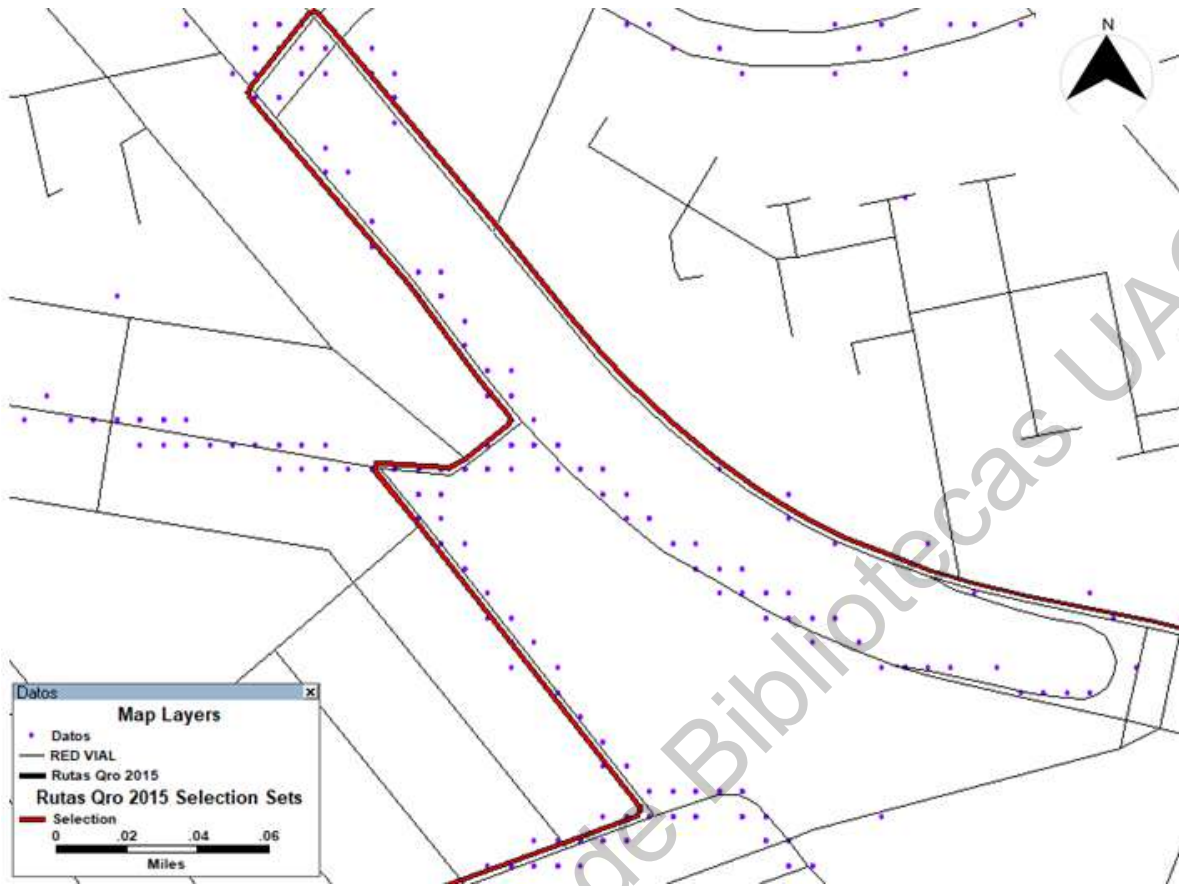


Figura 7.5: Ejemplo de análisis de datos en "TransCAD".
Fuente: Elaboración propia