

ARTÍCULO ORIGINAL**ESTUDIO DEL TRAFICO URBANO EN LA AVENIDAD TITO JAIME FERNANDEZ CUADRAS 1,2 Y 3., PARA LA DETERMINACION DE UN MODELO DINAMICO****STUDY OF URBAN TRAFFIC IN TITO JAIME FERNANDEZ AVENUE, STREETS 1,2 AND 3, FOR THE DETERMINATION OF A DYNAMIC MODEL**

Luis Eduardo Lechuga Pardo
 Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
 Correo electrónico: luis.lechuga@unas.edu.pe

Segundo Clemente Rodríguez Delgado
 Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
 Correo electrónico: segundo.rodriguez@unas.edu.pe
 Código ORCID: 0000-0003-2177-5051

Recepción: 15 de julio de 2019

Aceptado: 25 de agosto de 2019

Resumen

El presente trabajo se refiere al estudio del tránsito vial que se desarrolla en una parte puntual de la ciudad de Tingo María, zona que tiene un mayor tránsito vehicular, ubicada en las cuadras 1, 2 y 3 de la avenida Tito Jaime Fernández. En estas tres cuadras se encuentra la zona comercial más concurrida de la ciudad, con un tránsito mixto, compuesto por vehículos no motorizados trimóviles y motos, autos, camiones y ómnibus.

La metodología con la que se determinó la capacidad vial, fue usando el conocimiento de las investigaciones efectuadas al manual Indú y al manual de pistas urbanas de Indonesia, cuyo tráfico vehicular tiene características similares al de la ciudad de Tingo María. La metodología era totalmente comprensible y aplicativa.

Es muy importante, porque permite conocer las relaciones de variables de tránsito, cuando actúan de manera simultánea, para entender el comportamiento del tránsito urbano.

Palabras clave: Tránsito heterogéneo, PCU, dinámica de sistemas.

Abstract

The present work refers to the study of road traffic that takes place in a specific part of the city of Tingo María, area that has a greater vehicular traffic, located in blocks 1, 2 and 3 of Tito Jaime Fernández Avenue. In these two blocks is the busiest shopping area of the city, with a mixed traffic, consisting of non-motorized vehicles, motorcycles and trikes, cars, trucks and buses.

The methodology with which the road capacity was determined, was using the knowledge of the investigations carried out to the Indu manual and to the manual of urban tracks of Indonesia, whose vehicular traffic has characteristics similar to that of the city of Tingo María. The methodology was fully comprehensible and applicative.

It is very important, because it allows knowing the relationships of traffic variables, when they act simultaneously, to understand the behavior of urban traffic.

Key words: Heterogeneous traffic, PCU, system dynamics.

Introducción

El presente trabajo se refiere al estudio del tránsito vial que se desarrolla en una parte puntual de la ciudad de Tingo María, zona que tiene un mayor tránsito vehicular, ubicada en las cuadras 1, 2 y 3, de la avenida Tito Jaime Fernández. En estas tres cuadras se encuentra la zona comercial más concurrida de la ciudad, con un tránsito mixto, compuesto por vehículos no motorizados trimóviles y motos, autos, camiones y ómnibus.

La investigación obtiene las relaciones de vehículos en el sistema, con la capacidad vial, pasajeros transportado, velocidad y accidentalidad. La característica principal de los vehículos que circulan en la zona es variada, que en otros países es conocida como "tráfico heterogéneo".

Esta investigación tiene un interés académico, en el campo de la Ingeniería de tránsito, además que personalmente tiene el propósito de aportar con indicadores de nuestra realidad resaltando que el efecto también es social.

La investigación de esta problemática social e ingenieril, se realizó por el interés de conocer la caracterización del tráfico urbano.

La ciudad de Tingo María, requiere estudios de tránsito urbano, porque es de necesidad general de todas las ciudades, con la finalidad de ordenar el tránsito, sobretodo en ciudades donde la economía es baja y donde abundan vehículos ligeros de menor costo, incrementando el parque motorizado ficticio.

Materiales y métodos

Ámbito

El presente trabajo de investigación de ingeniería de tránsito, se realizó en las cuadras 1, 2 y 3 de la avenida Tito Jaime Fernández, ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

La ubicación geográfica corresponde a las coordenadas UTM: 389853.758 metros E, 8971753.721 metros N, a una altitud de 670 m.s.n.m.

Población

Tráfico vehicular que circula entre las cuadras 1, 2 y 3 de la avenida Tito Jaime Fernández, durante las 24 horas del día y pasajeros que usan vehículos de transporte en ese tramo de vía urbana.

Muestra

El estudio se ha desarrollado en las dos primeras cuadras de la Avenida Tito Jaime con una longitud de 300.00 ml y una sección de vía de 7.20

Nivel y tipo de estudio

Es una investigación cuantitativa aplicada.

Diseño de investigación

Trabajo de campo: consistente en el conteo de vehículos que transitan, tiempos de recorrido.

Determinación del tipo de tránsito vial de la zona en estudio.

Uso del manual de cálculo de capacidad vial de Indonesia.

Cálculo de velocidades.

Determinación de índices de accidentalidad.

Relacionar las variables de la investigación, mediante la Dinámica de sistemas empleando el software Vensim.

Técnicas e instrumentos

Se utilizó la técnica de observación directa, ayudado por filmaciones para los efectos del conteo vehicular, recopilaciones de datos en video y análisis de datos,

Los instrumentos utilizados.

- Cronometro Stop watch"
- Filmadora
- Laptop
- Software Vensim
- Software VISSIM
- Software Synchro 10

Procedimiento

Dentro de los parámetros a estudiar estaba la capacidad vial, para esto se estudió varias alternativas, para su obtención siendo la más sencilla y adaptable el manual de capacidad vial de Indonesia, tanto en vías como en intersecciones señalizadas, teniendo en consideración que el tráfico vehicular que se desarrolla es heterogéneo.

Los análisis desarrollados se efectuaron en base a los gráficos emitidos por el software de dinámica de sistemas que muestran el comportamiento simultáneo de las variables.

Plan de tabulación y análisis de datos

Los resultados siguieron la siguiente secuencia:

- Determinación de la cantidad de vehículos de acuerdo a la clasificación.
- Determinación del PCU del sistema.
- Determinación del cuadro de velocidades
- Cálculo de la capacidad vial teórica y real.
- Relación dinámica de las variables
- Análisis de los gráficos resultantes de la dinámica de sistemas

Todos los estudios referentes a la cuadra 1 y 2, corresponden a la Tesis de pos grado del autor,

Caracterización del sistema

Tránsito vehicular y de pasajeros

Según Lechuga (1), El transporte característico de las cuadras 1, 2 y 3 de la avenida Tito Jaime Fernández, tienen en mayor porcentaje los trimóviles y las motocicletas, los trimóviles son los

que hacen el servicio de taxi y otro porcentaje servicios de colectivo. Los vehículos que se dedican a servicio de taxi, no tienen paradero conocido, puesto que muchos de ellos no están inscritos en la Municipalidad de Leoncio Prado, (más del 50%), lo que crea informalidad y aglomeración en las puertas del mercado, el resto actúan como colectivos transportando a los pasajeros a lugares en la zona rural llevando por lo general 3 pasajeros, los colectivos tienen sus paraderos en la primera cuadra de la Av. Tito Jaime Fernández, en la vereda izquierda se identifica un paradero con tres líneas (Castillo,) y en la vereda de la derecha se tiene un paradero para 6 líneas de trimóviles (Afilador, Castillo Grande, y Santa Rosa). No existe servicio de taxi con autos en la ciudad de Tingo María.

Describe, Lechuga (1), En la cuadra 2 de la avenida Tito Jaime, se tienen paraderos de autos y minivans, en la vereda izquierda se tiene tres paraderos para autos (Aucayacu), en la vereda derecha se tiene un paradero de autos y dos paraderos de vanes y minivans con destino a Aucayacu.

En la cuadra 3 de la avenida Tito Jaime Fernández, se tienen ferreterías, hoteles, negocios menores. Es la ferretería la que ocasiona disturbios en el tránsito vehicular, en vista que muchos vehículos (camiones). Efectúan maniobras para el ingreso a su depósito, quedando obstaculizada la vía.

La caracterización comercial descrita por Lechuga (1), de la zona estaría conformada en la primera cuadra de la avenida Tito Jaime, en la vereda derecha por el mercado de abastos y tiendas, en la vereda izquierda se tienen 10 negocios pequeños, una tienda de ropa, casino. Un detalle de la primera cuadra es que se ha invadido 2.90 mts de la berma para la colocación de quioscos que pertenecen a comerciantes que esperan la construcción del mercado. En la segunda cuadra de la Avenida Tito Jaime Fernández predominan los hoteles, junto con dos galería comercial y 6 negocios menores.

Los vehículos pesados, que son camiones y ómnibus, tienen horas de circulación específicas, para la descarga de camiones es a partir de las 7 pm, por lo que su paso no es frecuente.

Se ha observado que, en la zona de estudio, recorren durante el día, prácticamente todo tipo de vehículo, siendo los principales los que se indican en la tabla, a cada uno de ellos se ha tomado la medida promedio, en la actualidad por fines comerciales existen vehículos de varios tamaños. Dentro de un mismo tipo, como es el caso de un automóvil tiene medidas de largo fluctuantes desde 5.80 m a 3.80 m.

Capacidad vial

El desarrollo normal de cálculo de capacidad vial, estaría definido por la norma HCM 2000, que considera para los cálculos de capacidad vial, al automóvil como unidad y a los vehículos pesados con algunas equivalencias. En la mayoría de países latino americanos toman como patrón los manuales HCM2000 Y HCM 2010, existiendo varias investigaciones para modificar algunas variables de acuerdo al país que adopte esta normatividad.

En la Av. Tito Jaime Fernández, cuadra 1, 2 y 3, se tiene un tráfico vehicular diferente a lo planteado por los manuales americanos, el tráfico de la ciudad de Tingo María, existe una abundancia de trimóviles y motocicletas, siendo que se consideren a estos vehículos como principales actores en el tránsito urbano de la ciudad de Tingo María, no siendo aplicable el Manual del HCM 2000. Otra razón también es que la venta de unidades trimóviles y motocicletas se incrementa diariamente, no solo en esta localidad, sino en todo el Perú.

Pasajeros Transportados

Lechuga (1), Se ha identificado las salidas de vehículos de los paraderos, en la primera cuadra se tienen identificadas dos paraderos de trimóviles, el que se encuentra hacia la derecha tiene 6 comités y en la vereda izquierda se tiene un paradero con 3 comités de trimóviles, que movilizan hacia lugares fuera del radio urbano. En la segunda cuadra se tienen 3 paraderos de autos y 3 de minivans.

El procedimiento efectuado, fue ubicados los paraderos se hizo un conteo horario de trimóviles que salían de los paraderos, en estos casos los trimóviles en su mayoría salen con tres pasajeros, pero a veces, si tiene que viajar una madre de familia lo hace con sus menores hijos, pudiendo contabilizarse hasta 5 pasajeros. También se efectuó el conteo en el ingreso al Mercado, a veces el conteo no se realizaba con el tiempo completo debido a que la Policía Nacional del Perú, no permite el estacionamiento de vehículos, en este caso el trimóvil rara vez lleva 3 pasajeros. También se hizo conteos en el estacionamiento dedicado a motociclistas, en este caso se contabilizó un pasajero o dos pasajeros.

De acuerdo a los cuadros mostrados en valor los pasajeros transportados, estos valores fueron alimentados a la variable de pasajeros transportados del programa Vensim.

Sistema dinámico: para diseñar el modelo de tránsito vial, se tienen que elaborar los diagramas Forrester, todos los datos que contiene el diagrama Forrester, están cargado con los datos de 3 cuadra.

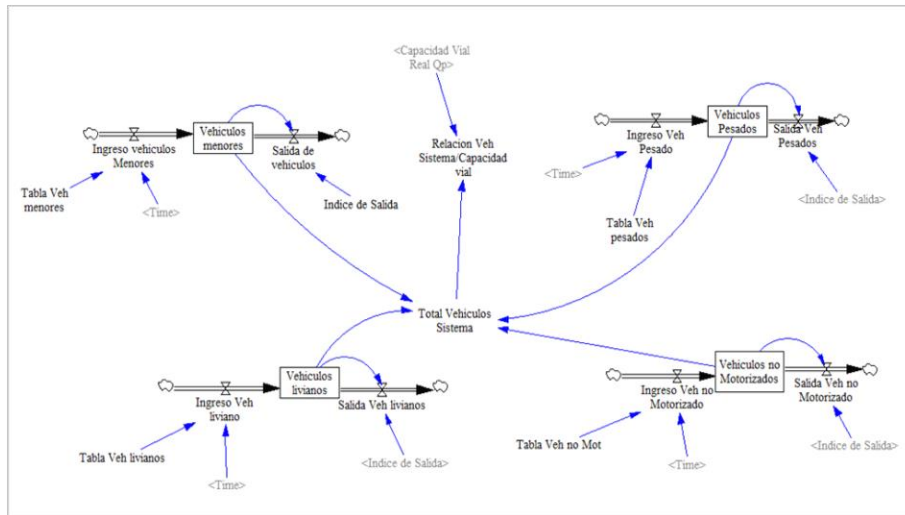


Figura 1. Subsistema de vehículos en el sistema

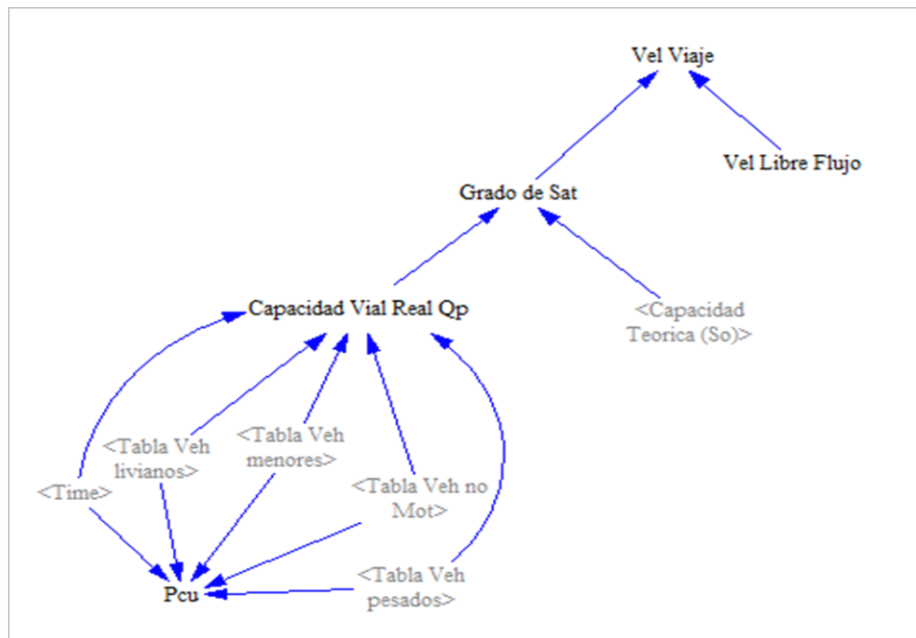


Figura 2. Subsistema de capacidad vial real

Resultados y discusión

Estadísticamente la correlación para vehículos en el sistema para los vehículos en el sistema, tanto real como simulado, habiendo obtenido una alta correlación, del mismo modo se obtuvo los mismos resultados para los vehículos. El valor de correlación obtenido (1.00000), indica que existe una correlación positiva perfecta entre los datos obtenidos del sistema real y del simulado.

Se realizó una prueba (Prueba de Fisher) de comparación de medias para la velocidad promedio con lo que se logra concluir que a un nivel de significancia de 0.01, los datos permiten asegurar que existen diferencias estadísticas altamente significativas en la velocidad promedio del sistema real y del simulado de los diferentes tipos de vehículos, las diferencias son apreciables por

cuanto, la velocidad de los trimoviles es menor, debido a que deben de recoger pasajeros. Además, el trim Se realizó una prueba (Prueba de Fisher) de comparación de medias para la velocidad promedio con lo que se logra concluir que a un nivel de significancia de 0.01, los datos permiten asegurar que existen diferencias estadísticas altamente significativas en la velocidad promedio del sistema real y del simulado de los diferentes tipos de vehículos. El valor de correlación obtenido (1.00000), indica que existe una correlación positiva perfecta entre los datos obtenidos del sistema real y del simulado de los diferentes tipos de vehículos. El valor de correlación obtenido (1.00000), indica que existe una correlación positiva perfecta entre los datos obtenidos del sistema real y del simulado de los diferentes tipos de vehículos. El valor de correlación obtenido (1.00000), indica que existe una correlación positiva perfecta entre los datos obtenidos del sistema real y del simulado de los diferentes tipos de vehículos.

De acuerdo con los datos indicados por Lechuga (1). Y comprobados en esta investigación de los valores de las cuadras 1 y 2, Los datos corresponden al aforo realizado en la avenida Tito Jaime Fernández, que fue incluido en un subsistema, considerando los cuatro tipos de vehículos, es decir: vehículos pesados, vehículos

livianos, vehículos menores y vehículos no motorizados. El primer resultado que se halló al analizar las curvas, indicadas son las horas punta del tráfico vial en la zona de estudio, que es de 7 a 8 am, de 12 del mediodía a la una de la tarde y de 6 de la tarde a 7 de la noche. Se visualiza en la figura titulada Total de vehículos en el sistema.

Se ha tomado individualmente la gráfica el total de vehículos menores, su grafica es casi la misma que la gráfica del total de vehículos del sistema, debido a la predominancia de los vehículos menores.

El total se vehículos del sistema, es la suma de vehículos pesados, vehículos livianos, vehículos menores y vehículos no motorizados

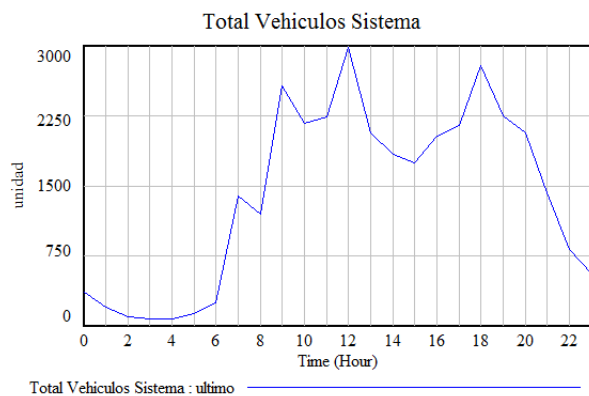


Figura 3. Total de vehículos en el sistema

La forma de la curva del total de vehículos menores tiene una forma parecida a los vehículos menores.

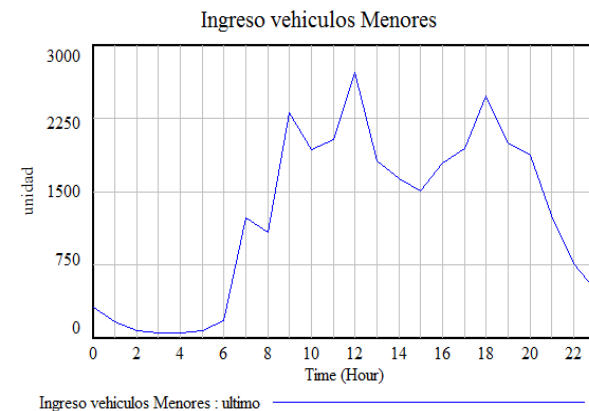


Figura 4. Total de vehículos menores en el sistema

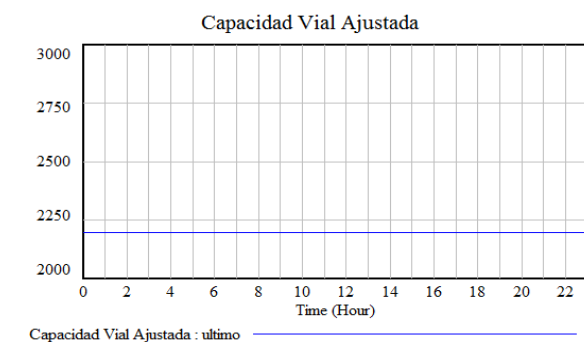


Figura 5. Capacidad vial ajustada

La relación de vehículos en el sistema con la capacidad, muestra que el valor es de 0.40, en las cuadras anteriores tiene un valor de 0.42 de acuerdo a otros estudios. Tiene un mayor grado de saturación.

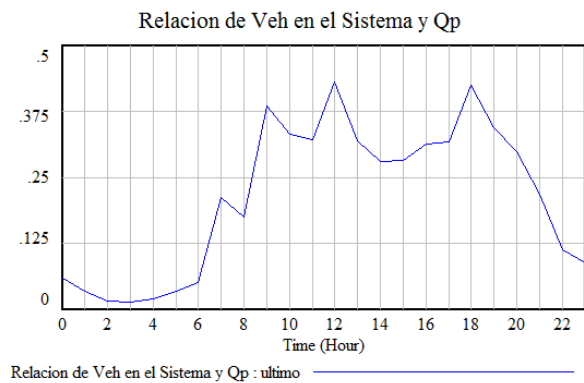


Figura 6. Relación de vehículos en el sistema y Qp

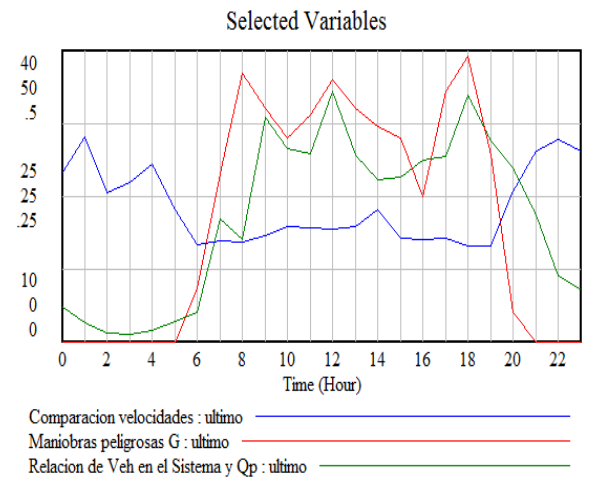


Figura 7. Comparación de variables de velocidad, maniobras peligrosas y relación vehículos en el sistema y Qp

Sostiene que la relación Vehículos en el sistema y capacidad vial. Sus valores don altos cuando existen una capacidad real y los vehículos del sistema son bajos, lo que no ocurre cundo los valores de la capacidad real es alto la otra relación es baja.

Para la discusión de esta sub hipótesis, los pasajeros que se encuentran distribuidos en las cuadras 1, 2 y 3, son los que generan el movimiento de vehículos menores, entonces una mayor demanda de movilización de pasajeros requiere más unidades, consiguientemente ocupan más espacio.

Por otro lado, esta figura 6, cuya fuente es Lechuga L (2019), muestra que temprano es decir de 5 a.m. hasta las 8 a.m., la capacidad real está por debajo de los pasajeros transportados, que indicaría que se incorporan más unidades de transporte a partir de la 8 a.m., que hace que la capacidad real de la avenida sea mayor al indicativo de transporte de pasajeros.

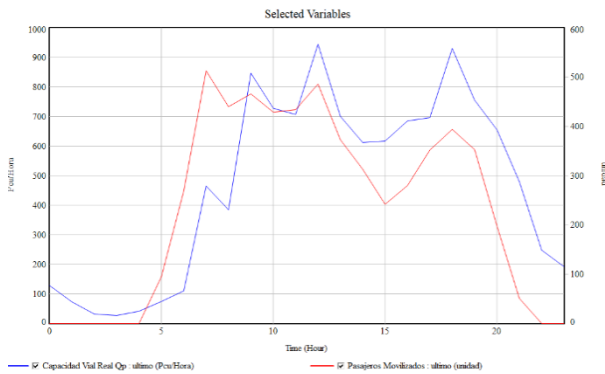


Figura 8. Relaciones entre capacidad vial real y pasajeros transportados

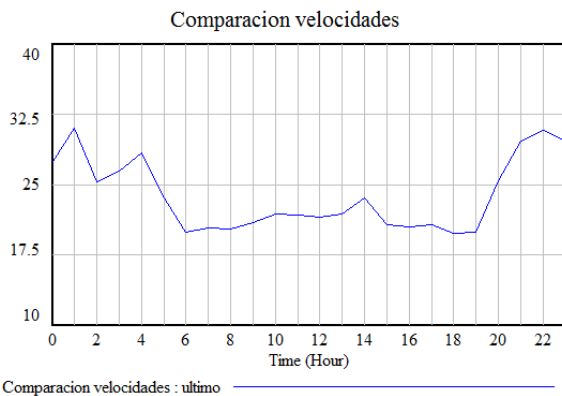


Figura 9. Velocidad de vehículos menores

Conclusión

El transporte de pasajeros se efectúa con mayor intensidad de 7 a.m. hasta 8 pm, lo que hace sostenible el tráfico en la zona, sin embargo, aún no genera congestión, pese a que la velocidad en la zona de estudio es de 22.60 Km/hora, que está por encima de la velocidad de congestión que es 19.48 Km/hora. Siendo 6128 pasajeros movilizados diariamente.

Las capacidades reales del sistema fueron contrastadas con los vehículos en la zona de estudio, observando que el Índice de saturación tiene valores que no llegan a 0.50, el valor obtenido es de 0.40, siendo preocupante si tuvieran valores cercanos a la unidad.

El modelado obtenido por el software Vensim, se aprecian varios gráficos, el grafico donde se aprecia que la gráfica de la Capacidad Vial Real (Qp), su forma es similar a la gráfica del total de vehículos del sistema, con la diferencia que la hora pico más alta de las noches es casi igual a la hora pico del medio día. También, se aprecia que la posibilidad de accidentes está en relación al número de pasajeros transportados y ha ocurrido de 6.00 a.m. a 7.00 pm. La velocidad con relación a los Vehículos del sistema/ Capacidad Vial, tienen casi la misma forma en el horario 8.00 am a 8.00 pm., el número

de maniobras peligrosas prácticamente se encuentra en ese intervalo. En otra gráfica se puede apreciar que la línea que representa la capacidad teoría de la vía sus valores son mucho más altos que la capacidad real. Por otro lado, se aprecia la existencia de mayores valores de velocidad donde la capacidad real es menor.

Se recomienda efectuar las investigaciones para la cuadra 4 de la avenida Tito Jaime, y así tener un mayor conocimiento del corredor, así también lo importante que es la primera cuadra de la Avenida Raymondi.

Referencias bibliográficas

1. Lechuga L. Simulación del tráfico urbano en la avenida Tito Jaime Fernández en las cuadras 1 y 2, en la ciudad de Tingo María utilizando la dinámica de sistemas. [Tesis de posgrado]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2019.
2. Aracil J, Gordillo F. Dinámica de Sistemas. Madrid: Graficas Marte, S.A.; 1995.
3. Benjamin J. Probability, statistics, and decision for Civil Enginners. New York: McGraw-Hill; 1981.
4. Díaz L. Análisis Vial de dos intersecciones sin semáforo en zona aledaña a nuevo terrapuerto de Piura. 2009.
5. Duarte F. El transporte público Colectivo en Bogotá, D.C.: Una mirada desde la dinámica de sistemas. 2011; 16(2): 18-34.
6. Vela F. Estudio de Impacto Vial. [Tesis de pos grado]. Guatemala: Universidad San Carlos Guatemala; 2008.
7. Iñaqui S. Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria. 2011.
8. Mercado D, Sepúlveda J, Pedraza L, Hernández H. Modelo de implementación de TIC en el sector transporte de la ciudad de Barranquilla utilizando dinámica de sistemas. 2014.
9. Mendez O. Propedéutico del Curso de Ingeniería de Transito, La velocidad. 2009
10. Mercado D, Sepúlveda J, Pedraza L, Hernández H. Modelo de Implantación de TIC en el sector transporte dela ciudad de Barranquilla utilizando dinámica de sistemas. Revista Dimensión Empresarial. 2014; 12(1): 36-45.
11. SUTRAN. Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Transito- Código de Transito, Decreto Supremo N° 016-2009-MTC.
12. Tapia J, Veigaza R. Texto de alumno "Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Ingeniería de Trafico. 2006
13. Valencia V. Guía de clase de Ingeniería de Transito. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2007.