

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular aplicando la
Metodología HCM 2000

Por:

Anthony Abel Dominguez Vásquez

Asesor:

Ing. Ferrer Canaza Rojas

Lima, octubre 2020

DECLARACION JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACION

Ferrer Canaza Rojas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: "ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO Y CAPACIDAD VEHICULAR APLICANDO LA METODOLOGÍA HCM 2000" constituye la memoria que presenta el estudiante Anthony Abel Domínguez Vásquez para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en LIMA, a los 12, octubre del 2020.



Ing. Ferrer Canaza Rojas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 12 día(s) del mes de octubre del año 2020 siendo las 9.00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Leonel Chahuares Paucar, el (la) secretario(a): Ing. Reymundo Jaulis Palomino y los demás miembros: Lic. Ramiro Manrique Rua y el (la) asesor(a) Ing. Ferrer Canaza Rojas con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: "Análisis del nivel y capacidad vehicular aplicando la metodología HCM 2000" de los (las) egresados (as):

a) ANTHONY ABEL DOMÍNGUEZ VÁSQUEZ
b)

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en:

INGENIERÍA CIVIL

(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): ANTHONY ABEL DOMINGUE VÁSQUEZ

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	
APROBADO	16	B	BUENO	MUY BUENO

Candidato/a (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Líteral	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó ... al... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Leonel Chahuares
Paucar



Secretario
Ing. Reymundo Jaulis
Palomino

Asesor
Ing. Ferrer Canaza
Rojas

Miembro

Miembro
Lic. Ramiro Manrique
Rua

Candidato (a)
Anthony Abel
Dominguez Vásquez

Candidato/a (b)

Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular aplicando la Metodología HCM 2000

ANTHONY ABEL DOMINGUEZ VÁSQUEZ 1

*EP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana
Unión, Perú*

Resumen

La investigación trata de analizar un tramo de la avenida Bernard Balaguer, ubicada entre la entrada del Inti y la primera garita de la Universidad Peruana Unión, está constituido de pavimento flexible, asimismo la vía cuenta con dos calzadas de circulación. “Para llegar a poder determinar el nivel de servicio vehicular se aplicó el capítulo 17: El Segmentos de calles urbanas del HCM 2010 (versión actualizada de la metodología del HCM 2000)” (Alacántara Quispe, 2018), entonces, para el análisis nivel de servicio se eligió un segmento de todo el tramo de la Av. Bernard Balaguer, la toma de dato como aforo se realizó a diario desde las 7:00 hrs hasta las 21:00 hrs en intervalos de 60 minutos, durante los siete días de la semana en cual se determinó que el día lunes se genera el mayor volumen vehicular está comprendida entre las 7:30 hrs a 8:30 hrs. Teniendo los datos se llegó a la conclusión que el volumen en la hora de máxima de demanda es de 688 vehículos para el segmento. Teniendo así que el tramo de análisis de la Av. Bernard Balaguer tiene un nivel de servicio un nivel de servicio A.

Palabras clave: Capacidad vehicular, nivel de servicio, velocidad de flujo libre base y velocidad de recorrido

Abstract

In this investigation, a section of Bernard Balaguer Avenue was analyzed, located between the entrance of the institute and the first checkpoint of the Universidad Peruana Unión. It consists of flexible pavement, including the road has two roadways. “In order to determine the level of vehicular service, Chapter 17 was applied: The segments of urban streets of HCM 2010 (updated version of the methodology of HCM 2000)” (Alacántara Quispe, 2018). Then, for the service level analysis, a segment of the entire section of Bernard Balaguer Avenue was chosen. The data collection as capacity was carried out daily from 7:00 a.m. to 9:00 p.m. in 60-minute intervals, during the seven days of the week on which Monday is determined the largest volume of vehicles is generated. between 7:30 a.m. and 8:30 a.m. Having the data, it was concluded that the volume at the time of maximum mandates of 688 vehicles for the segment. Taking into account that the analysis section of Bernard Balaguer Avenue has a service level, a service level A

Keywords: Vehicle capacity, service level, base free flow rate and travel speed

**Correspondencia de autor: Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima. E-mail:
anthony.dominguez@upeu.edu.pe*

INTRODUCCIÓN

El artículo titulado “Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular aplicando la Metodología HCM 2000.” responde a una problemática muy latente en el Perú, como es la congestión vehicular que se viene dando desde años atrás, debido a la migración de peruanos hacia Lima como también al crecimiento poblacional y a su vez se refleja en el incremento de vehículos (INEI, 2018). “Los problemas relacionados con flujo vehicular afectan de manera significativa al desarrollo económico ya que demanda de pérdida de tiempo que puede ser utilizado en otras actividades” (Carguajulca, 2018). El problema de investigación se definió con una interrogante: ¿Cuál es Nivel de Servicio y capacidad Vehicular de un tramo de la Av. Bernard Balaguer? Siendo así nuestro objetivo general determinar el nivel de servicio y la capacidad vehicular de un tramo de la Av Bernard Balaguer.

BASES TEÓRICAS

“En la actualidad las ciudades están siendo sobrepobladas debido al gran crecimiento económico y social que se desarrolla en esta. Lima no es la expresión por eso el flujo vehicular generado en la ciudad de Lima se debe a mucho factor lo cuales se debe principalmente a la migración de varios ciudadanos tanto del interior del país, y a su vez la compra o adquisición de vehículos va en aumento.” (MTC, 2018)

HCM .El manual de control de carreteras o Highway Capacity Manual fue creado con el objetivo de lograr un correcto diseño de carreteras. El mismo ha logrado reducciones en los accidentes de vehículos y su gravedad en todos los países desarrollados, con resultados.

El HCM supone entonces un compendio estándares y procedimientos a fin de verificar la calidad de servicio de vías vehiculares, con el objetivo de enfocar los recursos públicos a mejorarlos mismo

Nivel de servicio

El nivel de servicio, en general es una medida cualitativa que se basa en la demora promedio por vehículo para varios movimientos y que mide, en resumen, la calidad que la vía ofrece al usuario, en lo que respecta a las condiciones operacionales.

A cada nivel de servicio corresponde un Volumen de Servicio, que será el máximo número de vehículos por unidad de tiempo (casi siempre por hora), que pasará mientras se conserve dicho nivel. El HCM 2010 establece seis niveles de servicio, los cuales son descritos usando letras desde la A hasta la F. El nivel A representa las mejores condiciones operativas y el nivel F las peores. Cada nivel de servicio representa un rango de condiciones de operación y la percepción del conductor de esas condiciones.

Tabla N° 1 Niveles de Servicio de Capacidad Vehicular.

Nivel de Servicio	Demora de Control (S/vehículos)
A	<10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

METODOLOGÍA

“El Highway Capacity Manual (HCM) es una publicación que hizo el National Research Council en Estados Unidos, por medio de Transportation Research Board (TRB), el cual provee técnicas para la estimación de capacidad de vía y determinar niveles de servicio en carreteras e intersecciones”. (HCM, 2000).

Nuestro tramo de la avenida Bernard Balaguer, ubicada entre la entrada del Inti y la primera garita de la Universidad Peruana Unión para esto seguiremos los siguientes pasos y formulas ya establecido por el Manual:

El Aforo en primer lugar, es necesario determinarlo durante los siete días de la semana para así poder determinar la hora pico y el análisis del sistema total. Así mismo se tomará las características geométricas del tramo a realizar, a partir de ahí se tendrá un volumen total del sistema.

Índice de Congestión está relacionado con el tiempo de recorrido a través del segmento y el tiempo que se emplea en flujo libre mediante la ecuación:

$$CI = \frac{T_r}{T_l}$$

Donde:

CI: Índice de congestión

T_r: Tiempo de recorrido a través del segmento (seg)

T_l: Tiempo de recorrido en condición de un flujo sin congestión (seg)

Posteriormente se deberá obtener el factor de hora pico o factor horario de máxima demanda. Este dato se obtiene con la siguiente formula:

$$FHP = \frac{Q}{4Q_{15}}$$

Donde:

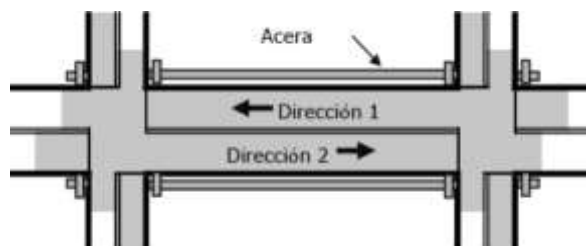
FHP: Factor de hora punta

Q: Volumen horario (veh/h)

Q₁₅: Volumen durante los 15 min punta de la hora (Veh/15min)

El límite de análisis para el segmento se definió por dos puntos de referencia primera garita de la Universidad y por la intersección de la entrada al Inti.

Figura N°1: Límites del tramo a analizar



Fuente: “Tomado de HCM” (HCM, 2000),P. 17 -1.

RESULTADOS

El segmento de tejido seleccionado se encuentra en la carretera Fernando Balaguer en la ciudad de Lima, El segmento tiene 2 carriles cada uno de anchura 3.30 m y una berma de 0. 50 m.El límite de velocidad en la carretera es de 30km/h, transitan por el lugar cualquier tipo vehicular.

Con el fin de observar y medir la tasa de flujo vehicular y las variaciones de velocidades, el segmento de análisis tiene una longitud de 455m.

Los datos fueron recopilados mediante la observación visual en una semana y durante 14hr horas diarias desde las 7:00hr-21:00hr

Tabla N° 2 Características de los segmentos

Descripción	Segmento
Longitud de segmento	455m
Número de carriles	2
Número de accesos	1
Ancho promedio de calzada	6.60 m
Bombeo de 2%	Sí Hacia alcantarillas
Presencia de cunetas	No
Presencia de alcantarillas	Si
Presencia de tapas de concreto para alcantarillas	Si

La estructura del tráfico se determinó mediante el conteo vehiculares diarios desde las 7:00 hrs hasta las 21:00 hrs durante una semana, posteriormente se determinó la composición vehicular total del tramo de vía estudiado. “Los cuales se determinó de acuerdo al tipo de Vehículo determinado por el MTC”

Tabla N° 3: Estructura del análisis vehicular semanal en el tramo.

Tipo de vehículo	Cantidad	%
M1	7245	32.31%
N1	1916	8.54%
N2 Y N3	1033	4.61%
M2	1106	4.93%
M3 CLASE I	1663	7.42%
M3 CLASE III	467	2.08%
L5	7340	32.73%
L3	1656	7.38%
Total	22426	100.00%

Donde:

M1: Vehículo 8 asientos o menos, para el transporte de pasajeros.

N1: Vehículos diseñados para el transporte de mercancías cuyo peso bruto es menor a 3.5 toneladas.

N2 Y N3: Vehículos diseñados para el transporte de mercancías cuyo peso bruto oscila entre 3.5 a 12 toneladas.

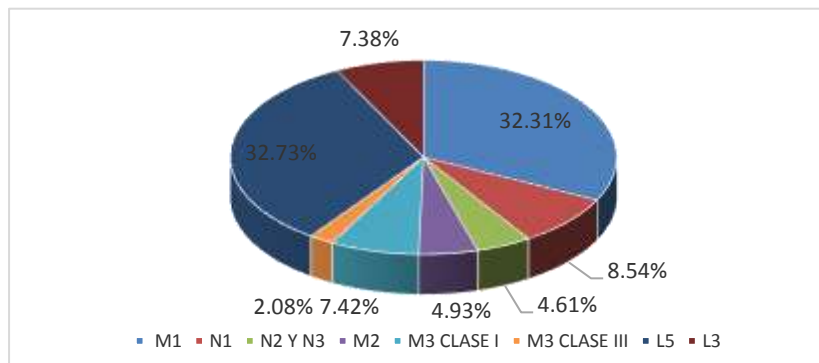
M2: Vehículos de más de 8 asientos, destinado al transporte de pasajeros cuyo peso vehicular es de 5 toneladas o menos.

M3 CLASE I: Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de pasajeros.

M3 CLASE III: Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

L5: Vehículos de 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo L3: Vehículos de 2 ruedas

Figura N°2: Porcentaje de intervención según el tipo de vehículo

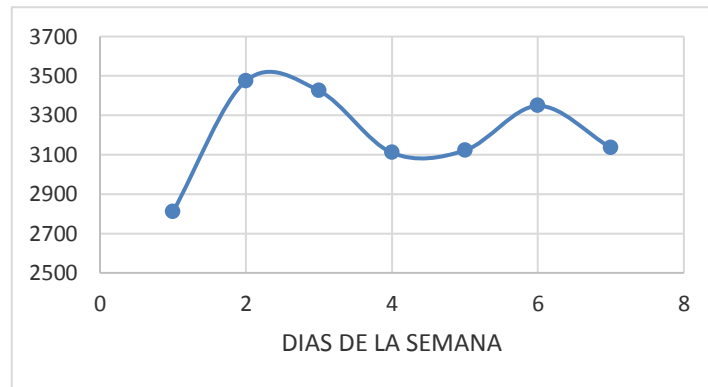


El análisis del flujo vehicular nos proporcionó la facilidad de entender la variación del flujo vehicular a lo largo de los siete días de análisis, con el fin de establecer el día que mayor demanda el cual se muestra en la tabla N°4 que es el día lunes. En la siguiente tabla se muestra el resumen diario de los aforos realizados.

Tabla N°4: Resumen del aforo vehicular semanal del segmento

<u>Día</u>	<u>Cantidad</u>
Domingo	2811
Lunes	3475
Martes	3425
Miércoles	3110
Jueves	3122
Viernes	3348
Sábado	3135

Figura N° 3: Flujo vehicular semanal para el segmento



Como se puede observar en la figura n° 3 el segmento se puede determinar que la mayor cantidad vehicular es el día lunes, debido a eso los datos del día lunes se analizaran y se determinará la hora de máximo volumen vehicular y los 60 minutos de máxima demanda.

Estos valores nos permitieron determinar la máxima intensidad vehicular (capacidad vehicular), el factor de hora punta y el grado de saturación para cada segmento. A continuación, se muestra el cálculo de estos valores para el segmento:

$$I_{max} = \frac{\text{Numero de vehiculos}}{\text{Tiempo(hrs)}} = \frac{413}{0.60} = 688 \text{ veh/h}$$

$$FHP = \frac{Q}{4Q_{60}} = \frac{3475}{413} = 8.41$$

$$CI = \frac{T_r}{T_l} = \frac{2.5m}{1.2m} = 2.08$$

Se muestra a continuación en la tabla n°5 de manera resumida los resultados obtenidos para cada segmento de análisis.

Tabla N° 5: Resultados de los Parámetros establecidos.

Parámetro	Seg.
Volumen vehicular de máxima demanda	413
Capacidad vehicular (veh/h)	688
Factor de hora pico	8.41
Índice de Congestión	2.08

CONCLUSIONES

Determinamos que el tramo posee un nivel de servicio A ya que no presenta mucha congestión vehicular a lo largo del día con mayor demanda, además la capacidad vehicular del segmento es de 688 veh/h.

El aforo máximo es de 413 vehículos, determinado mediante el conteo y la demanda máxima correspondiente a una hora desde las 7:00 am hasta 8:00: am.

Los vehículos que se tienen más presencia en la vía es el tipo L5 (moto taxis o motocicletas). Este vehículo representa el 32.7%

RECOMENDACIONES

Se sugiere verificar que al momento del conteo de los vehículos se realice correctamente ya que este dato puede variar de acuerdo a épocas del año donde el aumento de vehículos puede ser variable.

Se recomienda tener cuidado al momento de la digitación de datos, con el fin de evitar errores.

Se sugiere para una mayor rapidez de modelamiento tener en cuenta el uso del Excel que mayormente se utilizó en esta investigación.

Bibliografía

- Alacántara Quispe, M. D. (2018). Analisis del nive de serivicio y capacidad vehicular de la Avenida San Martin de Porres, ubicada ente la avenida Atahualpa y la avenida Argentina, Aplicando la Metodologia HCM 2010.
- Arguedas Beranal, C. A., & Mosqueira Grosso, R. E. (2018). Propuesta de Solución Integral en la Av. Del Aire entre las Avenidas Aviación, San Luis y Rosa Toro, mediante un Análisis de la Congestión Vehicular Aplicando la Metodología HCM 2010.
- Borjas, G. (2013). Análisis , Diseño e Implementacion de un Sistema De Información para la Administración de Horarios y Rutas en Empresasde Transporte Público .
- Carguajulca, A. (2018). Analisis del transito vehicular en Lima. CORREO.
- DG. (2018). Manual de Carreteras.
- HCM. (2000). Highway Capacity Manual .
- INEI . (2018). Intituto Nacional de Estadistica e Investigación .
- MTC. (2018). Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Ramírez, S. M., & Veloz Rosas, J. (2012). Guía de estrategias para la reducción deluso del auto en la ciudad de Mexico .