

# UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



## **Micro simulación y propuesta para reducir la congestión de tráfico vehicular de la intersección La Bolichera - Surco, Lima**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Alexander Fidel Fernandez Salazar

**Asesor:**

Dr. Leopoldo Choque Flores

*Lima, Febrero del 2023*

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Leopoldo Choque Flores, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**Micro simulación y propuesta para reducir la congestión de tráfico vehicular de la intersección La Bolichera – Surco, Lima**” del autor Alexander Fidel Fernandez Salazar tiene un índice de similitud de 15 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 24 días del mes de mayo del año 2023.

  
Leopoldo Choque Flores

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 18 día(s) del mes de mayo del año 2023 siendo las 10:00 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Ing. Ferrer Canaza Rojas, el secretario: Mg. Leonel Chahuares Paucar y los demás miembros: Mg. Roberto Roland Yoctun Rios y el asesor Dr. Leopoldo Choque Flores con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Micro simulación y propuesta para reducir la congestión de tráfico vehicular de la intersección La Bolichera - Surco, Lima"

.....de el(los)/la(las) bachiller(es): a) ... **ALEXANDER FIDEL FERNANDEZ SALAZAR** .....  
 .....b) .....  
 .....conducente a la obtención del título profesional de:.....  
 ..... **INGENIERO CIVIL**.....  
 con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) 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(los)/la(las) 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): ..... **ALEXANDER FIDEL FERNANDEZ SALAZAR** .....


CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<b>APROBADO</b>	<b>16</b>	<b>B</b>	<b>BUENO</b>	<b>MUY BUENO</b>

Candidato (b): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) 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  
 Ing Ferrer  
 Canaza Rojas

  
 \_\_\_\_\_  
 Secretario  
 Mg. Leonel  
 Chahuares  
 Paucar

\_\_\_\_\_  
 Asesor  
 Dr. Leopoldo  
 Choque Flores

\_\_\_\_\_  
 Miembro  
 Mg. Roberto  
 Roland Yoctun  
 Rios

\_\_\_\_\_  
 Miembro

\_\_\_\_\_  
 Candidato/a (a)  
 Alexander Fidel  
 Fernandez Salazar

\_\_\_\_\_  
 Candidato/a (b)

# MICRO SIMULACIÓN Y PROPUESTA PARA REDUCIR LA CONGESTIÓN DE TRÁFICO VEHICULAR DE LA INTERSECCIÓN LA BOLICHERA – SURCO, LIMA

## MICROSIMULATION AND PROPOSAL TO REDUCE VEHICULAR TRAFFIC CONGESTION AT THE INTERSECTION LA BOLICHERA - SURCO, LIMA

Alexander Fidel Fernandez-Leopoldo Choque Flores

Universidad Peruana Unión. (Perú)

Received: DD/MM/AA – Reviewed: DD/MM/AA -- Accepted: DD/MM/AA - DOI: <https://dx.doi.org/10.6036> (To be completed by Editor)

### ABSTRACT:

*The objective of this investigation was to carry out a microsimulation analysis. The proposal was to generate underpasses to reduce vehicular traffic congestion at the intersection La Bolichera, Surco, Lima, Peru. In this sense, the current state of the intersection was evaluated, and a road improvement was proposed, in such a way that an improvement of vehicular traffic is reflected through the PTV VISSIM 9 program. The modeling of the project has been developed with the VISSIM software, the most used tool in model design and simulation, which was validated with a statistical indicator in the congested intersection that was selected. First, it was modeled and simulated for the current state and then the model was modified to improve the performance of the intersection.*

*The result was an improvement from a level of service F to a level C. The bypasses also helped to avoid left turns, which is the main cause of the origin of the traffic queue, reducing the traffic queue by 41.45% and increasing the travel speed from 20 to 40 km/h.*

**Keywords:** Microsimulation, congestion, traffic, service.

### RESUMEN:

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un análisis de microsimulación. La propuesta fue generar pasos a desnivel subterráneos para reducir la congestión de tráfico vehicular de la intersección La Bolichera, Surco, Lima, Perú. En ese sentido, se evaluó el estado actual de la intersección y se propuso una mejora vial, de tal manera que, se vea reflejada una mejora de tránsito vehicular a través del programa PTV VISSIM 9. La modelación del proyecto ha sido desarrollada con el software VISSIM, herramienta más utilizada en diseño de modelo y simulación, la cual, se validó con un indicador estadístico en la intersección congestionada que fue seleccionada. Primero, se modeló y simuló para el estado actual y luego se modificó el modelo para mejorar el rendimiento de la intersección.

El resultado fue una mejora de un nivel de servicio F llevándolo a un nivel C. Los *bypass* también ayudaron a evitar los giros a la izquierda, quien es la principal causa del origen de la cola de tráfico, llegando a reducir en un 41,45% la cola de tráfico y aumentando la velocidad de recorrido de 20 a 40 km/h.

**PALABRA CLAVE:** Microsimulación, congestión, tráfico, servicio.

## 1. - INTRODUCCIÓN

La ciudad de Lima ha tenido un desarrollo de gran magnitud, según World Population Prospects 2022. Hoy en día, la población mundial es más de tres veces mayor que a mediados del siglo XX. La población humana mundial llegó a los 8.000 millones a mediados de noviembre del 2022. En lo que respecta a la población como al uso del suelo, y con ello la cantidad de vehículos y el mercado orgánico del transporte, la velocidad típica del tráfico ha ido disminuyendo, lo que amplía el tiempo de retención y el tiempo que un vehículo pasa en un marco de calle, provocando una reducción en los grados de nivel de servicio.(1)-(2).

La mayor parte de limeños se ubicaron de forma precaria y englobados en enormes aumentos de alojamiento. La mayor parte de ellos funcionaban como barriadas en el cono norte, este y sur, con serias carencias cuantitativas y cualitativas de infraestructura y servicios urbanos(3)

De acuerdo con las cifras de la SUNARP, la venta de vehículos livianos llegó a 14,863 unidades en setiembre del 2022, con ello, las ventas acumuladas entre enero y setiembre del 2022 se ubicaron en 120,026 unidades, registrando un crecimiento del 7,5% en comparación y similar al periodo del año anterior.(4)



Fig. 1. Ciudades del mundo con mayor congestión de tráfico. (FORBES 2019)

La expansión en la progresión de vehículos ha superado el límite de la convergencia de la Av. Tomas Marzano y Av. Proceres, provocando el malestar de los habitantes que transitan y teniendo que lidiar con la contaminación y la incertidumbre que provoca el incremento de vehículos en el cruce (5).

El tráfico en las comunidades urbanas sin arceles aborda un intenso peso en los marcos de las calles, así como, un importante manantial de conmoción y contaminación del aire, desarrollo de viaductos sobre la calle de circunvalación, convergencias y calles de acceso, tales como, arreglos que desarrollan aún más la seguridad del tráfico y dan un mejor bienestar del tráfico, seguro del clima y seguro ecológico(6).

En numerosas comunidades urbanas es normal encontrar casos de ausencia de trazado de calles, cambios imprevistos en la cantidad de caminos, área de paradas de transporte, disminución de la anchura de la calle, y diferentes insuficiencias que frustran la progresión del flujo de tráfico. La presión sobre el límite de las calles públicas existentes es perfecta y se está expandiendo(7)(8).

Los niveles de ayuda se han caracterizado de manera que abordan alcances sensibles de los tres factores: velocidad de circulación, espesor y volumen idéntico. El estado general de las curvas de volumen de espesor de velocidad común requiere que, a medida que el grado de administración se desplaza de A - F, el alcance de las densidades y las velocidades incorporadas por cada nivel se vuelve más prominente, mientras que, los alcances relativos a los volúmenes se vuelven más modestos.(9)

Últimamente, los expertos en transporte han utilizado técnicas microscópicas de simulación de tráfico para evaluar y comparar el rendimiento operativo de las alternativas de diseño. Recientemente, ha habido interés en ampliar los usos de las técnicas de simulación de tráfico para la evaluación de la seguridad(10).

Hay diferentes tipos de visualización y su aplicación dependerá fundamentalmente del tema y del nivel de importancia requerido. Entre los fundamentales que se mencionan a continuación son: modelación macroscópica y modelación microscópica.

Los modelos microscópicos retratan las progresiones de la condición del marco a lo largo de lapsos de tiempo discretos. Dentro de estos modelos, se pueden reconocer los modelos de tiempo y de ocasión(11).

Los modelos de simulación computacional se utilizan en diferentes áreas de la ciencia porque pueden predecir, reproducir y evaluar escenarios reales e hipotéticos. El alcance que tuvo la presente investigación se centra en el uso de VISSIM, un software de simulación de tráfico microscópico que está ganando cada vez más reconocimiento.(12)-(13)

El modelo de flujo de tráfico VISSIM es un modelo minúsculo, discreto y estocástico, basado en pasos de tiempo con unidades conductor-vehículo como sustancias únicas, que contiene un modelo psicofísico de seguimiento del vehículo para el desarrollo longitudinal del mismo y un cálculo basado en la norma para los desarrollos horizontales, modelo basado en el trabajo continuado de Wiedemann indicado en la **Figura 2**.(14)

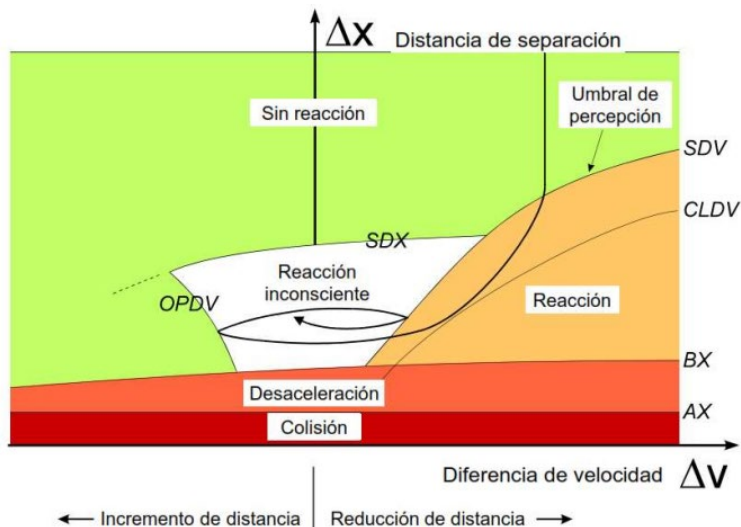


Fig. 2. Modelo de seguimiento vehicular Wiedemann 1974. (PTV VISSIM 2015)

Vissim proporciona opciones integrales de configuración del tráfico y la capacidad de manipular a los participantes de este. El modelo de conductor de Vissim se basa en el comportamiento de conducción táctico. Esto se debe a que los participantes del tráfico planifican sus acciones dentro del tiempo y el espacio. (15)

De tal manera, se analizó el cruce de las 4 avenidas y poder liberar la cola de tráfico que se forma al estar en sus horas de alto tránsito y así hacer una corriente más fluida y con menor tiempo de retraso.

El software Vissim, a través del comando nodo, permite calcular la definición y eficiencia del sistema. Entre estos, podemos mencionar el retraso promedio, el retraso máximo, el promedio y las colas máximas de vehículos (16)

Actualmente, encontrar una solución a estos problemas requiere que la inversión de importantes recursos se dirija a mejorar el diseño geométrico de las vías (congestión-vehicular).(17)

## 2. – MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. – PLAN DE MONITOREO

Los puntos de control que se encontraron en la intersección de la Av. Tomas Marzano y la Av. Caminos del Inca, referente a los conductores que se trasladan por esas avenidas, se obtuvieron dos cámaras de vigilancia y así se logró visualizar el tránsito real en la zona de estudio, como se detalla en la tabla 1.

Con las autorizaciones respectivas de las entidades vinculantes se accedió a las videograbaciones.

**Cuadro 1.** Puntos de control en la Avenida Tomas Marzano - Lima.

**Table 1.** Control points at Avenue Tomas Marzano - Lima.

N°	Descripción	Coordenadas UTM 18L		Zona de aplicación
		Este	Norte	
1	Av. Tomas Marzano (Av. Próceres)	283873.962	8656301.372	Protección especial
2	Av. Tomas Marzano (Caminos del Inca)	283904.529	865632.085	Protección especial

Para la exploración, se utilizó el procedimiento de percepción organizada. La percepción organizada se realiza con la ayuda de componentes especializados adecuados, como archivos y tablas. Además, se denomina, de este modo, percepción del marco.

En la **Figura 3** podemos ver cómo se comportan los vehículos en el nodo de la intersección. Visualizando como son sus recorridos, se enumeró del 1 al 21 y cada origen se representó con un color. De ello, se obtuvo un inventario según la clasificación de vehículos y se calculó cuántos vehículos, según su tipo, pasan por esa dirección.

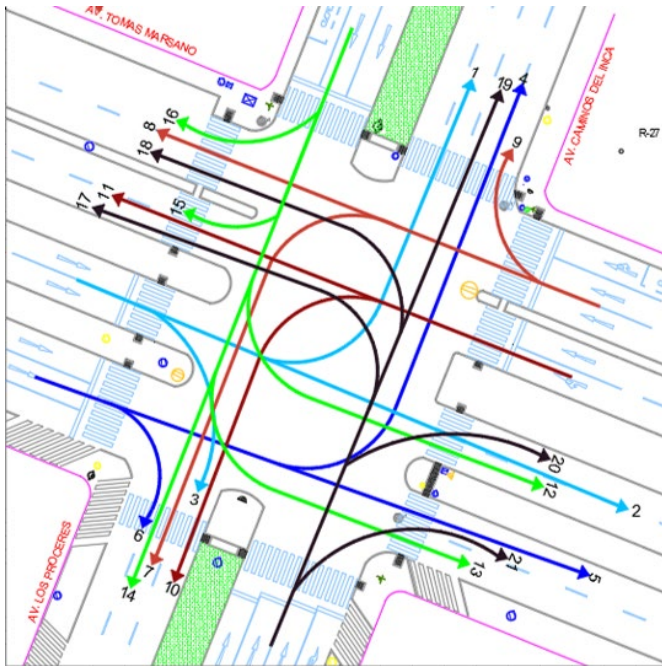


Fig. 3. Flujo de tráfico de la intersección.

Por otra parte, en la **Figura 4**, se observa el ciclo semafórico actual de la intersección, el cual, contempla movimientos seguros a fin de evitar accidentes. Sin embargo, esto hace que aumente el tiempo de espera de los vehículos, así como, la cercanía del paradero cerca a la intersección, por lo que, aun con una programación semafórica acorde a la demanda, no mejora el tránsito de forma sustancial y la operación vehicular de la intersección.

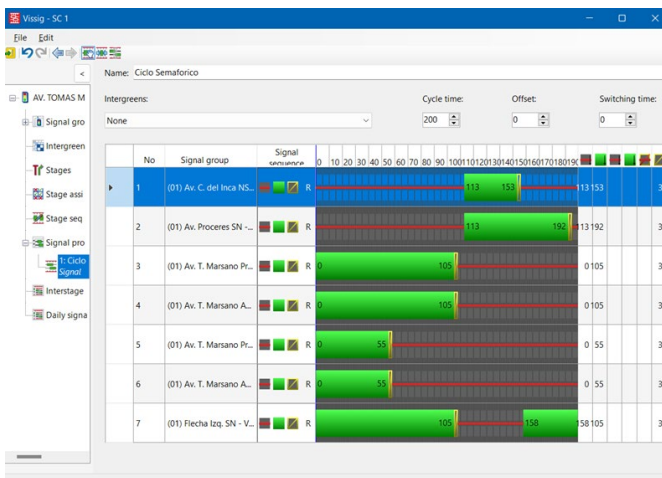


Fig. 4. Duración de fase del semáforo.

### 2.1.1. – CONTEO DE VEHÍCULOS

Mientras se analizaba el registro de las videgrabaciones, los vehículos fueron contados y clasificados (Autos, C. Rural, Microbuses, Buses, Tráiler, Moto lineal) considerando el día con mayor tránsito vehicular y la hora pico, las diferentes categorías según el reglamento nacional de vehículos establecido (R.D. Nº 028-2014-MTC -DG, 2014).

El volumen de tráfico se caracteriza por ser la mayor cantidad de vehículos que transita por un punto determinado durante un periodo de tiempo determinado. La unidad para el volumen es esencialmente "vehículos" o "vehículos por unidad de tiempo". Un periodo de tiempo típico para el volumen es un día, representado como vehículos cada día. Los volúmenes diarios se utilizan muchas veces como la planificación de carreteras(18).

## 2.2. – ÁREA DE ESTUDIO

### 2.2.1. – DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA.

La revisión se realizó en el cruce de cuatro avenidas: Av. Tomás Marzano, Av. Caminos del Inca, Av. Los Próceres y Av. Los Héroes, en la ciudad de Lima, capital del Perú. Hoy en día, son unas de las vías más bloqueadas de la ciudad por el flujo de 40 líneas de transporte público, sin perjuicio de la difusión del transporte privado. En esta intersección se tomaron dos puntos de control de videograbaciones según la **Figura 5**, y, de ambos, se realizó los conteos vehiculares. Asimismo, el conteo vehicular para el volumen se realizó durante 3 días; martes, jueves y sábado en el horario 6:00 a.m. – 10:00 a.m. y 6:00 p.m. – 10:00 p.m., de acuerdo con el horario de mayor demanda vehicular, con un tiempo de control de cada 15 minutos. Se consideraron estos 3 días, ya que, entre los días de semana y fines de semana, hay mayor tráfico a comparación de los domingos. Ello ayudo a realizar el cálculo del volumen vehicular, puesto que, para el análisis, solo se requiere la hora pico del día con mayor demanda.

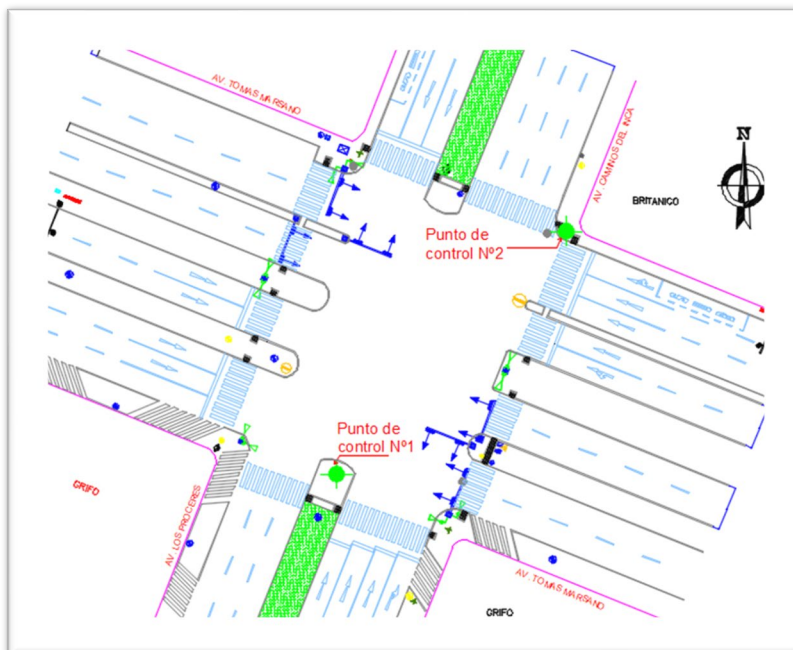


Fig. 5. Mapa de Zona de Estudio – Intersección.

## 2.3. – CALIBRACIÓN

### 2.3.1. – CALIBRACIÓN DE PARAMETRO DEL MODELO DE SEGUIMIENTO

Dado que la calibración consiste en ajustar los parámetros del modelo con la finalidad de que este represente de la mejor manera la capacidad y el modelo de comportamiento, una vez determinados los atributos del modelo de seguimiento los cuales fueron indicados anteriormente se procedió a variar los mismos en el modelo de seguimiento, antes de realizar las respectivas corridas del modelo fue necesario establecer el número de repeticiones que permiten inferir con un nivel de confianza ciertos parámetros estadísticos, se establece un número mínimo de corridas dada la variación de los resultados de acuerdo al número semilla asignado que genera un número aleatorio y hace que varíen ciertas características del modelo frente a acciones específicas dentro de las que se encuentran el nivel de agresividad en la conducción, cargar a la red ciertas tipologías de vehículos, entre otros. Para la determinación de número mínimo de corridas como primera medida se hace necesaria la determinación de parámetros estadísticos (media y desviación estándar) al denominado atributo de eficiencia del modelo que en el caso puntual corresponde a los flujos vehiculares por cada uno de los links de la intersección, para el caso de la desviación estándar se determinó por medio de la siguiente expresión

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Donde:

s= Desviación estándar de los datos

X= Parámetro de eficiencia (Volúmenes vehiculares)

$\bar{X}$  = Valor promedio del parámetro de eficiencia N= Número de corridas inicial



Dado que el valor mínimo de corridas no se puede conocer de una manera directa, una vez obtenidos los parámetros estadísticos de los datos se procede a la determinación del intervalo de confianza, por medio del cual se llega a la estimación del número de repeticiones necesarias. A continuación, se muestra la expresión para hallar el CI

$$CI_{1-\alpha\%} = 2 * \frac{t\alpha}{2} N - 1 * \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Donde:

$CI_{1-\alpha\%}$  = Intervalo de confianza

$t_{\alpha, N-1}$  = Distribución t student de dos colas para N-1 grados de libertad

s = Desviación estándar de los datos

N = Numero de corridas inicial

Una vez determinado el nivel intervalo de confianza se entra en el cuadro 2, con el valor de CI/s y se obtiene el número de corridas mínimo para cada modelo.

**Cuadro 2.** Número mínimo de corridas para un modelo de Microsimulación.

**Table 2.** Minimum number of runs for a Microsimulation model

RANGO DESEADO (CI/S)	CONFIANZA DESEADA	REPETICIONES MINIMAS
0.50	99%	130
0.50	95%	83
0.50	90%	64
1.00	99%	36
1.00	95%	23
1.00	90%	18
1.50	99%	18
1.50	95%	12
1.50	90%	9
2.00	99%	12
2.00	95%	8
2.00	90%	6

Número mínimo de corridas para la intersección. En la Figura 6, se muestran los datos obtenidos de volumen vehicular por movimiento obtenidos con 10 corridas iniciales del modelo, con sus correspondientes datos estadísticos

ACCESOS	SIMULACIONES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACCESO SUR	1488	1377	1498	1466	1559	1578	1587	1403	1454	1450
ACCESO NORTE	525	447	474	447	624	641	630	513	468	548
ACCESO OESTE	1603	1647	1710	1540	1684	1600	1630	1685	1690	1576
ACCESO ESTE	1765	1832	1850	1717	1811	1730	1874	1727	1848	1699
TOTAL	5381	5303	5532	5170	5678	5549	5721	5328	5460	5273
MEDIA	5439.50									
DESVIACION ESTANDAR	180.10									

Fig. 6. Desviación estándar volúmenes para 10 corridas

Con estos resultados, se procede a obtener la distribución t student para un nivel de confianza del 95%

gl	ÁREA DE DOS COLAS						
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001	0,0001
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619	6366,198
2	1,886	2,920	4,303	6,695	9,925	31,598	99,992
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924	28,000
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610	15,544
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869	11,178
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959	9,082
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408	7,885
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041	7,120
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781	6,594
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587	6,211
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437	5,921
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318	5,694
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221	5,513
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140	5,363

Fig. 7. Nivel de confianza de 95%

$$Cl_{1-\alpha\%} = 2 * 2.262 \frac{180.1}{\sqrt{10}}$$

$$Cl_{1-\alpha\%} = 258$$

$$\frac{Cl_{1-\alpha\%}}{s} = \frac{258}{180.1} = 1.43 = 1.5$$

$t_{\frac{\alpha}{2}, N-1} = 2.262$ para NC de 95%	$s = 180.1$	$N = 10$
--	-------------	----------

Para un valor de CI/s = 1.5 con un nivel de confianza de 95% el número mínimo de corridas es 12

De esta manera se tiene que para los dos modelos se debe realizar un número mínimo de corridas de 12. En este sentido se realizaron 2 grupos de corridas para cada uno de estos, un grupo con los parámetros por defecto en el modelo de seguimiento de VISSIM, otro con los parámetros determinados.

A continuación, se relacionan los resultados obtenidos para la intersección, en figura 8 se muestran los resultados con los parámetros del modelo de seguimiento por defecto de VISSIM, como se puede observar el volumen obtenido a partir de haber modificado los parámetros de conducción, se acercan en gran medida al volumen observado en campo, esto en contraste con los volúmenes obtenidos con los parámetros sin modificación.

ACCESOS	VOLUMEN OBSERVADO EN CAMPO	VOLUMEN CON PARAMETROS POR DEFECTO	VOLUMEN CON PARAMETROS CALIBRADOS
ACCESO SUR	1868	1468	1805
ACCESO NORTE	796	487	674
ACCESO OESTE	2428	1509	2072
ACCESO ESTE	2461	1783	2452
TOTAL	7553	5247	7003

Fig.8. Resultados obtenidos por intersección.

Respecto a los resultados de la intersección, se evidencia que el modelo presenta una gran sensibilidad, puesto que el volumen modelado de los parámetros por defecto y el modelo calibrado difieren en gran diferencia, esto debido a que los parámetros por defectos de conducción vehicular presentan valores para para vías en un entorno urbano con

grandes impacto de tráfico vehicular, en comparación a la realidad de nuestras vías, donde los conductores presentan un modo de conducción agresivo e intempestivo.

Se utilizó el indicador de calibración GEH que evalúa, fundamentalmente, la similitud entre los volúmenes vehiculares tomados en campo y los volúmenes vehiculares de la simulación, dicha fórmula se muestra a continuación:

$$GEH = \sqrt{((2 * (E - V)^2)/(E + V))}$$

Dónde:

GEH: Indicador Estadístico  
 E: Volumen estimado del Modelo  
 V: Volumen medido de Campo

La utilización de la GEH tiene reconocimiento para los modelos de micro simulación que se percibe en el Design Manual for Roads and Bridges (DMRB) (Manual de Diseño de Vías Urbanas) de la Organización de Parques del Reino Unido (Inglaterra, 2015).(19).

Las normas de alineación y aprobación de los estándares locales establecen:

**Cuadro 3.** Indicador estadístico.

**Table 3.** Statistical indicator

GEH	Indicador Estadístico
0.0 -5.0	Verificación permisible
5.0 -10	Se justifica a la investigación
10.0 a más	Existe una alta probabilidad de un problema con el modelo

## 2.4. – NIVELES DE SERVICIO VEHICULAR – MÉTODO DE DEMORAS

Producto de la simulación, se obtienen los niveles de servicio vehiculares, los cuales, están sustentados con el indicador “Demoras”, cuyos límites pueden ser visualizados en el Cuadro 3. Estos límites son utilizados por el software Vissim, que fueron definidas en Highway Capacity Manual, del año 2010.

**Cuadro 4.** Niveles de servicio vehicular – Demoras.

**Table 4.** Vehicle Service Levels - Delays.

NIVEL DE SERVICIO VEHICULAR	INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA	INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA
A	TIEMPO <10s	
B	>10 s a 20 s	>10 s a 15 s
C	>20 s a 35 s	>15 s a 25 s
D	>35 s a 55 s	>25 s a 35 s
E	>55 s a 80 s	>35 s a 50 s
F	> 80 s	> 50 s

Asimismo, entre los elementos que influyeron en el grado de administración, hay diferencia entre factores interiores y exteriores. Los factores interiores son los que se comparan con las variedades de velocidad, volumen, tramo de tráfico, nivel de puntos de cruce o

desarrollos direccionales, etc. Entre los exteriores, se encuentran las cualidades reales, como: la anchura de la vía, la libertad horizontal, la anchura de los arcones, las inclinaciones, etc. (20)

Los niveles de servicio que indican en la **Figura 9** cuantifican el estado en el que se encuentra la vía, debido al volumen vehicular que se presenta, teniendo en consideración los límites de capacidad que puede llegar a soportar la intersección. A medida que el nivel de servicio cambia, se percibió una mayor desaceleración y colisión vehicular.

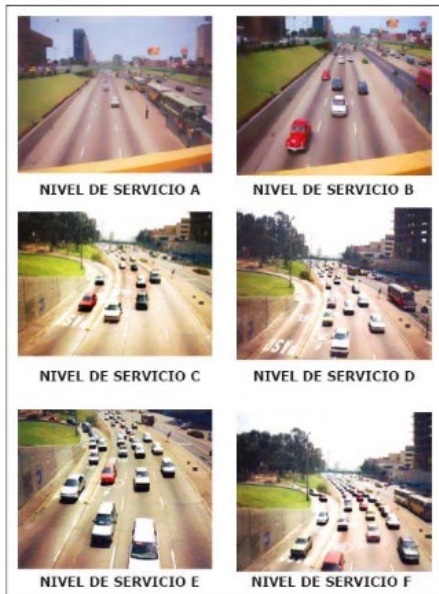


Fig.9. Nivel de Servicio. Manual 2005 VCHI. (Diseño Geométrico de Vías Urbana).

### 3. – RESULTADO

El desarrollo del modelo en la situación actual, se modelaron todas las características viales que existen actualmente en la intersección. Estas características se basan principalmente en la configuración del diseño geométrico actual, del modo de conducción y la composición vehicular según los datos de campo, siendo el dato principal; el volumen vehicular.

En la **Figura 10** podemos visualizar el volumen con el que se realizó el análisis para el desarrollo de la simulación con el diseño geométrico actual y para la propuesta con los pasos a desnivel y fueron los siguientes:

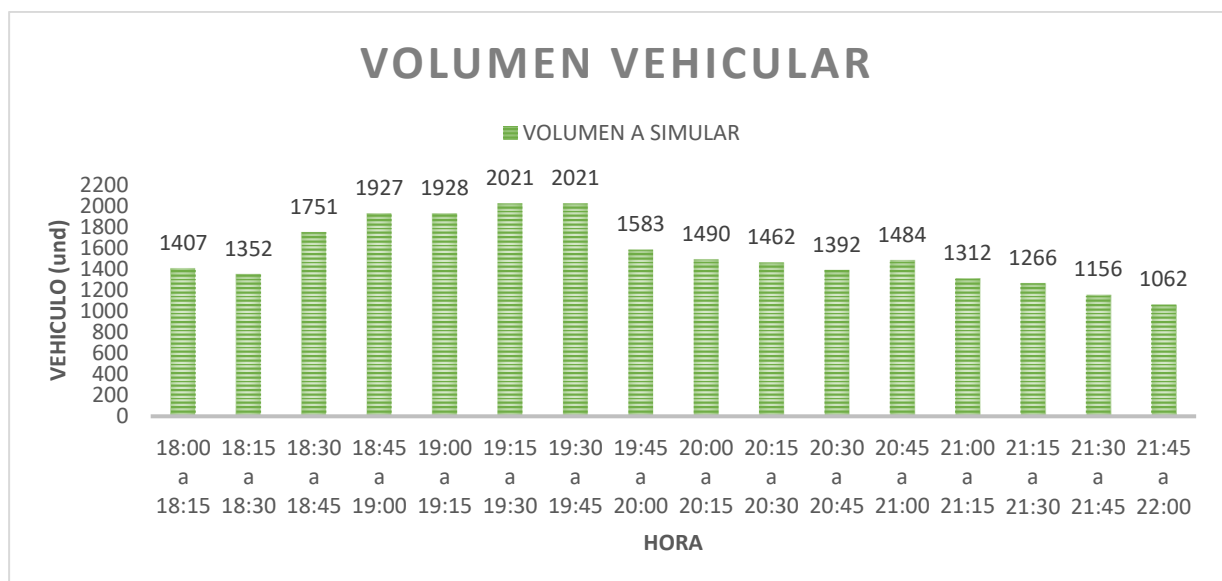


Fig. 10. Volumen de la microsimulación para situación actual y propuesta.

En la **Figura 11**, se aprecia el resumen por direcciones en intervalos de 1 hora, lo que se entiende como hora pico de 19:00 a 20:00 horas. Considerando lo antes mencionado, en la **Figura 12**, se aprecia, según la enumeración del flujograma indicado en la **Figura 3**, como transitan los vehículos en los diferentes modos de dirección, teniendo en consideración vehículo ligeros y pesados, el cual se ingresó en el software PTV Vissim y se obtuvo la situación simulada según lo reflejado en campo.

JUEVES TURNO 2					
HORARIO	PROCERES / C.INCA	MARZANO/CIUDAD	C.INCA / PROCERES	SJM/MARZANO	TOTAL
18:00 a 19:00	1602	1887	979	1969	6437
19:00 a 20:00	1868	2428	796	2461	7553
20:00 a 21:00	1187	1898	700	2043	5828
21:00 a 22:00	893	1918	578	1407	4796

Fig.11. Resumen del día donde se obtuvo la mayor demanda vehicular.

VOLUMENES POR TIPO DE VEHICULO																							
MOVIMIENTOS																							
TIPO DE VEH.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	SUMA	%
<b>Autos</b>	77	753	8	6	650	169	8	700	129	347	500	46	70	413	5	25	172	110	601	104	500	<b>5393</b>	<b>71.4%</b>
<b>C. Rurales</b>	1	1	1	1	103	1	1	143	1	127	87	15	20	50	1	1	1	1	1	1	79	<b>637</b>	<b>8.4%</b>
<b>Microbuses</b>	1	16	1	1	45	1	1	6	8	6	61	1	2	12	1	1	1	1	2	1	5	<b>174</b>	<b>2.3%</b>
<b>Buses</b>	1	127	1	1	15	1	1	82	5	1	9	2	25	15	1	1	1	1	16	1	28	<b>335</b>	<b>4.4%</b>
<b>Trailer</b>	1	15	1	1	61	1	1	28	1	2	10	1	2	12	1	1	1	1	6	1	15	<b>163</b>	<b>2.2%</b>
<b>Mototaxis</b>	10	132	1	1	159	63	1	130	1	1	63	1	30	37	3	1	51	1	78	3	84	<b>851</b>	<b>11.3%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>91</b>	<b>1044</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>1033</b>	<b>236</b>	<b>13</b>	<b>1089</b>	<b>145</b>	<b>484</b>	<b>730</b>	<b>66</b>	<b>149</b>	<b>539</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>227</b>	<b>115</b>	<b>704</b>	<b>111</b>	<b>711</b>	<b>7553</b>	<b>100%</b>

Fig.12. Volumen en la hora pico.

En la **Figura 13**, pudimos apreciar que el mayor volumen vehicular es de vehículos ligeros llevando el mayor porcentaje, aun así, influyen de gran manera los vehículos pesados, ya que, al ser pesados retarda la salida y los vehículos de transporte publico generan una cola al esperar el ascenso y descenso de pasajeros. De igual manera, la falta de educación vial no ayuda a poder tener un flujo continuo.

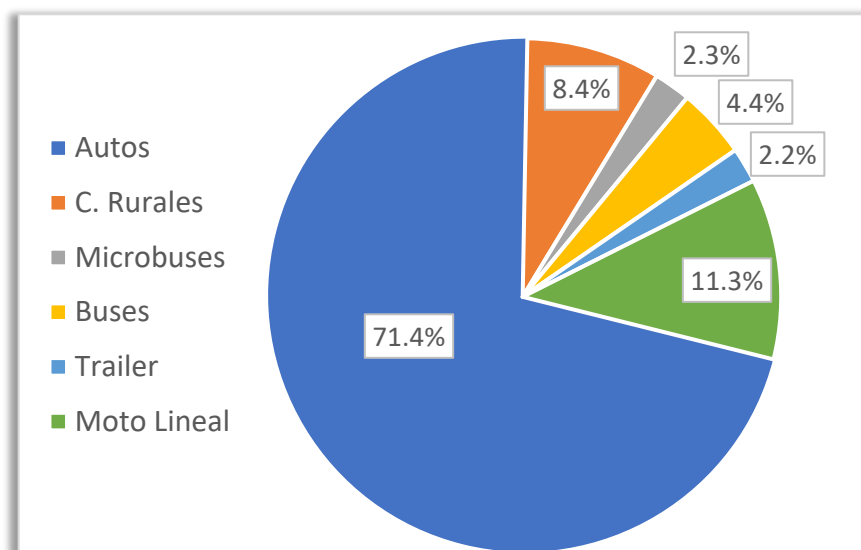


Fig. 13. Composición vehicular de la Hora pico

Se determinó que la hora pico en la intersección es entre las 7:00 p.m. – 8:00 p.m. del día jueves, por lo que, podemos tomar los datos obtenidos en ese rango como hora pico para la microsimulación indicados en la **Figura 14**.

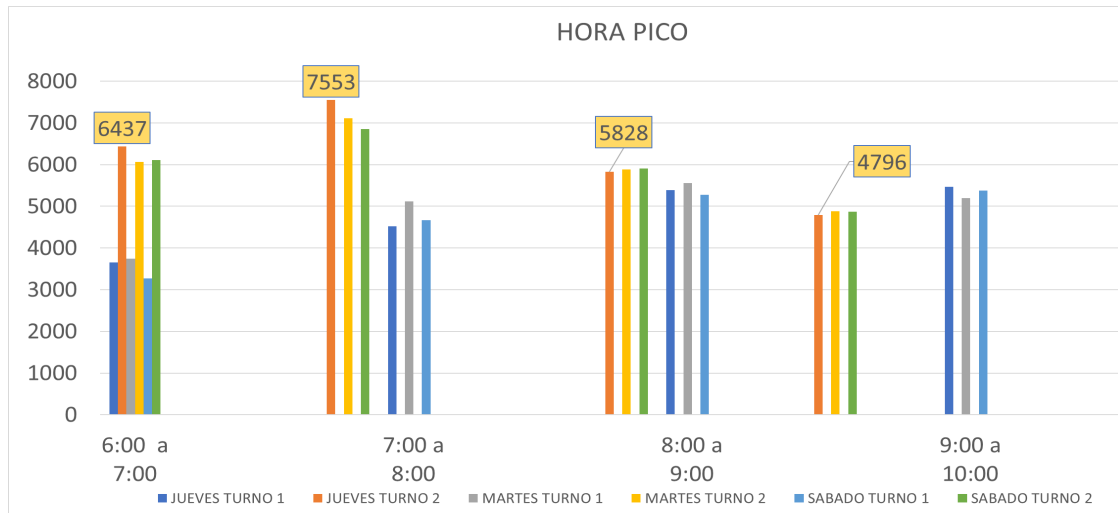


Fig.14. Volumen vehicular de los 3 días analizados.

Ingresando los datos para el desarrollo de la microsimulación, podemos ver reflejado la **situación actual** que se vive cada día en las horas de mayor tránsito vehicular, haciendo que, el nivel de servicio sea deficiente para el volumen de vehículos, en lo que se puede ver reflejado la cola de tráfico que se observa en la **Figura 15**. Ahí, se puede visualizar que la demanda llegó a su capacidad máxima de la vía.



Fig. 15. Modelación de la situación actual PTV VISSIM. Fuente propia.

De acuerdo a todas las características de la intersección descritas, se procedió a modelar la situación actual de la intersección, para lo cual, se tuvo como parámetro referencia, el nivel de servicio actual del nodo señalado y el parámetro de **calibración GEH**. Estos dos parámetros definieron la correcta modelación del modelo en la situación actual y que se pueda ver reflejado.

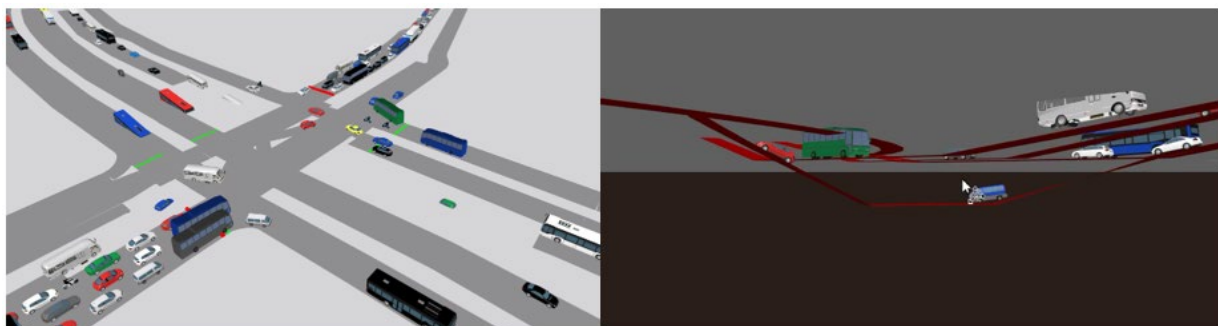
**Cuadro 5.** Cálculo de nodos del estado actual de la intersección.

**Table 5.** Calculation of nodes of the current state of the intersection.

Nº	TIEMPO DE SIMULACION (seg)	DIRECCION DE FLUJO	LONGITUD DE COLA PROMEDIO (m)	FLUJO VEHICULAR (MODELO)	NIVEL DE SERVICIO	DEMORAS VEHICULARES PROMEDIO (seg)	FLUJO VEHICULAR (CAMPO)	GEH
1	300-3900	SW-NE	407.996331	768	LOS_F	242.103756	704	<b>2.36</b>
2	300-3900	SW-SE	407.996331	659	LOS_F	200.153688	711	<b>1.99</b>
3	300-3900	SW-SE	407.996331	81	LOS_F	214.576013	111	<b>3.06</b>
4	300-3900	SW-NW	407.996331	100	LOS_F	317.772182	115	<b>1.45</b>
5	300-3900	SW-W	407.996331	197	LOS_F	321.637335	227	<b>2.06</b>
6	300-3900	NE-SW	312.912434	425	LOS_F	310.850765	539	<b>5.19</b>
7	300-3900	NE-SE	312.912434	99	LOS_F	381.580189	149	<b>4.49</b>
8	300-3900	NE-SE	312.912434	86	LOS_F	419.31637	66	<b>2.29</b>
9	300-3900	NE-NW	312.912434	56	LOS_F	161.384368	36	<b>2.95</b>
10	300-3900	NE-W	312.912434	8	LOS_F	120.799162	12	<b>1.26</b>
11	300-3900	NW-SW	364.032541	271	LOS_F	205.322834	236	<b>2.20</b>
12	300-3900	NW-NE	364.032541	18	LOS_F	143.371343	11	<b>1.84</b>
13	300-3900	NW-SE	364.032541	983	LOS_F	162.982496	1033	<b>1.57</b>
14	300-3900	NW-SW	370.584602	36	LOS_F	172.56166	13	<b>4.65</b>
15	300-3900	NW-NE	370.584602	66	LOS_F	117.713593	91	<b>2.82</b>
16	300-3900	NW-SE	370.584602	969	LOS_F	143.582115	1044	<b>2.36</b>
17	300-3900	SE-SW	491.607372	21	LOS_F	130.566143	13	<b>1.94</b>
18	300-3900	SE-NE	491.607372	196	LOS_D	51.495847	145	<b>3.91</b>
19	300-3900	SE-NW	491.607372	1066	LOS_E	75.072447	1089	<b>0.70</b>
20	300-3900	SE-SW	491.809675	425	LOS_F	83.5051	484	<b>2.77</b>
21	300-3900	SE-W	491.809675	744	LOS_E	73.708042	730	<b>0.52</b>
	<b>300-3900</b>	<b>Total</b>	<b>406.490492</b>	<b>7274</b>	<b>LOS_F</b>	<b>151.676068</b>	<b>7559</b>	<b>3.31</b>

Los bypass propuestos han sido implementados en las ramas con mayor carga vehicular, por lo cual, estos fueron enfocados en poder satisfacer la demanda vehicular actual, considerando 4 bypass y 2 carriles con un ancho de 3.20 m y 1 en 3.60 m con un solo carril. Asimismo, contarán con una rampa y una plataforma cada uno de material de concreto armado.

Los pasos a desnivel fueron subterráneos debido al diseño geométrico existente, ya que pasa un puente ferroviario de la Línea 1 del tren sobre la intersección, por lo que, sería más complicado poder realizar pasos a desnivel aéreos representados en la **Figura 16**.



**Fig. 16.** Modelación de la propuesta PTV VISSIM, Fuente Propia

Para la propuesta de la simulación, también se consideró un nuevo ciclo semafórico, ya que, al modificar la vía con bypass, se genera menor demanda en las ramas, disminuyendo proporcionalmente los tiempos semafóricos para evitar que, por un tiempo extendido, sigan generando mayores colas y teniendo un tránsito más fluido sin pausas, indicado en la **Figura 17**.

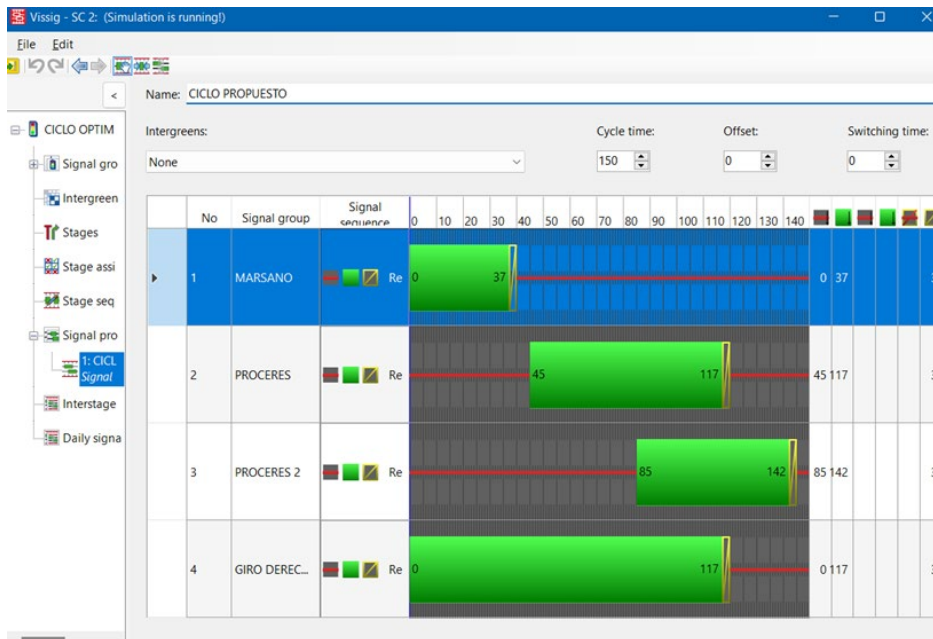


Fig. 17. Mejora del ciclo semafórico en la intersección.

Se muestra los indicadores obtenidos de la situación propuesta. Cabe resaltar que la calibración ha sido vista en la situación actual, por lo que, para la propuesta, ya no es necesario calibrar mediante el indicador GEH. La calibración solo se necesita para representar la situación actual, lo cual, nos da la aprobación que estamos considerando los datos correctos y que son viables para simulación.

**Cuadro 6.** Cálculo de nodos de la propuesta en la intersección.

**Table 6.** Calculation of nodes of the proposal at the intersection.

Nº	TIEMPO DE SIMULACION (seg)	DIRECCION DE FLUJO	LONGITUD DE COLA PROMEDIO (m)	LONGITUD DE COLA MAXIMA (m)	FLUJO VEHICULAR (MODELO)	NIVEL DE SERVICIO	DEMORAS VEHICULARES PROMEDIO (seg)	TIEMPOS DE PARADAS PROMEDIO (seg)
1	300-3900	NE-SW	216.114576	466.134645	507	LOS_F	109.415639	59.580752
2	300-3900	NE-SE	216.114576	466.134645	131	LOS_F	127.49467	77.194089
3	300-3900	NE-SE	216.114576	466.134645	47	LOS_F	123.367317	77.015979
4	300-3900	NE-NW	215.67128	465.685966	138	LOS_F	98.975826	60.311956
5	300-3900	NW-SW	2.989656	119.370153	232	LOS_A	1.064544	0.008291
6	300-3900	NW-NE	2.317115	64.030167	20	LOS_D	45.468273	33.22963
7	300-3900	NW-SE	2.317115	64.030167	1	LOS_E	66.496438	52.017596
8	300-3900	NW-NE	7.904839	48.406322	120	LOS_D	48.001045	37.576566
9	300-3900	NW-SE	7.904839	48.406322	3	LOS_E	57.232875	49.096866
10	300-3900	SE-NE	18.9678	177.834902	225	LOS_D	54.870333	40.284495
11	300-3900	SE-NW	18.9678	177.834902	115	LOS_E	65.143076	46.183912
12	300-3900	SE-NW	1.365655	133.293092	1700	LOS_A	5.793003	0.261958
13	300-3900	SE-SW	1.365655	133.293092	427	LOS_A	5.529924	0.330214
14	300-3900	SE-NW	8.202037	67.730578	141	LOS_D	47.913713	34.323934
15	300-3900	SW-NE	53.83324	162.016669	705	LOS_D	43.683079	21.506892
16	300-3900	SW-SE	54.945299	163.319107	948	LOS_C	26.189624	8.918223



17	300-3900	S-NW	34.394472	150.877494	194	LOS_A	4.963499	2.55345
18	300-3900	NW-SE	2.93695	119.365077	1066	LOS_A	4.517372	0.351021
19	300-3900	NW-SE	0.888354	31.599802	960	LOS_A	1.533546	0.027312
	<b>300-3900</b>	<b>Total</b>	<b>47.733175</b>	<b>466.134645</b>	<b>7680</b>	<b>LOS_C</b>	<b>26.10216</b>	<b>13.274929</b>

**Cuadro 7.** Comparación de la cola de tráfico en ambas situaciones.  
**Table 7. Comparison of the traffic queue in both situations.**

En este cuadro, podemos ver reflejado qué tan eficiente fue la propuesta de los bypass, ya que, al tener una reducción de la cola de tráfico en un 41.45%, podemos precisar que hay una mejor circulación, pero no al 100%. Se consideraron los sentidos que se mantuvieron, tanto en la situación actual, como en la propuesta, ya que, al generar los bypass hubieron algunas modificaciones de sentido eliminando un flujo de tránsito.

COLA DE TRAFICO				
Nº	SENTIDO	ACTUAL	PROPUESTA	% DE MEJORA
1	SW-NE	466.919884	162.016669	65.30%
2	SW-SE	466.919884	163.319107	65.02%
6	NE-SW	329.755246	466.134645	-41.36%
7	NE-SE	329.755246	466.134645	-41.36%
8	NE-SE	329.755246	466.134645	-41.36%
9	NE-NW	329.755246	465.685966	-41.22%
11	NW-SW	386.942582	119.370153	69.15%
12	NW-NE	386.942582	64.030167	83.45%
13	NW-SE	386.942582	64.030167	83.45%
15	NW-NE	381.62388	48.406322	87.32%
16	NW-SE	381.62388	48.406322	87.32%
18	SE-NE	512.396984	177.834902	65.29%
19	SE-NW	512.396984	177.834902	65.29%
20	SE-SW	512.398752	133.293092	73.99%
<b>PROMEDIO DE MEJORA</b>				<b>41.45%</b>

En la **Figura 18** se representa gráficamente lo indicado en el cuadro 7, y nos refleja que la cola disminuye, pero, aun así, aumentan los vehículos que vienen del norte.

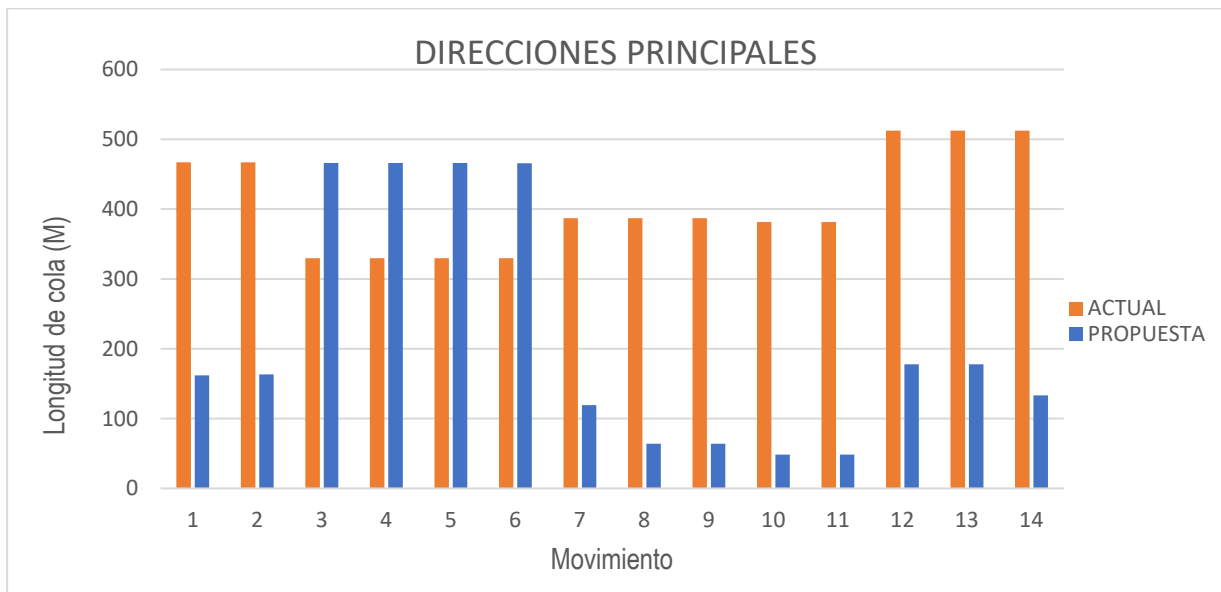


Fig. 18. Comparación de longitud de cola, con la situación actual y propuesta.

En la **Figura 19**, se puede ver la comparación de ambas situaciones y basándose a la situación actual, hay una velocidad < 10 km/h, así como también, un resultado favorable a la propuesta en que la velocidad del vehículo aumenta entre 20 a 40 km/h y la longitud de cola se reduce en las ramas.

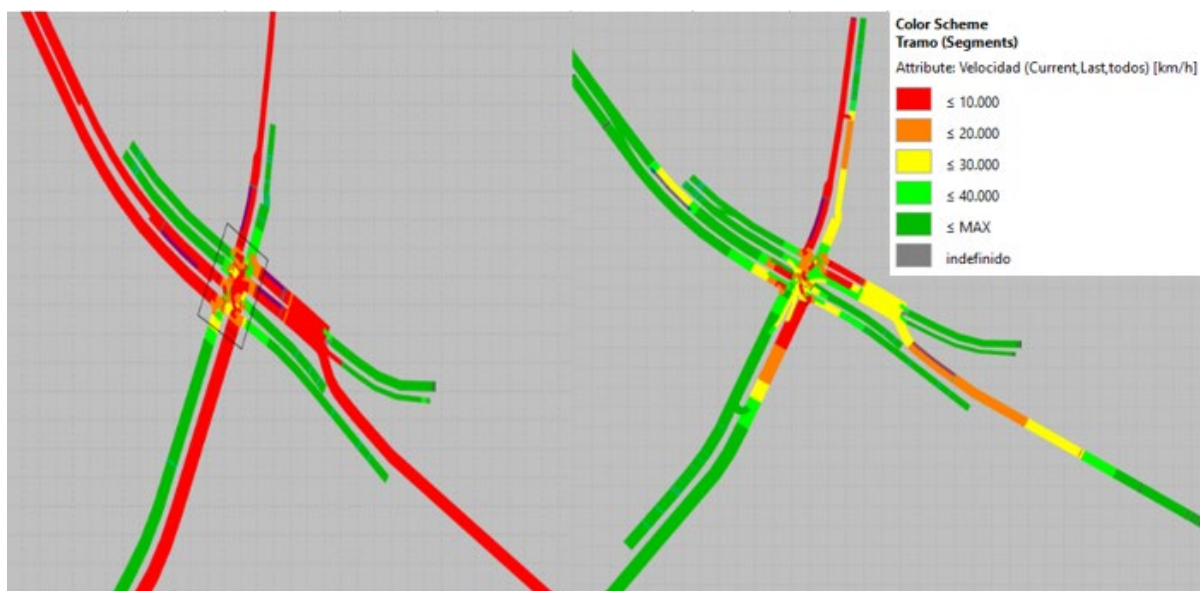


Fig. 19. Comparación de casos en la intersección según límites de velocidad.

En la situación actual pudimos ver, que, debido a que en la intersección se permiten todos los movimientos (a excepción de los giros en U) esto provoca que los vehículos generen largas colas, ya que, deben esperar el paso de otro vehículo y así evitar accidentes. Por otro lado, los paraderos existentes en la Av. Tomas Marsano y Av. Proceres están muy próximos a la intersección, lo que genera que los vehículos de transporte publico deban realizar paradas cerca a la intersección ocasionando un cuello de botella al evitar el movimiento de los otros modos de transporte.

## 4. – DISCUSIÓN

En los resultados del presente trabajo de investigación, se pudo apreciar que, la demanda vehicular llegó a su máxima capacidad, por lo que, puede definirse que la velocidad disminuye dentro de los 19:00h hasta las 20:00h en un promedio  $<$  a 10 km/h, el cual coincide con la investigación (1). Su congestión está en los intervalos de 16:00h hasta las 19:30h, alcanzando su velocidad por debajo de los 30 km/h siendo una vía rápida. Por su parte, las variables que muestran mayor relación con el fenómeno de la congestión son la intensidad vehicular y la maniobra de cambio de dirección o carril.

Asimismo, la prioridad de (11), son los peatones, ya que, se encuentra en una zona comercial dándole mayor prioridad al peatón y modificando los parámetros semafóricos para darle un menor tiempo de traslado, siendo en la provincia de Puno la demanda vehicular no, a medida que se dé prioridad el tránsito vehicular, puesto que, la intensidad es mucho menor a la de Lima.

## 5. - CONCLUSIONES

- El uso del software Vissim V.9.0 nos permite representar correctamente las condiciones de tráfico en la intersección de la Av. Tomas Marzano y la Av. Caminos del inca. Ello, se debe a que, el software permite modificar el Parámetro de Wiedemann, que representa Vehículo-conductor y simulan diferentes escenarios de forma realista y validar nuestra propuesta.
- Es sumamente necesario tener las características reales para generar un modelo adecuado y calibrado y así poder emplearse para en la medición de la velocidad, nivel de servicio y longitud de cola.
- La propuesta para la intersección fueron los bypass, pero, también, podemos verificar según los resultados, que, por más que se haga una gran inversión al construir esos pasos a desnivel, no se solucionaran al 100%, por lo que, llegamos a la conclusión, que, la demanda vehicular y la forma geométrica de la vía ya llegaron a su máxima capacidad, y se tiene que ir pensando en una reforma urbana en la zona sur de Lima, así como se viene implementando en otras zonas de Lima como el Túnel Santa Rosa y San Martín, Túnel Gambetta, el gran Túnel Expresa de la Línea Amarilla, Túnel Puruchuco. Para esta zona sur de Lima, un bypass no soluciona completamente la demanda, ya que, al pasar ese tramo te encuentras con otra cola en otra intersección de avenidas. Lo que se necesita plantear es una reforma urbana y proyectar un futuro con mayor demanda vehicular.
- El conteo manual que se realizó nos permitió realizar una composición vehicular en la intersección: autos 71.9%, camionetas 8.3%, microbuses 2.2%, buses 4.3%, tráiler; 2.0% y moto lineal 11.2%. Se puede apreciar que, en Lima, la mayoría de las personas tienen vehículos particulares como autos y moto lineales, llegando a sobrepasar la capacidad de la intersección y produciendo un cuello de botella que genera largas colas de tráfico y mayor tiempo en pasar el nodo.
- En la simulación realizada se vio reflejado el resultado semejante al de la realidad, lo que se muestra un nivel de **servicio F**, por lo que, al generar la propuesta pudimos obtener un nivel de **servicio C**, pero, asimismo, nos damos cuenta que, así se haya propuesto 5 bypass y mejorando el ciclo semafórico, no es una solución al 100% favorable, ya que, de igual forma, hay un incremento de cola en la dirección norte a las demás ramas, concluyendo que, el espacio del cruce debería de ser de una mayor dimensión.

## REFERENCES

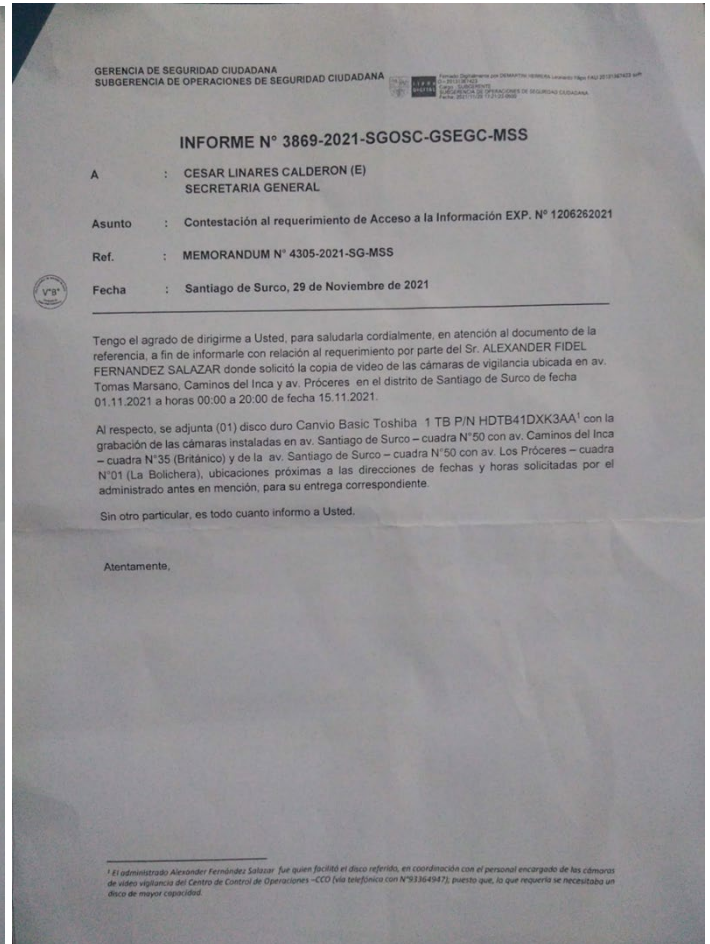
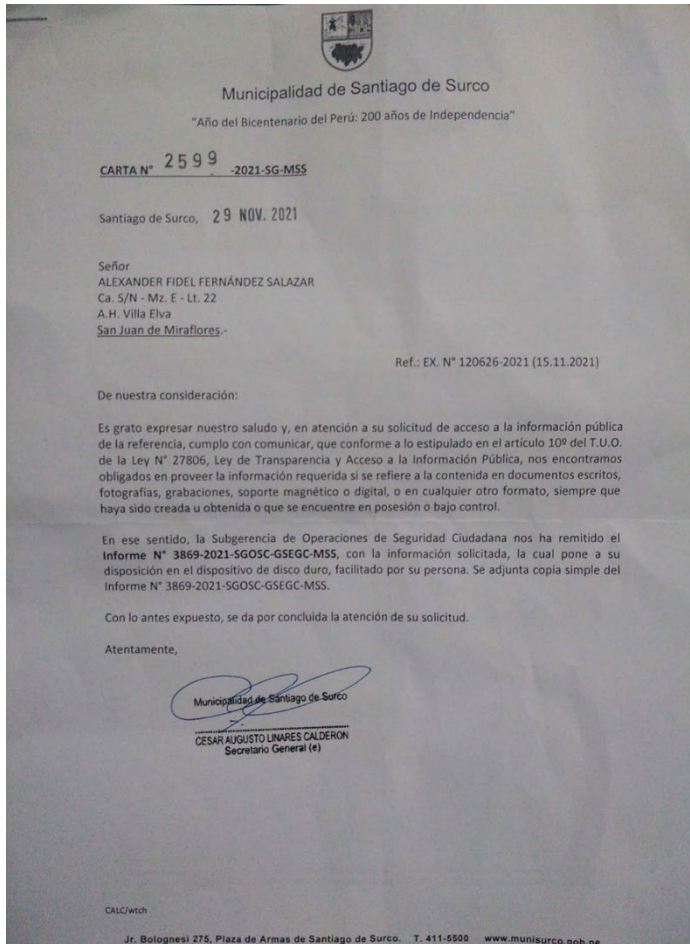
1. González LF, Dávila ESM, Camarena YV, Sono WM. Análisis del comportamiento del flujo vehicular y nivel de servicio de la av. Javier Prado - Lima, Perú. Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology. 2018;2018-July(June 2020).
2. Nations U, of Economic D, Affairs S, Division P. World Population Prospects 2022 World Population Prospects 2022 Summary of Results.
3. Ramirez Corzo Nicolini D. Transformación metropolitana y exclusión urbana en Lima : del desborde popular a la ciudad fracta. CLACSO [Internet]. 2009 [cited 2022 Nov 8]; Available from: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/deed.es>
4. SECTOR AUTOMOTOR SETIEMBRE 2022.
5. Sucre J de. Propuesta de mejora en los niveles para la intersección de la Av . La Marina con la Av . Antonio. 2021.
6. Nowak M, Pielecha J. Comparison of exhaust emission on the basis of Real Driving Emissions measurements and simulations. MATEC Web of Conferences. 2017;118.
7. Thomson I, Bull Alberto, United Nations. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. Transport and Communications Division. La congestión del tránsito urbano : causas y consecuencias económicas y sociales. Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, División de Recursos Naturales e Infraestructura, Unidad de Transporte; 2001. 33 p.
8. Unidas N. Congestión de Tránsito, el problema y cómo enfrentarlo [Internet]. Available from: [www.cepal.org/es/suscripciones](http://www.cepal.org/es/suscripciones)
9. Felizia IJ, Felizia IL. Universidad de Buenos Aires 2018 HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2016 AUTOPISTAS.
10. Fan R, Yu H, Liu P, Wang W. Using VISSIM simulation model and Surrogate Safety Assessment Model for estimating field measured traffic conflicts at freeway merge areas. IET Intelligent Transport Systems. 2013;7(1):68–77.
11. Chura S. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA REDISEÑO Y MICROANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN DE LOS JIRONES OQUENDO, TACNA, LOS INCAS Y AV. LA TORRE, PUNO Sthefany Fiorella Chura Canahua. 2018;
12. Carvalho LGS, Setti JR. Calibration of the VISSIM truck performance model using GPS data. Transportes. 2019;27(3):131–43.
13. Jehad AE, Ismail A, Borhan MN, Ishak SZ. Various scenarios prediction of Contraflow operation under heterogeneous traffic condition by using VISSIM microscopic simulation. International Journal of Engineering and Technology(UAE). 2018;7(4):338–43.
14. Fellendorf M, Vortisch P. Validation of the Microscopic Traffic Flow Model VISSIM in Different Real-World Situations. Transportation Research Board 80th Annual Meeting [Internet]. 2001;(January 2001):1–9. Available from: <http://trid.trb.org/view.aspx?id=689890>
15. Nalic D, Pandurevic A, Eichberger A, Fellendorf M, Rogic B. Software framework for testing of automated driving systems in the traffic environment of vissim. Energies (Basel). 2021;14(11):1–9.
16. Alcalde C, Larrea D, Silvera M, Campos F. Influence of the psychophysical behavior of pedestrians in the calibration and validation of microsimulation vissim/viswalk models. Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology. 2020;(July):27–31.
17. Rivera G, Velasquez L, Bravo A, Minano P. Methodology for determining optimized traffic light cycles based on simulation. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 2020;758(1):1–6.
18. Iván R, Álvarez P, Por A, Daniel IE, Maldonado DL. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de ingeniería Escuela de ingeniería civil Aplicación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2,000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles. 2006.
19. Andrés J, Arias G. Universidade do Minho Escola de Engenharia.
20. vitin. 2005 MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS-2005-VCHI MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS-2005-VCHI [Internet]. Available from: [www.vchisa.com.pe/www.construccion.org.pe](http://www.vchisa.com.pe/www.construccion.org.pe)

:

## ANEXOS

### Anexo A. Autorización de la Municipalidad de Santiago de surco.

- Con esta autorización se obtuvo los videos y poder realizar la cuantificación de los vehículos en gabinete.



Anexo B. Formato para aforo vehicular.

<b>1</b>	ENCUESTAS DE TRAFICO Y TRANSPORTE			CONTEO DE VOLUMENES VEHICULARES				
	FECHA:			02-11-21				
	LUGAR:			AV. TOMAS MARZANO - CAMINOS DEL INCA				
	MOVIMIENTO:							

VOLUMENES VEHICULARES SIMPLES - 15 MINUTOS

HORA		TIPO DE VEHICULO						SUM 15 MIN
INICIO	FINAL	AU	MICR	ONIB	CAM	TRA	MTL	
06:30	06:45	0	0	0	0	0	0	0
06:45	07:00	0	0	0	0	0	0	0
07:00	07:15	0	0	0	0	0	0	0
07:15	07:30	0	0	0	0	0	0	0
07:30	07:45	0	0	0	0	0	0	0
07:45	08:00	0	0	0	0	0	0	0
08:00	08:15	0	0	0	0	0	0	0
08:15	08:30	0	0	0	0	0	0	0
08:30	08:45	0	0	0	0	0	0	0
08:45	09:00	0	0	0	0	0	0	0
09:00	09:15	0	0	0	0	0	0	0
09:15	09:30	0	0	0	0	0	0	0
09:30	09:45	0	0	0	0	0	0	0
09:45	10:00	0	0	0	0	0	0	0
18:00	18:15	0	0	0	0	0	0	0
18:15	18:30	0	0	0	0	0	0	0
18:30	18:45	0	0	0	0	0	3	0
18:45	19:00	0	0	0	0	0	0	0
19:00	19:15	0	0	0	0	0	2	0
19:15	19:30	0	0	0	0	0	0	0
19:30	19:45	0	0	0	0	0	3	0
19:45	20:00	0	0	0	0	0	0	0
20:00	20:15	0	0	0	0	0	2	0
20:15	20:30	0	0	0	0	0	0	0
20:30	20:45	0	0	0	0	0	4	0
20:45	21:00	0	0	0	0	0	0	0
21:00	21:15	0	0	0	0	0	0	0
21:15	21:30	0	0	0	0	0	1	0
21:30	21:45	0	0	0	0	0	0	0
21:45	22:00	0	0	0	0	0	0	0

### Anexo C. Hoja de resumen de aforo vehicular intersección Bolichera.

- En cada cuadro se indica de forma cuantitativa según su clasificación y lo vehículos que transitan por cada sentido para poder tener el volumen total.

INTERSECCION : Av. Tomaz Marzano - Caminos de Inca		DISTRITO: SANTIAGO DE SURCO																																
FECHA: 04-11-2021		LA BOLICHERA - SURCO																																
DIA: Jueves																																		
TURNO: MAÑANA- TARDE																																		
SENTIDO: SUR- NORTE		PROCERES - CA. INCA																																
HORARIO	AUTO					C.Rural					Microbuses					Buses					Trailer					Motolineal					TOTAL 1/4 HORA	HORA PICO		
	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21			17	18
6:00 a 6:15	32	14	71	6	63			2	3	2		6	2	7	2		2	2	1				1		5		4		7	232	1249			
6:15 a 6:30	41	37	97	5	91		1	3	2	3		8		5			3	2	2					11		3		4	318					
6:30 a 6:45	47	28	85	11	88			3	1	5		6		4	2		6	3				1	1	9	3	5		7	314					
6:45 a 7:00	58	42	118	3	102			5	2	3		6	1	3	4		5	3	1			1		10	4	2	3	9	385					
7:00 a 7:15	45	23	75	4	56	2		6	4	3	2	8	1	4	3	1	4	3	4				1	13	3		2	10	277	1519				
7:15 a 7:30	66	43	112	6	93		2	4	5	2		1	3		2	2	4	1	2		1			17	10	8		12	396					
7:30 a 7:45	79	47	122	7	114										3	2	5	1	4					26	7	9	3	12	441					
7:45 a 8:00	77	42	105	8	87			6	2	5		1	4		3	4	2	6	2					22	8	7		14	405					
8:00 a 8:15	42	27	123	6	117			3	1	4		2	2	4	1	3	4	3	2		1			13	11	9	2	12	392	1784				
8:15 a 8:30	54	23	171	7	162	2		6		5	2	6	2	7	3		4	3	4					17		13	4	11	506					
8:30 a 8:45	35	25	127	6	121	3		3	2	7		2	5	1	2	4	7	1	8			1							360					
8:45 a 9:00	54	26	180	8	173					2	4		4	7	7	2	6	4	5		1			11	7	13		12	526					
9:00 a 9:15	43	31	135	8	125			3		1	1	4	5	4	2	1	4	6	1	4	1		1	17	7	11	4	13	432	1888				
9:15 a 9:30	61	34	179	8	173	2				3	5	2	3		4	4	4	8		7				11	9	8	3	9	537					
9:30 a 9:45	34	28	141	7	132	1		3		4	2	3	6	2	4	5		5	3		1			18	10	16	2	7	439					
9:45 a 10:00	45	26	169	8	166	1		4		4					6	1	3	1	3				1	11	7	14		10	480					
<b>TOTAL</b>	<b>813</b>	<b>496</b>	<b>2010</b>	<b>108</b>	<b>1863</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>51</b>	<b>19</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>68</b>	<b>19</b>	<b>58</b>	<b>51</b>	<b>19</b>	<b>78</b>	<b>33</b>	<b>52</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>211</b>	<b>86</b>	<b>122</b>	<b>23</b>	<b>149</b>	<b>6440</b>	<b>6440</b>		
HORARIO	AUTO					C.Rural					Microbuses					Buses					Trailer					Motolineal					TOTAL 1/4 HORA	HORA PICO		
	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21			17	18
18:00 a 18:15	32	15	105	11	113			2	1	3	2		5	4	8		1		4					7	4	22		7	346	1602				
18:15 a 18:30	37	13	110	17	125			3		4				3			1		2					4	3	12		5	339					
18:30 a 18:45	42	11	115	19	142			3		2			3	10			1		5			1		5		21	2	9	391					
18:45 a 19:00	55	21	159	25	166			4		1			2	7			2	7						11	4	23		39	526					
19:00 a 19:15	48	25	165	28	131					21				3	1	1	3	5			1		6	12		25	3	22	500	1868				
19:15 a 19:30	52	35	160	29	128	1	1	1		17	1			1		8	1	9		1	3	1	4	11	1	16		26	507					
19:30 a 19:45	43	28	154	28	119					1	22		1	2	1	1		5		4	1	2	3	16		18		21	470					
19:45 a 20:00	29	22	122	19	122					19								10					2	12		19		15	391					
20:00 a 20:15	32	13	106	17	118					1			4	6		5	2						7		26	3	9		349	1187				
20:15 a 20:30	16	8	101	24	113		1	3		1			4	4		1	1	3					4		22		13		319					
20:30 a 20:45	12	9	97	22	101	1		1		4	1			4				3				1	5		13	1	2		277					
20:45 a 21:00	11	6	88	17	96								5	2		1								6	7		3		242					
21:00 a 21:15	15	11	93	18	88	1		2					2	1				2			1			5	9		5		253	893				
21:15 a 21:30	11	7	85	13	92			2					2	3	2								5		4	2	7		235					
21:30 a 21:45	10	5	83	4	82	1							1	2		1							4		7		2		202					
21:45 a 22:00	8	9	79	8	86			1						1				1						3	5	1	1		203					
<b>TOTAL</b>	<b>453</b>	<b>238</b>	<b>1822</b>	<b>299</b>	<b>1822</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>95</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>56</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>57</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>103</b>	<b>26</b>	<b>249</b>	<b>12</b>	<b>186</b>	<b>5550</b>	<b>5550</b>			

INTERSECCION : Av. Tomaz Marzano - Caminos de Inca																	DISTRITO: SANTIAGO DE SURCO																						
FECHA: 04-11-2021																	LA BOLICHERA - SURCO																						
DIA: Jueves																	CAMINOS DEL INCA- PROCERES																						
TURNO: MAÑANA - TARDE																	SENTIDO: NORTE - SUR																						
HORARIO	AUTO					C.Rural					Microbuses					Buses					Trailer					Motolineal					TOTAL 1/4 HORA	HORA PICO							
	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16			12	13	14	15	16		
6:00 a 6:15	6	3	87	2	4	1	2			1	1				1	1				1	1													11			120	515	
6:15 a 6:30	7	5	96	1	6			1						2	2					2														9	4		136		
6:30 a 6:45	8	4	75	2	7	2	3							1	2	3																4	13	5	130				
6:45 a 7:00	6	3	79	1	4	1	1	1												4													5	11	4	4	129		
7:00 a 7:15	7	1	86	3	6	1	2	1						2	2	4																	4	13		133			
7:15 a 7:30	3	1	44	0	2									9						3	5											1	4	5	92				
7:30 a 7:45	6	3	37	4	5			1	5					3	2	6																		7	2	85			
7:45 a 8:00	4	5	55	3	1	2			8											4													8	10		108			
8:00 a 8:15	7	4	102	0	2			1	8					2	4	10																		5	9	5	165		
8:15 a 8:30	3	3	106	4	1									2	6																		3	13	8	150			
8:30 a 8:45	8	1	111	6	4			2	6					3	3	9																		5	29	9	207		
8:45 a 9:00	3	2	86	0		1	2	3						2	4					2		1	3											14	7	130			
9:00 a 9:15	4	3	64	1	2			1	3					1	8																			4	17	5	116		
9:15 a 9:30	5	5	68	4				2	3					2	3	7																			19		122		
9:30 a 9:45	7	4	76	2	1			2	3					1	6																				19		126		
9:45 a 10:00	2	1	72	0																															9		84		
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>48</b>	<b>1244</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>56</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>78</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>207</b>	<b>22</b>	<b>36</b>	<b>2033</b>			<b>2033</b>	<b>2033</b>				
HORARIO	AUTO					C.Rural					Microbuses					Buses					Trailer					Motolineal					TOTAL 1/4 HORA	HORA PICO							
	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16			12	13	14	15	16		
18:00 a 18:15		17	160	8	12			3	2					2	3	12																			7	16		248	979
18:15 a 18:30	3	12	129	5	11					2						12																				46		224	
18:30 a 18:45		7	169	9	16					1				3	1	11																			12	25	4	261	
18:45 a 19:00	4	9	161	7	19					2				2	3	9																				26		246	
19:00 a 19:15	9	19	102	2	4	5	4	14		1				3	1					9	2		1												9	3	191		
19:15 a 19:30	19	17	111	1	6	6	5	16						1	2				1	1	4	3	1		1	2	1	1					21	11	1	232			
19:30 a 19:45	10	15	108	2	7	4	7	11	1					1	1	2				1	8	4			1	4								1	6	8	202		
19:45 a 20:00	8	19	92		8			4	9							5				4	6				1	3								3	9		171		
20:00 a 20:15		11	132		14			1						3							1	3													14		179		
20:15 a 20:30	4	9	145	3	11					3						6						4															185		
20:30 a 20:45		21	122	3	9			6						5								1						1							9		177		
20:45 a 21:00	1	7	130		7			2								4						2													6		159		
21:00 a 21:15		13	127	4	11			4						3								3													4		169		
21:15 a 21:30	6	8	121		7			3						2													1								5		153		
21:30 a 21:45		4	114	5	9			2						3								1													1		139		
21:45 a 22:00		7	97		7			1						2																						3		117	
<b>TOTAL</b>	<b>64</b>	<b>195</b>	<b>2020</b>	<b>49</b>	<b>158</b>	<b>15</b>	<b>24</b>	<b>78</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>23</b>	<b>70</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>53</b>	<b>188</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>3053</b>			<b>3053</b>	<b>3053</b>				





INTERSECCION : Av. Tomaz Marzano - Caminos de Inca

DISTRITO: SANTIAGO DE SURCO

FECHA: 04-11-2021

DIA: Jueves

LA BOLICHERA - SURCO

TURNO: MAÑANA - TARDE

SAN JUAN - MARZANO

SENTIDO: ESTE - OESTE

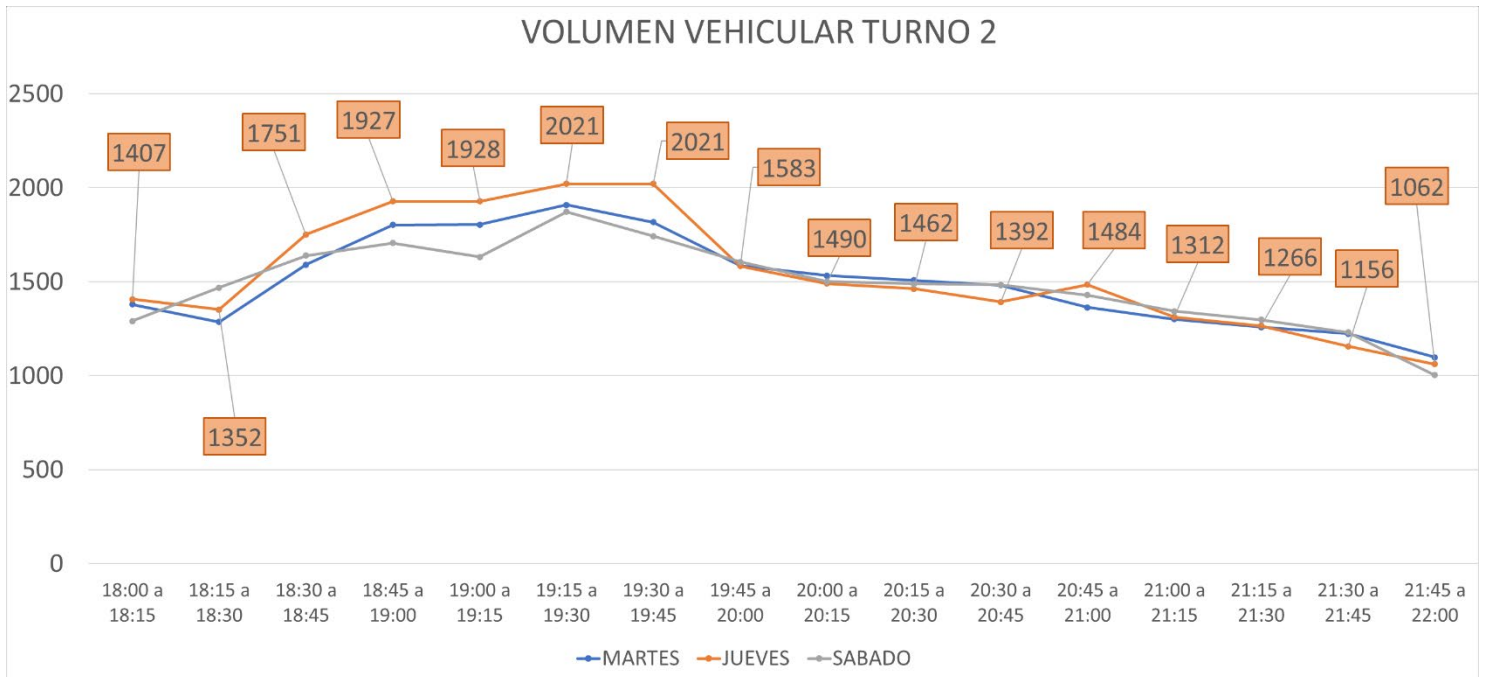
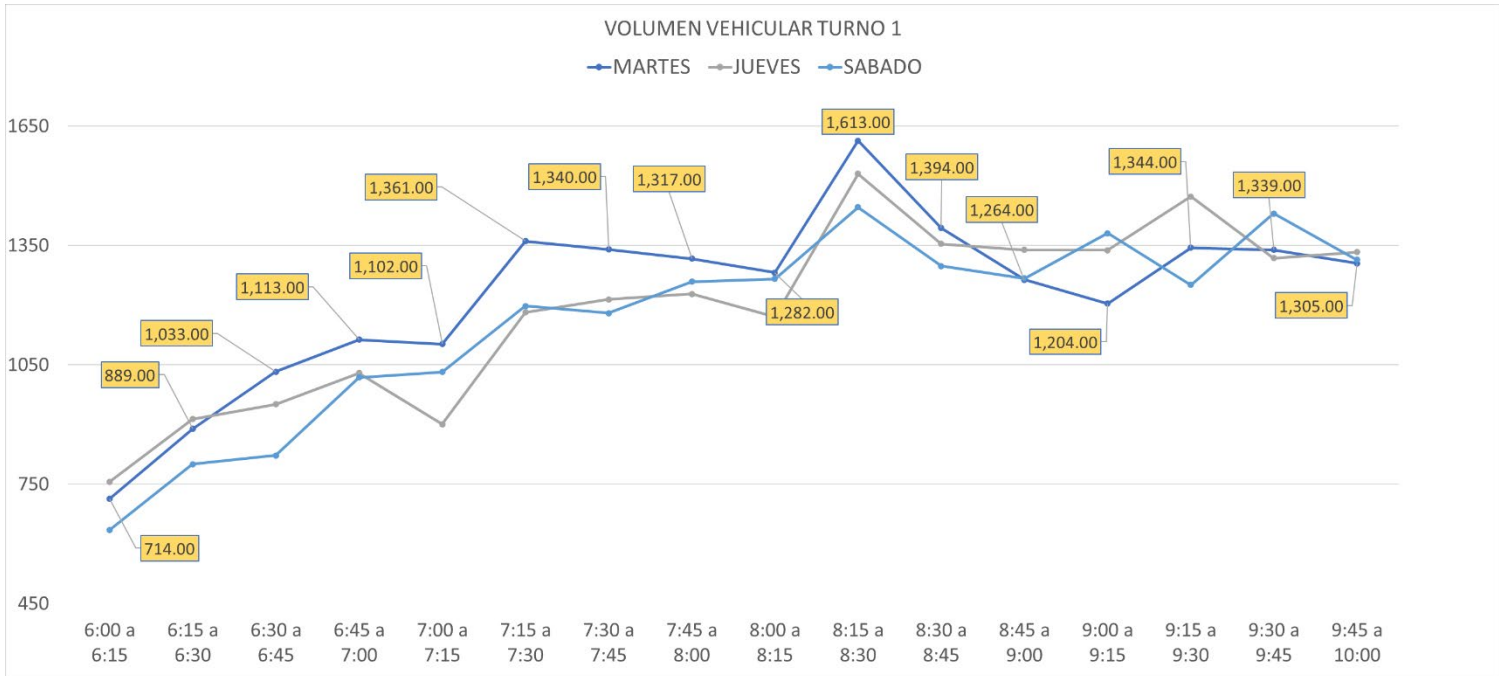
HORARIO	AUTO					C.Rural					Microbuses					Buses					Trailer					Motolineal					TOTAL 1/4 HORA	HORA PICO									
	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11			7	8	9	10	11	7	8	9	10
6:00 a 6:15	8	59	6	70	8		10		3		2		7		2		6	1		2		3	6		8													201	919		
6:15 a 6:30	9	69	3	70	9		16		2	1	2	1	2	7		1		3	2		2		5	5	4		10	1									224				
6:30 a 6:45	11	71	4	76	11	3	15		1	2		3		8		3		5		1		7	5	7	3	13	2										251				
6:45 a 7:00	7	62	3	75	7	2	16	2	2		1	2		11		2		7	2			6	4	8		24											243				
7:00 a 7:15	6	67	2	76	8	2	21	1		1	1	1	2	19		4		8				4	3	6		18												250			
7:15 a 7:30	13	118	3	114	11		18		2			3		25		2	6	1	17	1			4	4	11	2	20	1										376	1402		
7:30 a 7:45	8	110	1	107	14	4	15	2	3	3		5		26		4		14	2		1	5	5	9		14												352			
7:45 a 8:00	11	126	6	158	9		13		1			6	3	23		1	2	1	11	1		2	6	16	1	24	3											424			
8:00 a 8:15	9	115	2	114	15		9	1		2	1	3		29		1	1	6	2			0	2	6		12														330	
8:15 a 8:30	15	147		154	21	1	11		2		2	5		30		2	2		11	2	1		0	4	21	3	27	2												463	1563
8:30 a 8:45	12	125		107	13		13	1		1		6		29		4		11				0	7	12		21													362		
8:45 a 9:00	8	127	2	136	11	2	18		2			5	1	36		1	1	5	3	1		1	3	17		27	1												408		
9:00 a 9:15	11	143		156	15		7			2	1	7		15		2	3		9			0	5	8	2	12	2												400		
9:15 a 9:30	15	169	7	159	12		5		3		2	4	1	29		1	1		9	2		2	3	21		20	3												468	1687	
9:30 a 9:45	8	124	5	127	9		7		2	1		7		18		1	2		5	1		2	5	16	4	22													366		
9:45 a 10:00	15	131	3	176	7	2	2		1			3		34		0	1		7			4	6	21	2	38													453		
TOTAL	166	1763	47	1875	180	16	196	7	24	13	10	63	9	346	0	9	39	4	134	19	3	3	0	44	0	70	189	17	310	15							5571	5571			

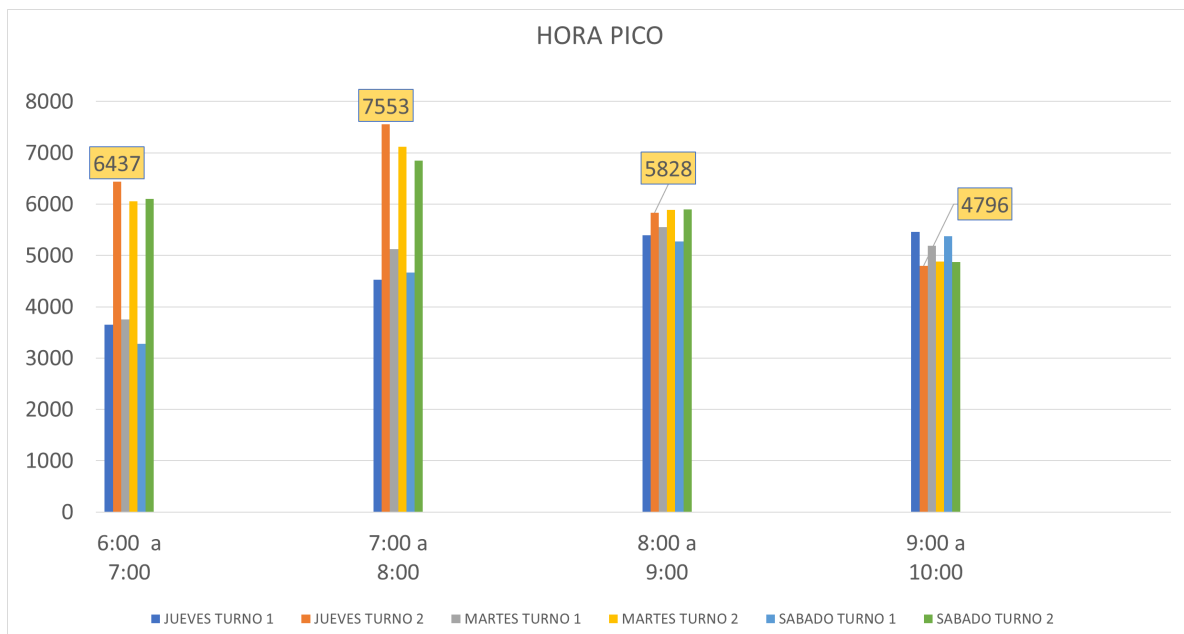
  

HORARIO	AUTO					C.Rural					Microbuses					Buses					Trailer					Motolineal					A	HORA PICO									
	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11			7	8	9	10	11				
18:00 a 18:15	4	120		172	13	0	11		2			2		20		7	2		14							12		28												400	1969
18:15 a 18:30	8	144	2	244	15	1	12		1	1		3		20	2		1		13						14		26												507		
18:30 a 18:45	11	153	1	190	11		15					2		18					8			1	11	11		16													449		
18:45 a 19:00	9	213	3	251	21	3	22		2	2	2	1		27	2	1	3		6						8	5	32												613		
19:00 a 19:15	91	121	2	186	32	32	25		44		2	17		1		4		19			2	6		16		33													633	2461	
19:15 a 19:30	85	129	3	180	38	35	21		38			16	1	2	3		3		19	3	1	4	5	1	19		27	1											635		
19:30 a 19:45	93	145	2	178	32	41	24	1	33			17		2	2	1		23	2	1	3	1	8		13	1	38												661		
19:45 a 20:00	78	105	1	156	27	19	17		28	1	4	11		2	2		2	1	21			1	9		15		32												532		
20:00 a 20:15	9	114		226	25	1	15	2				5		19	2	1	1		7			1	3		8	31		46											516		
20:15 a 20:30	11	153	1	217	26		18		3	2		6		21	3		3		2			3		32		42													543	2043	
20:30 a 20:45	8	154		157	15	2	14		2	2	7	3		8	2	1		6			1	2		5	25	39													453		
20:45 a 21:00	5	168	2	192	17		15	1	3			2		16	3	1	1	1	8			2	3		15	28	4	39	5										531		
21:00 a 21:15	8	138	2	117	18	1	12		2	2		2		11	1		2		2			3	5		16		40												382		1407
21:15 a 21:30	5	135	3	144	9	2	10		1			1		14				5				2		19	5	26													381		
21:30 a 21:45	8	109	4	144	11		9				3		3	4	1		2		0			0		11		28													337		
21:45 a 22:00	5	107		131	7		11				1		1	5					3				3		8		25												307		
TOTAL	438	2208	26	2885	317	137	251	4	159	14	15	92	1	189	24	4	26	2	156	5	2	17	1	50	1	40	278	15	517	6								7880	7880		

### Anexo D. Diagrama del flujo vehicular en la intersección.

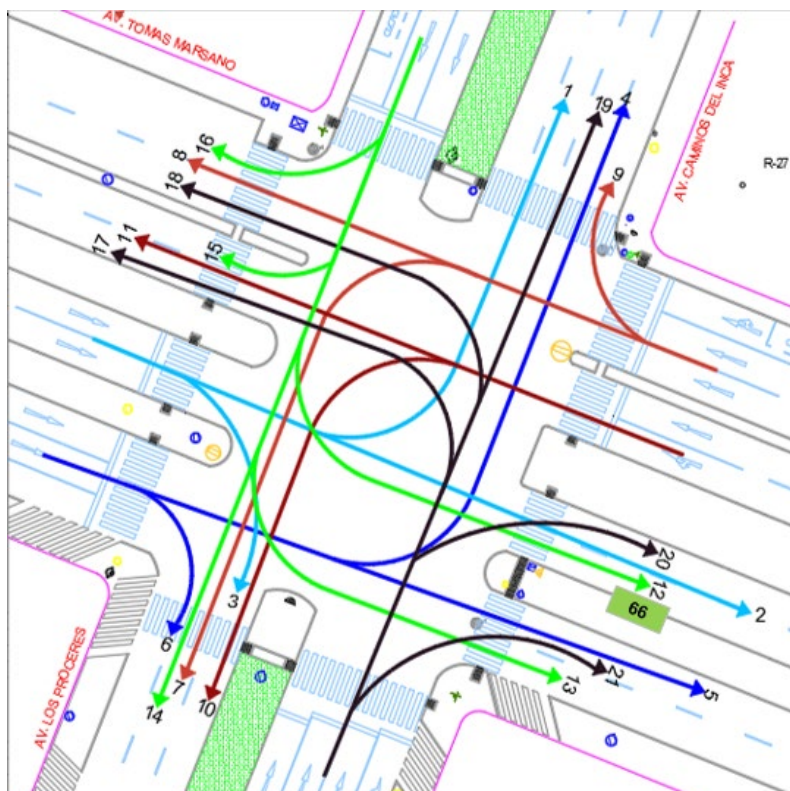
- Se comparo el volumen vehicular de los 3 días en los 2 turnos que se analizaron para poder realizar su respectiva comparación.





**Anexo E. Procesamiento de datos – Flujograma hora pico – según su comportamiento de los vehículos.**

(04 de noviembre 2021)



Anexo F. Evidencias de vuelo de dron para analizar el comportamiento de los vehículos y calcular las colas de tráfico operado por mi persona con la acreditación correspondiente.

