



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis comparativo de una intersección de flujo continuo y un bypass - óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Morales Guevara, Luis Hanssel

<https://orcid.org/0000-000-3-0630-0963>

**ASESOR:**

Mg. Benites Zúñiga, José Luis

<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A mi hermano Fabrizio, por ser la motivación en mi día a día; por haberme ayudado a, nuevamente, encontrar el camino; por enseñarme a ser una mejor persona día a día y a mostrar siempre una sonrisa ante cualquier adversidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco, en primer lugar y siempre ante todo, a Dios por haberme acompañado durante todo este viaje; por ser mi fortaleza y mi luz en mis momentos más oscuros, por creer en mí incluso cuando ni yo mismo lo hacía.

Agradezco también a mi familia por siempre estar a mi lado apoyándome y dándome ánimos.

Agradezco a mi pareja por ser mi soporte emocional en mis momentos de mayor inseguridad y miedo; por estar cuando nadie estuvo; por ser mi lugar seguro.

A mi asesor, Mg. Ing. José Luis Benites Zúñiga, por su total e incondicional apoyo durante estos meses de ardua labor de investigación; por sus oportunos comentarios y orientación profesional.

A los profesionales que me brindaron su apoyo en la validación de los instrumentos de recolección de datos del presente estudio por su importante y fundamental contribución a la causa.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. MÉTODO.....	64
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	64
3.2 Variables y operacionalización .....	65
3.3 Población, muestra y muestreo .....	68
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	69
3.5 Procedimientos.....	71
3.6 Método de análisis de datos.....	73
3.7 Aspectos éticos .....	73
IV. RESULTADOS.....	75
V. DISCUSIÓN .....	86
VI. CONCLUSIONES .....	91
VII. RECOMENDACIONES .....	93
REFERENCIAS.....	95
ANEXOS .....	102



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Valores de factor de ajuste por ancho de carril ( $f_w$ ). .....	32
<b>Tabla 2.</b>	Valores de $E_R$ y $F_{RT}$ . .....	35
<b>Tabla 3.</b>	Valores de $E_L$ y $f_{LT}$ , caso en que giro a la izquierda se encuentra en fase protegida, sin flujos opuestos, en calles con un solo sentido o intersecciones T. ....	36
<b>Tabla 4.</b>	Valores de $E_L$ y $f_{LT}$ , caso en que giro a la izquierda tiene flujos vehiculares opuestos.....	36
<b>Tabla 5.</b>	Valores de $f_{Lpb}$ en cruces semaforizados.....	38
<b>Tabla 6.</b>	Valores de $f_{Rpb}$ en cruces semaforizados. ....	38
<b>Tabla 7.</b>	Niveles de servicio (NDS) según demora (s/veh). ....	45
<b>Tabla 8.</b>	Niveles de servicio para intersecciones semaforizadas.....	49
<b>Tabla 9.</b>	Valores de constante K para diferentes valores de IMDA. ....	54
<b>Tabla 10.</b>	Rangos de velocidad de diseño.....	55
<b>Tabla 11.</b>	Valores de $f_{LU}$ . ....	58
<b>Tabla 12.</b>	Niveles de servicio e ICU.....	60
<b>Tabla 13.</b>	Número de desviaciones estándar para llegar a la media del percentil. ....	62
<b>Tabla 14.</b>	Ubicación geográfica, distrito Santiago de Surco. ....	77
<b>Tabla 15.</b>	Distribución de población por sexo, Santiago de Surco.....	78
<b>Tabla 16.</b>	Índice de Desarrollo Humano, Santiago de Surco. ....	79
<b>Tabla 17.</b>	Demoras y niveles de servicio de variables de estudio. ....	81
<b>Tabla 18.</b>	Grado de saturación de variables de estudio. ....	82
<b>Tabla 19.</b>	Demora, nivel de servicio y grado de saturación de variables de estudio para años horizonte (proyección futura).....	83
<b>Tabla 20.</b>	Comparación de demoras y niveles de servicio.....	86
<b>Tabla 21.</b>	Comparación de grados de saturación. ....	88
<b>Tabla 22.</b>	Comparación de rendimiento operacional a futuro. ....	89

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i>	Tipos de intersecciones a nivel.....	15
<i>Figura 2.</i>	Triángulos de visibilidad en intersecciones a nivel. ....	17
<i>Figura 3.</i>	Diseño geométrico típico de una CFI (full).....	18
<i>Figura 4.</i>	Movimientos de giro a la izquierda en una CFI.....	19
<i>Figura 5.</i>	Simulación de giro a la izquierda en una CFI parcial.....	20
<i>Figura 6.</i>	Detalle de movimiento de giro a la izquierda en una CFI. ....	21
<i>Figura 7.</i>	Intersección de Flujo Continuo, modalidad parcial. ....	22
<i>Figura 8.</i>	Ubicación de semáforos en una CFI full. ....	22
<i>Figura 9.</i>	Fases semafóricas en una CFI full. ....	23
<i>Figura 10.</i>	Fases semafóricas en una CFI parcial. ....	24
<i>Figura 11.</i>	Comparación entre derecho de vía de una intersección convencional y una CFI full (color rojo).....	25
<i>Figura 12.</i>	Tipos de intersecciones a desnivel. ....	27
<i>Figura 13.</i>	Modelo de diseño en planta y perfil de un ramal. ....	28
<i>Figura 14.</i>	Relación entre grado de saturación, nivel de servicio y velocidad de circulación. ....	31
<i>Figura 15.</i>	Zonas de conflicto ciclista-peatón-vehículo en una intersección semaforizada.....	37
<i>Figura 16.</i>	Ciudades más congestionadas del mundo. ....	50
<i>Figura 17.</i>	Workspace de software Synchro 8.0. ....	56
<i>Figura 18.</i>	Triángulo de vehículos en cola en una intersección semaforizada...	60
<i>Figura 19.</i>	Plan de Desvío Vehicular en el Óvalo Monitor Huáscar por construcción de paso a desnivel. ....	72
<i>Figura 20.</i>	Óvalo Monitor Huáscar. ....	75
<i>Figura 21.</i>	Vías de acceso a Óvalo Monitor Huáscar.....	76
<i>Figura 22.</i>	Mapa del distrito Santiago de Surco. ....	77
<i>Figura 23.</i>	Modelo de variable Intersección de Flujo Continuo, modalidad parcial, aplicada en Óvalo Monitor Huáscar. ....	80
<i>Figura 24.</i>	Modelo de variable Bypass con viaducto elevado aplicado en Óvalo Monitor Huáscar. ....	80
<i>Gráfico 1.</i>	Demoras en variables de estudio. ....	81
<i>Gráfico 2.</i>	Grado de saturación de variables de estudio. ....	82

<i>Gráfico 3.</i> Demora de variables de estudio para años horizonte (proyección futura). .....	83
<i>Gráfico 4.</i> Grado de saturación de variables de estudio para años horizonte (proyección futura). .....	84
<i>Gráfico 5.</i> Comparación de demoras y niveles de servicio.....	86
<i>Gráfico 6.</i> Comparación de grados de saturación. ....	88

## RESUMEN

El presente estudio denominado “Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020” tuvo como objetivo determinar si una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.

La metodología aplicada en la presente investigación fue de enfoque cuantitativo, nivel explicativo, corte transversal y diseño preexperimental. La muestra no probabilística fue calculada mediante una extrapolación de los datos de conteo vehicular correspondientes a dos estudios previos realizados en la misma zona de estudio; así, la muestra fue de 8767 vehículos que circularon en hora punta en día laboral (lunes, horario matutino).

La muestra fue analizada mediante el software de análisis macroscópico de tránsito y simulación Synchro 8.0, tomándose como indicadores el nivel de servicio, grado de saturación y rendimiento operacional a futuro.

Los resultados mostraron que, para todos los escenarios de análisis, la variable Intersección de Flujo Continuo presentó mayores niveles rendimiento operacional que la variable Bypass, concluyéndose que una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.

**Palabras clave:** Intersección de Flujo Continuo, bypass, hora punta, eficiencia técnica, Synchro 8.0.

## ABSTRACT

The present research denominated “Comparative analysis of a Continuous Flow Intersection and a bypass – Monitor Huáscar Roundabout, Santiago de Surco, Lima, 2020” was intended to determine if a Continuous Flow Intersection is more technically-efficient than a bypass when applied at Monitor Huáscar Roundabout, Santiago de Surco, Lima, 2020.

The methodology applied in this research was quantitative approach, explanatory level, cross-sectional and pre-experimental design. A non-probabilistic sample was taken, which was calculated by extrapolating existing traffic count data from two previous researches carried out in the same study area; thus, the sample consisted of 8767 vehicles that circulated during peak hour on a bussiness day (monday, morning time).

The sample was analyzed using Synchro 8.0 traffic-macroscopic-analysis-and-simulation software, taking as indicators the level of service, volumen-to-capacity ratio and future operational performance.

The results showed that, for all the analysis scenarios, Continuous Flow Intersection variable presented higher operational performance levels than Bypass variable, concluding that a Continuous Flow Intersection is more technically-efficient than a bypass when applied at Monitor Huáscar Roundabout, Santiago de Surco, Lima, 2020.

**Keywords:** Continuous Flow Intersection, bypass, peak hour, technical efficiency, Synchro 8.0.

## I. INTRODUCCIÓN

El congestionamiento vehicular se ha vuelto un problema cotidiano en la ciudad de Lima. A diario, cientos de vehículos quedan atrapados durante horas en avenidas principales de la ciudad, hecho que repercute directamente en la calidad de vida de los pasajeros de éstos. Esto se debe, entre otros factores, al mal diseño de intersecciones de avenidas pues es en éstas donde se empieza a generar el embotellamiento. Además, se debe mencionar que la falta de cultura vial en el país agudiza el problema; constantemente se puede ver, por ejemplo, a conductores haciendo cambios de carril no permitidos.

El impacto generado por los altos niveles de congestionamiento vehicular en la ciudad abarca aspectos que van desde la calidad de vida de los usuarios de la vía, pasando por factores ambientales (emisiones de CO<sub>2</sub>), hasta aspectos macroeconómicos (infraestructura y transporte de mercancías).

Respecto a la calidad de vida, debe señalarse que en Lima—en particular en la zona de estudio de la presente investigación—los conductores pueden experimentar retrasos de hasta 40 minutos. Esto provoca que las personas puedan pasar menos tiempo con sus familias, incidiendo en un ámbito social y provocando el aumento de disfuncionalidad familiar. Asimismo, los niveles de estrés de los conductores de Lima son bastante altos, haciéndose esto notar en los altos niveles de agresividad con el que los conductores circulan por las diversas vías. Esto ha provocado ya accidentes fatales—en las que los involucrados fallecen—sin que haya en la ciudad un plan a futuro que siquiera bosqueje un sistema integrado de transporte eficiente; Lima se sigue expandiendo, dándosele prioridad al vehículo particular y no al peatón. Mientras la prioridad sea el vehículo, se seguirán implementando obras que generarán una demanda inducida de vehículos, tales como los pasos de desnivel-bypass, y no solucionará ni a mediano ni a largo plazo el problema.

Respecto al aspecto ambiental, las altas emisiones de gas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que dejan los vehículos hacen que, aparte de afectarse la salud de las personas, se generen daños importantes al medio ambiente. Asimismo, al implementarse obras en las que se eliminan las áreas verdes y se les reemplaza

por grandes volúmenes de concreto, se están eliminando los seres que hacen el papel de pulmones de la ciudad. Es fundamental implementar sanciones más drásticas, a nivel internacional, a los países que generen mayor contaminación y mayor impacto negativo al medio ambiente; de igual forma, se debe entregar estímulos a los países que logren ubicarse debajo de los niveles aceptables de emisiones de gases que afectan el medio ambiente. Con esto, se planificaría la ciudad pensando en contaminar menos, hecho que llevaría a quitarle el protagonismo al vehículo en los proyectos de implementación vial.

Respecto al ámbito económico, Perú es un país cuya economía se basa en su mayor parte en la exportación de materias primas y metales. Así, el transporte de las mercancías cumple un rol fundamental en la economía nacional. Sin embargo, la infraestructura del país y, en particular, de Lima, se encuentra muy por debajo de la capacidad óptima. Los altos niveles de congestionamiento vehicular son un signo claro de este déficit. A través de la zona de estudio (cruce de las avenidas Javier Prado Este, Golf De Los Incas y Las Palmeras, Óvalo Monitor Huáscar) transitan a diario vehículos que cargan mercancías, los cuales sufren retrasos debido al congestionamiento generado.

Sin embargo, esta problemática no solo se ha presentado en el contexto nacional. En el contexto internacional, diversos estudios se han llevado a cabo a fin de determinar soluciones que permitan un diseño más eficiente y económico que las propuestas mediante la implementación de soluciones convencionales.

La presente investigación buscó resolver el siguiente problema general: ¿Es una Intersección de Flujo Continuo más eficiente técnicamente que un bypass al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020?

Respecto a los problemas específicos del presente estudio, éstos fueron planteados de la siguiente manera: ¿Es una Intersección de Flujo Continuo más eficiente técnicamente que un bypass, según su nivel de servicio, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020?; ¿es una Intersección de Flujo Continuo más eficiente técnicamente que un bypass, según su grado de saturación, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020?; ¿es una Intersección de Flujo Continuo más eficiente técnicamente que un

bypass, según el rendimiento operacional a futuro, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020?

La justificación social de esta investigación se basó en la necesidad preponderante de mejorar la calidad de vida de las personas que transitan diariamente por la Av. Javier Prado—en particular para esta investigación, el tramo en el que se encuentra el Óvalo Monitor—debido a que el caótico nivel actual de congestionamiento que se vive en dicha zona provoca que las personas tengan menos tiempo para pasar con sus seres queridos o para realizar actividades de otra índole—personales—y esto, a su vez, puede generar fenómenos psicosociales tales como problemas familiares debidos al estrés causado por el tráfico, agresividad, estrés, entre otros. Cabe resaltar que dichos problemas psicosociales son causados también, en gran parte, por la contaminación sonora que se genera por el constante ruido de los vehículos (bocinas, motores encendidos). Todo lo mencionado en este párrafo debiera ser tomado como una prioridad por las entidades estatales encargadas de la licitación de proyectos, debiéndose enfocar en aplicar soluciones novedosas en vez de soluciones que resuelvan solo parcialmente el problema.

La justificación práctica de la presente investigación se basó en que se brindará una guía de solución eficiente al actual escenario de congestionamiento vial en la zona de estudio. Además, se justifica en el hecho de que las emisiones de gas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases nocivos para la salud y el medio ambiente aumentan en forma directamente proporcional con el aumento del congestionamiento vehicular. En el actual contexto del trepidante avance del calentamiento global, es necesario reducir los niveles de contaminación actuales y, sobre todo, crear en la población una cultura de cuidado del medio ambiente. Evaluando soluciones novedosas y efectivas a los niveles de congestionamiento vehicular—tales como una Intersección de Flujo Continuo—se aporta a la reducción de los niveles de contaminación lo que, a su vez, genera un impacto positivo en la lucha mundial contra el calentamiento global.

La justificación teórica de la presente investigación corresponde a que se permitió actualizar la literatura local respecto a soluciones viales no convencionales para



que, de esta manera, el país pueda ir camino al nivel de la modernidad global, dejando atrás soluciones de elevado costo y reducida eficiencia a largo plazo. Además, se justifica en que se desarrolló una guía que servirá como precedente a futuras investigaciones respecto al presente tema de investigación, sobre todo respecto a los conceptos teóricos de una Intersección de Flujo Continuo la cual, a la fecha, no ha sido implementada aún en ninguna intersección vial en suelo nacional y de la cual existe escasa literatura de investigación en nuestro país. El presente estudio basa su justificación en la necesidad de una actualización tecnológica de las metodologías aplicadas en la construcción de intersecciones viales, ya que Lima y, en general, el Perú no están acorde a la modernidad en este tema.

La justificación metodológica se sustenta en que no existe literatura nacional en la que se recojan los resultados de una investigación a nivel comparativo entre una Intersección de Flujo Continuo y un paso a desnivel (bypass), por lo que los instrumentos y conclusiones del presente estudio servirán como precedente a futuras investigaciones que abarquen la problemática expuesta.

La presente investigación tuvo como objetivo general el determinar si una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020. Asimismo, se presentaron los siguientes objetivos específicos: Conocer si una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su nivel de servicio, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020; identificar si una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su grado de saturación, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020; evaluar si Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según el rendimiento operacional a futuro, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.

La hipótesis general del presente estudio fue formulada de la siguiente manera: Una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.

Asimismo, se formularon las siguientes hipótesis específicas: Una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su nivel de servicio, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020; una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su grado de saturación, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020; una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su rendimiento operacional a futuro, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Las soluciones viales no convencionales—como lo es una Intersección de Flujo Continuo—vienen siendo estudiadas constantemente en países que presentan un alto nivel de desarrollo en infraestructura vial, realizándose, a menudo, evaluaciones comparativas de sus ventajas con otras soluciones viales—entre las que se encuentran los pasos a desnivel (bypass)—tanto en el ámbito operacional como los ámbitos económico, social, de seguridad; aunque el presente estudio se enfoca principalmente en la evaluación del rendimiento operacional. Así pues, como antecedentes internacionales se han considerado los siguientes textos académicos:

Alcaraz (2016) en su tesis titulada “Microsimulación en una intersección de flujo continuo. Caso de estudio: Eje 10 Sur Copilco y Cerro del Agua.”, presentada para obtener el grado de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de México, México; tuvo como objetivo determinar, mediante un análisis comparativo, el desempeño de una Intersección de Flujo Continuo y de una intersección convencional ubicada en Eje 10 Sur Copilco y Cerro del Agua, para así comprobar si existe una mejora en el desempeño al aplicarse la Intersección de Flujo Continuo. La metodología usada en dicha investigación fue descriptiva correlacional, diseño experimental, corte transversal. Las simulaciones para el análisis de las operaciones del tránsito fueron realizadas mediante los softwares PARAMICS, Synchro y SIDRA Intersection. Como muestra se seleccionaron de forma aleatoria (muestreo no probabilístico) los vehículos que transitaron en un lapso de tres horas y en hora punta para realizar la simulación en software—debe considerarse que dichos datos provinieron de un estudio de tráfico realizado en 2011 por la Universidad Nacional Autónoma de México, actualizándose mediante índices de crecimiento poblacional y económico—. Los resultados obtenidos mostraron que la implementación de una Intersección de Flujo Continuo puede reducir el congestionamiento del tránsito vehicular de forma efectiva y significativa.

Hildebrand (2017) en su tesis titulada “*Unconventional Intersection Designs for Improving Through Traffic along the Arterial Road*” (Diseños de intersección no convencionales para mejorar el tráfico a través de la vía principal), presentada para obtener el grado de Magister en Ciencias (MSc.) en Ingeniería Civil, Universidad de

Florida, Estados Unidos; tuvo como objetivo evaluar el desempeño de diseños de intersecciones viales no convencionales (Intersección de Flujo Continuo, *Bowtie*, *Jughandle*, *Superstreet*, *Median U-turn*) y de diseños convencionales (aumento de un carril adicional) y determinar cuál de ellas presentaba la mayor eficiencia en términos de área requerida para su construcción (derecho de vía), nivel de tráfico y costo estimado de construcción. La metodología de dicha investigación fue de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental, corte transversal. El diseño de cada una de las intersecciones se realizó mediante el software AutoCAD 2006 y la simulación de tráfico, mediante el software Synchro Studio 7 y SimTraffic. La efectividad respecto a la simulación de tráfico se midió en términos de nivel de servicio, velocidad promedio y retraso por vehículo. Dado que el estudio no se basó en un lugar existente, se seleccionaron niveles de tráfico a criterio del autor. Cada simulación de tráfico se dio con volúmenes de 1000, 2000 y 3000 vehículos por hora en cada dirección de la vía principal, y con volúmenes de 626 y 1042 vehículos en cada dirección de la vía secundaria; llevándose a cabo 6 simulaciones. Se asumió que el flujo de tráfico se distribuyó de la siguiente manera: de todo el flujo vehicular, 15% con giro a la izquierda, 74 % que cruzaban directamente a través de la intersección y 11 % con giro a la derecha. Los resultados mostraron que las soluciones más eficientes fueron la Intersección de Flujo Continuo y la *Median U-turn*, siendo que la más económica fue la Intersección de Flujo Continuo.

Almoshaogeh (2017) en su tesis/disertación titulada “*Developing warrants for designing Continuous Flow Intersection and Diverging Diamond Interchange*” (Desarrollo de secuencias para el diseño de Intersección de Flujo Continuo e Intercambio Diamante Divergente), presentada para obtener el grado de Doctor en Filosofía (*PhD.*) en Ingeniería Civil, Ambiental y de Construcción; Universidad Central de Florida, Estados Unidos; tuvo como objetivo tener un mejor entendimiento acerca del diseño y operación de Intersecciones de Flujo Continuo y de Intercambios Diamante Divergentes, considerando los diversos factores que afectan a la señalización de la intersección y el desempeño del cruce debido al incremento de la demanda de giros a la izquierda. Además, evalúa la necesidad y justificación de rediseñar intersecciones actuales para elevar sus eficiencias. La metodología de dicha investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo correlacional, diseño preexperimental, corte transversal. Las simulaciones de

tráfico—incluyendo optimización de señalización y un análisis de sensibilidad del comportamiento al conducir (5 parámetros analizados) —fueron realizadas mediante el software VISSIM 8.0. Como muestra se seleccionaron de forma aleatoria (muestreo no probabilístico) una serie de intersecciones convencionales en las que se realizó la medición de tráfico y con las que se realizó el análisis comparativo. Respecto a la Intersección de Flujo Continuo, se simularon 72 configuraciones diferentes de CFI y CI (Intersección Convencional, *Conventional Intersection* por sus siglas en inglés) con 5 diferentes volúmenes de tráfico, siendo 180 escenarios por cada diseño (CFI y CI), 360 escenarios en total. Los resultados mostraron que el rendimiento de la Intersección de Flujo Continuo y del Intercambio Diamante Divergente superó en todos los escenarios al rendimiento de intersecciones convencionales.

Qi, Zhao y Azimi (2018) en su proyecto titulado “*Use of innovative intersection designs for improving mobility and reducing roadway traffic congestion*” (Uso de diseños de intersecciones innovativas para el mejoramiento de la movilidad y la reducción del congestionamiento de tráfico en carreteras), presentado como un reporte del Consorcio de la Universidad del Sur de Texas, Estados Unidos, para el Centro para Soluciones Avanzadas Multimodales de Movilidad y Educación de la Universidad de Carolina del Norte; tuvieron como objetivos (1) sintetizar estudios existentes de tres intersecciones no convencionales representativas—Intersección de Flujo Continuo (CFI), *Medium U-Turn (Michigan Left)* y *Restricted Crossing U-Turn (Superstreet)*—considerando aspectos de movilidad, seguridad y otras medidas de rendimiento; (2) examinar las características críticas de dichos tres diseños de intersección en las guías de diseño existentes; (3) realizar un análisis operacional, mediante simulación, de la Intersección de Flujo Continuo; (4) investigar acerca de los impactos operacionales de la distancia de cruce en giros a la izquierda; y (5) desarrollar casos de estudio para determinar los impactos que tiene en la seguridad la implementación de Intersecciones de Flujo Continuo. La metodología usada en dicha investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo correlacional, diseño preexperimental, corte transversal. Respecto a Intersecciones de Flujo Continuo, se simularon 144 escenarios de tráfico mediante el software VISSIM v.9-10, con un tiempo de simulación de 4800 segundos, 10 corridas para cada diferente escenario, volúmenes de tráfico (vph) de 1000, 2000, 3000, 4000,

5000 y 6000 vehículos con porcentajes de giro a la izquierda de 15%, 20% y 25%. Los resultados mostraron que la Intersección de Flujo Continuo tuvo un mejor rendimiento que la intersección convencional en todos los escenarios simulados, determinándose que, a mayor volumen de tráfico, mayor será el rendimiento de la Intersección de Flujo Continuo. Además, respecto a la seguridad, se concluyó que es necesario reforzar el marco legal e implementar mayor educación vial durante el primer año de operación de una Intersección de Flujo Continuo.

Shi, Luo y Zhang (2019) en su artículo titulado “*Delay Estimation and Application Conditions of Two-Legged Continuous Flow Intersection*” (Estimación de demora y condiciones de aplicación de una Intersección de Flujo Continuo Parcial), presentado en la *4th International Conference on Electromechanical Control Technology and Transportation (ICECTT)*, llevada a cabo en la ciudad de Guilin, China; tuvieron como objetivo comparar la demora generada en una Intersección de Flujo Continuo, modelo parcial, con la que se genera en una intersección convencional. La metodología usada en dicha investigación fue de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental, corte transversal. Los resultados mostraron que la Intersección de Flujo Continuo, modelo parcial, puede reducir la demora promedio del sistema hasta en un 30% comparada con la demora promedio de una intersección convencional, determinándose su mayor rendimiento operacional en comparación con la segunda intersección mencionada. Además, el estudio encontró que es recomendable implementar una Intersección de Flujo Continuo Parcial cuando el volumen de vehículos que giran a la izquierda en una aproximación no excede del 50% del volumen total del aforo de dicha aproximación, con flujos relativamente altos en la aproximación del sentido contrario.

Abdelrahman *et al* (2020), en su artículo científico titulado “Evaluation of displaced left-turn intersections”, el cual fue publicado en el repositorio científico *Elsevier* como colaboración de la Universidad Central de Florida y la Universidad Central Sur; analizan también las características de una Intersección con Giro a la Izquierda Desplazado (DLT, *Displaced Left-Turn intersection* por sus siglas en inglés, otro nombre con el cual se le conoce la Intersección de Flujo Continuo). Se tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de seguridad y operacional de una DLT, haciendo un comparativo con los valores obtenidos de una intersección convencional; la

metodología empleada en dicha investigación fue de tipo descriptiva correlacional, diseño experimental, corte transversal. Respecto a la evaluación del rendimiento de seguridad de la intersección en mención, se usaron dos métodos: (1) estudio de antes y después con un grupo de comparación; y (2) análisis transversal. Asimismo, respecto a la evaluación del rendimiento operacional, se usó un modelo lineal general, el cual describió la relación entre ciertas medidas seleccionadas de rendimiento y otras características operacionales y geométricas basadas en data de tráfico de alta resolución. Los resultados de dicha investigación demostraron que la DLT puede incrementar la frecuencia de choques (accidentes de tránsito) en comparación con intersecciones convencionales. Además, el análisis operacional mostró que una DLT tiene alto potencial de reducción de tiempos de demora en las intersecciones. El estudio concluye que las DLTs podrían tener un efecto negativo en el aspecto de seguridad en comparación con intersecciones convencionales pero tienen tendencia a mostrar mayor eficiencia en aspectos de rendimiento operacional.

Pan *et al* (2021) en su artículo titulado “*Evaluating Operational Features of Three Unconventional Intersections under Heavy Traffic Based on CRITIC Method*” (Evaluación de indicadores operacionales de tres intersecciones no convencionales con alta demanda vehicular basado en el método CRITIC), publicado como colaboración entre la Universidad de Chang’an y la Universidad de Xi’an (China); tuvo como objetivo evaluar el rendimiento operacional de tres intersecciones no convencionales—*Upstream Signalized Crossover Intersection (USC)*, *Continuous Flow Intersection (CFI)*, y *Parallel Flow Intersection (PFI)*—y una intersección convencional en una intersección de la ciudad de Xi’an (China) utilizando el método denominado CRITIC (*CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation*). La metodología usada en dicha investigación fue de tipo aplicada, nivel mixto (descriptivo correlacional y explicativo). diseño experimental, corte transversal. Los resultados mostraron que la Intersección de Flujo Continuo presenta un mayor rendimiento operacional en escenarios con alto volumen de tráfico vehicular, determinándose que es la mejor opción de entre las opciones estudiadas para dichos escenarios. Además, se recomienda que se realicen estudios posteriores considerando las modificaciones a los giros a la izquierda y derecha solo en dos aproximaciones de la intersección y no en las cuatro.

Es importante señalar que la Intersección de Flujo Continuo está dentro de las llamadas soluciones viales no convencionales. Dichas soluciones aplican conceptos novedosos que están en constante evaluación en países desarrollados—en su mayor parte, en Norteamérica y parte de Europa—. En el Perú no ha sido implementada aún ninguna Intersección de Flujo Continuo y la bibliografía respecto a este tema abocada al ámbito nacional es escasa. Siendo que en el Perú los pasos a desnivel (bypass) son una alternativa con alta demanda, la literatura respecto a este tipo de intersección sí es más variada y abundante.

Otero-Seminario (2015), en su tesis titulada “Alternativa de solución vial a la intersección de las Av. A. Cáceres y Av. Ramón Mugica, Piura”, presentada para optar por el título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura; tuvo como objetivo principal determinar una propuesta que permita mejorar la capacidad y niveles de servicio de la zona de estudio, planteándose cuatro propuestas de solución: (1) intercambio vial con semáforo sin modificación en berma central, (2) intercambio vial con semáforo con modificación en berma central, (3) intercambio con rotonda y (4) paso a desnivel con semaforización inferior (bypass con puente); la metodología de dicho estudio fue de tipo aplicada, nivel descriptivo no correlacional, diseño preexperimental (pretest, postest), corte transversal. En dicho estudio, se realizaron conteos del aforo vehicular con el propósito de evaluar la situación problemática y las propuestas de solución planteadas mediante simulaciones en *software*. La simulación y análisis de tránsito se realizó mediante el *software* SYNCHRO 8.0, aplicándose la metodología HCM 2010 y normativas tanto nacionales como estándares internacionales. Los resultados de la investigación mostraron que la solución más factible de llevarse a cabo, desde el punto de vista de rendimiento técnico, fue el paso desnivel (bypass) con puente. Sin embargo, se recomienda realizar un análisis exhaustivo de los niveles de costo que conlleva la realización e implementación de dicha solución.

Mamani y Chura (2016), en su investigación titulada “Diseño de intercambio vial a desnivel en las intersecciones de la carretera Panamericana Sur y la avenida El Estudiante de la Ciudad de Puno”, presentada para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Altiplano; tuvo como objetivo principal determinar una propuesta de solución al nivel de tráfico vehicular presentado en la zona de



estudio y mejorar la conectividad de los sistemas viales urbanos, planteándose como propuesta de solución el diseño de un paso a desnivel; la metodología de dicho estudio fue de tipo aplicada, nivel descriptivo no correlacional, diseño preexperimental (postest), corte transversal. En dicha investigación, los cálculos para el diseño geométrico del paso a desnivel propuesto se ejecutaron considerando como base teórica principal al Manual de Diseño Geométrico DG 2014. Asimismo, para los cálculos del diseño estructural, se emplearon el Manual de Diseño de Puentes publicado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTC) y la norma AASHTO LRFD 2010 (*American Association of State Highway and Transportation Officials*, por sus siglas en inglés), empleándose la carga vehicular HL-93; respecto al modelo estructural, se empleó el *software* SAP 2000. Los resultados de la investigación mostraron que el tipo óptimo de paso a desnivel fue una intersección a desnivel (con puente) de tres ramas de tipo trompeta con prevalencia a la entrada, que está compuesto de 03 ramales y un enlace.

García y Márquez (2017), en su tesis titulada “Análisis y evaluación de los impactos del proyecto Plaza Nueva y Paso Inferior 28 de Julio”, presentada para obtener el grado de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; tuvo como objetivo principal determinar y evaluar los efectos existentes que ha tenido el bypass de la avenida 28 de Julio en la zona de estudio y, de esta manera, poder plantear soluciones más eficientes desde un enfoque técnico y social; la metodología de dicho estudio fue de tipo aplicada, nivel descriptiva no correlacional, diseño preexperimental (pretest, postest), corte transversal. Para dicha investigación, se elaboraron diferentes aforos vehiculares en puntos críticos que fueron determinados aplicándose la metodología HCM 2020, siendo que dichos aforos mostraron diferentes niveles de servicio para cada acceso e intersección. Los resultados del estudio mostraron que la zona de estudio presenta niveles de servicio parecidos a los que fueron proyectados en un inicio por la Municipalidad de Lima; sin embargo, al evaluar el tiempo futuro en el cual el rendimiento operaciones en las intersecciones iba a colapsar, se determinó que en cinco años los niveles de servicio bajaban hasta el nivel F. El estudio recomienda una reestructuración del sistema de tránsito, promoviendo el uso de ciclovías y la recuperación de espacios

públicos, mejorando así el nivel de servicio en el área de estudio hasta niveles B y C en el futuro.

Ríos-Cardich (2018), en su tesis titulada “Modelación del tránsito y propuesta de solución vial a la Av. Cáceres con Infracworks y Synchro 8”, presentada para obtener el grado de Ingeniero Civil, Universidad de Piura; tuvo como objetivo investigar acerca de la situación actual en la Av. Cáceres (Piura) para revelar las fallas técnicas presentes en la infraestructura vial, para así poder plantear soluciones a mediano y largo plazo desde un punto de vista técnico y económico; la metodología de dicha investigación fue de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental, corte transversal. Dicho estudio se basó en la evaluación de tres diferentes escenarios: el primero, con la configuración actual de la vía; el segundo, proponiendo una solución con mejoras en la gestión del sistema de tránsito; y el tercero, con la modelación de una Intersección de Flujo Continuo (full y parcial). La simulación y análisis de tránsito se realizó mediante los *softwares* INFRAWORKS y SYNCHRO 8, aplicándose la metodología HCM 2010 y normativa MTC DG-2018. Los resultados de dicho trabajo mostraron que la opción más eficiente desde el punto de vista técnico y económico fue la Intersección de Flujo Continuo, recomendando el autor la modalidad parcial dado que la vía secundaria del cruce necesitaría una expropiación de terreno adaptarla a la configuración de una Intersección de Flujo Continuo, lo que elevaría el costo de la ejecución del proyecto.

Cisterna (2020), en su tesis titulada “Propuesta de intercambio vial a desnivel en la intersección Av. Néstor Gambetta y Av. Carlos Izaguirre para disminuir la congestión vehicular”, presentada para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad de San Martín de Porres; tuvo como objetivo proponer una solución vial efectiva y óptima en el cruce de las avenidas Néstor Gambetta y Carlos Izaguirre, en la Provincia Constitucional del Callao; la metodología de dicha investigación fue de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental, corte transversal. Se compararon indicadores de rendimiento operacional de 5 tipos de intersección: (1) intersección a nivel—situación actual—; (2) intersección a desnivel diamante—tipo I—; (3) intersección a desnivel diamante—tipo II—; (4) intersección a desnivel, tipo trébol rotatorio. La simulación y análisis de tránsito se realizó mediante el *software* Simtraffic—*software* de microsimulación que forma parte del paquete de *software*

Synchro Studio 10.0—. Los resultados de dicha investigación mostraron que la opción más óptima, desde el punto de vista operacional, fue la intersección a desnivel, tipo trébol rotatorio, mediante el cual los tiempos de recorrido para cruzar la intersección disminuyeron, según el estudio, hasta en un 60%.

A continuación, se detallan las bases teóricas relacionadas al tema de la presente investigación. Mediante éstas, se conceptualizarán la variable de estudio y sus correspondientes dimensiones e indicadores.

Para la presente investigación, las variables objeto de estudio fueron la eficiencia técnica de una Intersección de Flujo Continuo y la eficiencia técnica de un bypass. La primera de ambas variables forma parte de la clasificación de intersecciones a nivel. Una intersección a nivel es un elemento de discontinuidad puesto que representa escenarios críticos que necesitan un tratamiento específico, considerando que las maniobras de convergencia, divergencia o cruce son inusuales en la mayor parte de los recorridos.<sup>1</sup>

Las intersecciones a nivel suelen requerir de semaforización para controlar las fases de movimiento a través del cruce. Urbanísticamente, brindan al peatón una posibilidad de acercamiento puesto que en ellas los cruces peatones se encuentran distanciados cortamente, a diferencia de las intersecciones a desnivel—concepto que se describirá más adelante—que requieren de puentes peatonales o de distancias más largas para la ubicación del cruce peatonal.

Asimismo, las intersecciones a nivel están clasificadas de la siguiente manera:<sup>2</sup> (1) de tres ramales; con empalme en Y y con empalme en T; (2) de cuatro ramales; intersección en X e intersección en +; (3) intersecciones en estrella; y (4) intersecciones rotatorias o rotondas.

---

<sup>1</sup> Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018, p. 216.

<sup>2</sup> Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018, pp. 216-217.



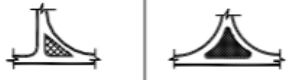
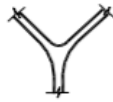
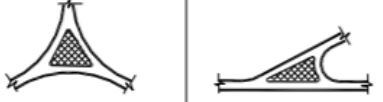


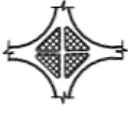

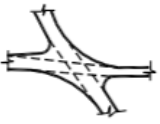
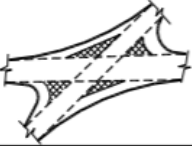
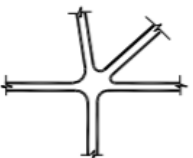
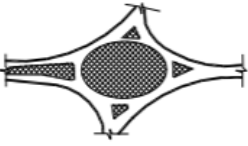
DE TRES RAMALES	EMPALME EN T	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADAS 	
	EMPALME EN Y	SIMPLE 	CANALIZADAS 		
DE CUATRO RAMALES	INTERSECCION EN +	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
	INTERSECCION EN X	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
ESPECIALES	EN ESTRELLA 		VEASE FIGURA 501.01 ROTONDA 		

Figura 1. Tipos de intersecciones a nivel.

Fuente: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018.

Por otra parte, las intersecciones a nivel deben cumplir con ciertos criterios de diseño, los cuales se detallan a continuación: (1) Preferencia de los movimientos más importantes. Deben definirse, en la etapa de diseño, cuáles serán las vías principales y cuáles las secundarias con el propósito de delimitar la preferencia y limitaciones en el tránsito vehicular; (2) Reducción de las áreas de conflicto. No se debe proyectar extensas áreas pavimentadas puesto que inducen a vehículos y peatones a realizar movimientos erráticos y a entrar en confusión, hecho que conllevaría, a su vez, a generar riesgo de ocurrencia de accidentes; (3) Perpendicularidad de las intersecciones. Por temas de seguridad, debe procurarse

diseñar intersecciones en ángulo recto ya que esta configuración brinda mejor visibilidad a los conductores y, en consecuencia, contribuye a la disminución de accidentes de tránsito; (4) Separación de los movimientos. Mediante carriles de aceleración y deceleración, para la separación del movimiento vehicular; (5) Canalización y puntos de giro. Mediante islas marcadas en el pavimento o con sardineles (canalización) se evitan giros en puntos no recomendables, brindando una mayor seguridad. Asimismo, esto debe acompañarse de una correcta señalización y un diseño de curvas de radio idóneo; (6) Visibilidad. Este concepto debe restringir la velocidad con la que los vehículos ingresan a la intersección. Además, se debe diseñar considerando la distancia de visibilidad de parada, la cual se define como la distancia entre el punto en que el conductor puede ver a otro vehículo con preferencia de paso, y el punto de conflicto.<sup>3</sup>

En la figura 2 se puede observar distintos casos de triángulos de visibilidad según el marco normativo peruano. Dicho concepto le proporciona seguridad al cruce de vehículos en la intersección con el propósito de que no colisionen por escasa visibilidad. Esto, por supuesto, debe ir acompañado de una adecuada señalización.

---

<sup>3</sup> Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018, pp. 217-218.

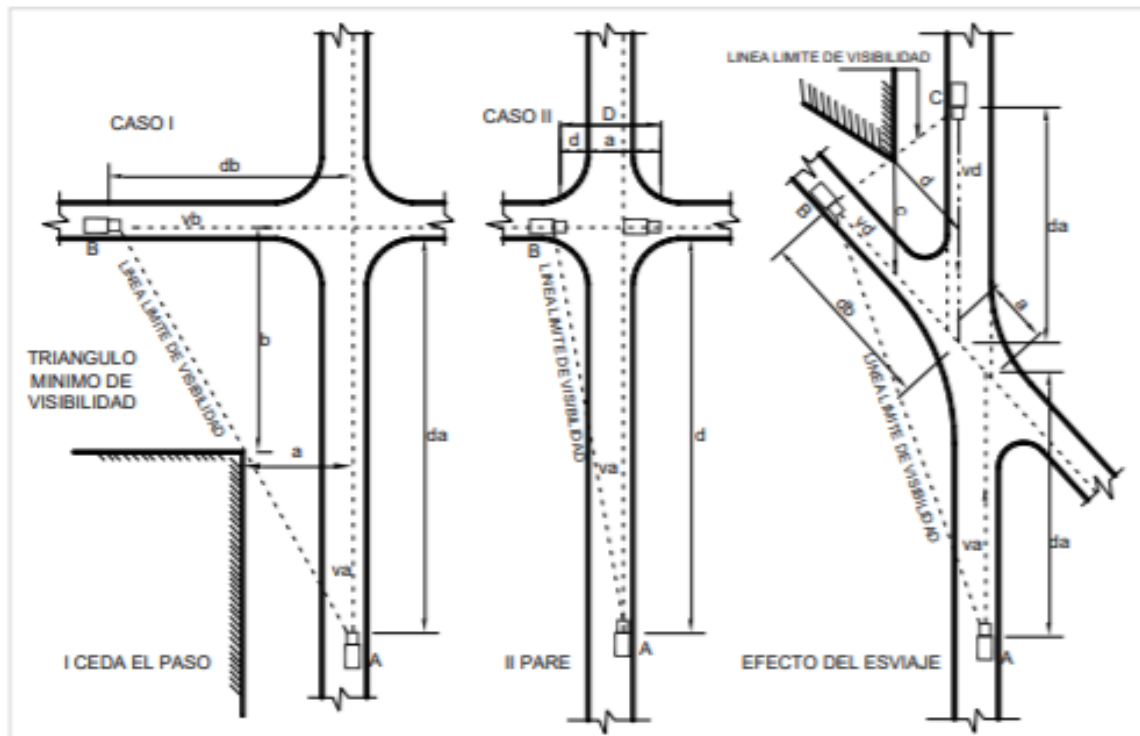
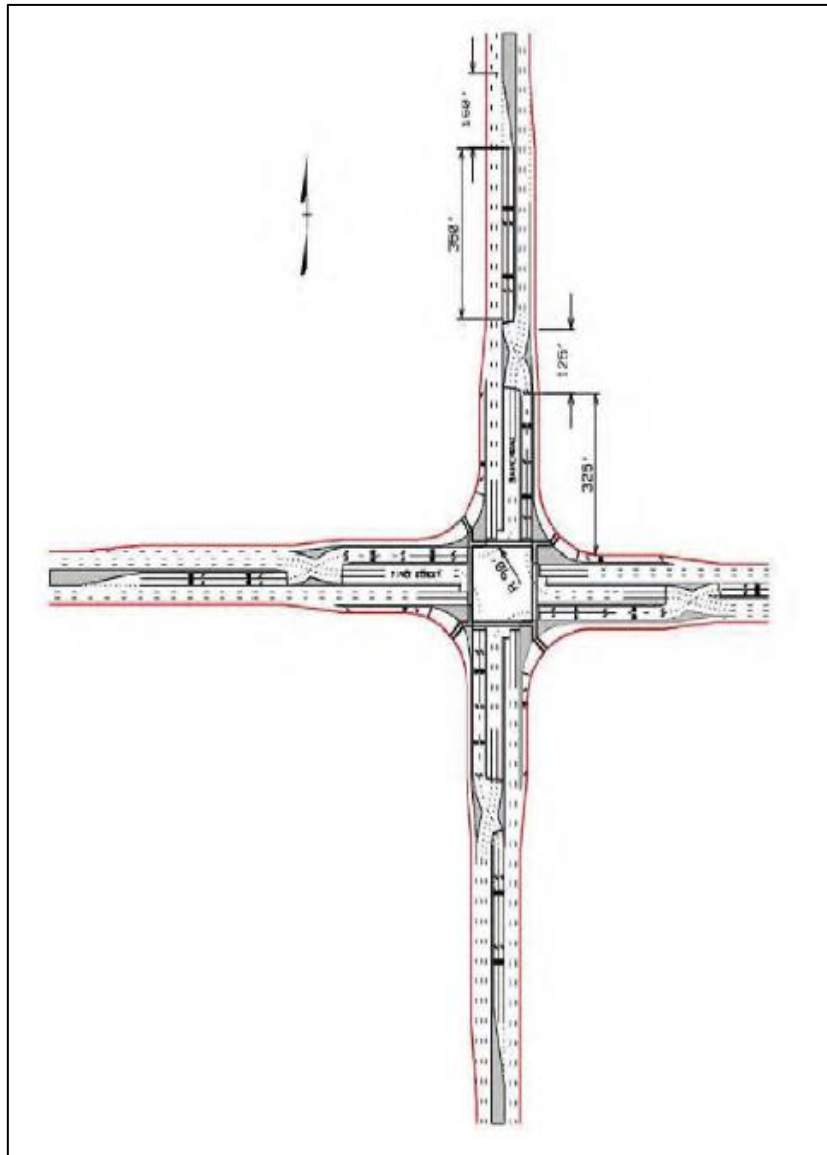


Figura 2. Triángulos de visibilidad en intersecciones a nivel.

Fuente: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018.

Una Intersección de Flujo Continuo—conocida como CFI por sus siglas originales en el idioma inglés (*Continuous Flow Intersection*) o como DLT (*Displaced Left-Turn*, intersección con giro a la izquierda desplazado)—es un tipo novedoso de intersección en el que se reubica el movimiento de giro a la izquierda de la intersección principal hacia una vía que se encuentra al otro lado de la vía del sentido de tránsito opuesto, característica que provoca la eliminación de la fase de giro a la izquierda [y el conflicto con el flujo recto del sentido contrario] en la intersección principal.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Hughes *et al*, 2010, p. 7.



*Figura 3.* Diseño geométrico típico de una CFI (full).

**Fuente:** Hughes *et al*, 2010.

El éxito en este tipo de intersección reside en la eliminación del giro a la izquierda en la intersección principal, llevándola metros atrás y haciendo que los vehículos viajen a través de un carril separado hasta el cruce principal. Con esto, el conductor deberá tomar la decisión de girar antes de ingresar al cruce principal, hecho que disminuye la congestión en la intersección y, con esto, la cola de vehículos. El efecto del tener que tomar la decisión antes de ingresar al cruce provocará, en opinión del autor de esta investigación, un cambio positivo en la cultura y educación vial de los conductores de Lima, los que comúnmente toman la decisión de girar

muchas veces a pocos metros de la intersección, hecho que causa que crucen de un carril a otro de manera intempestiva y generen, con esta acción, un embotellamiento.

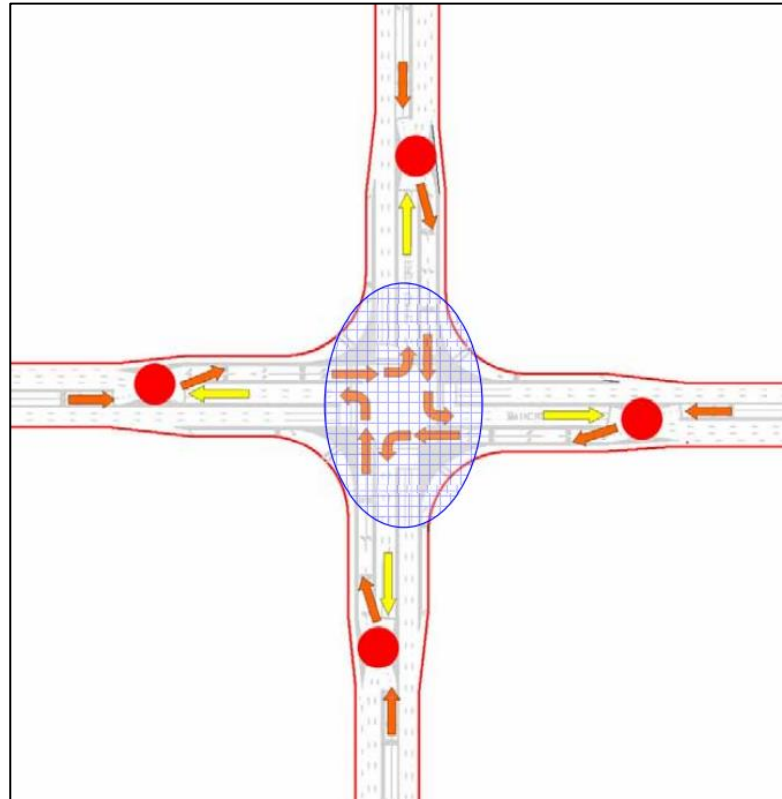


Figura 4. Movimientos de giro a la izquierda en una CFI.

Fuente: Hughes *et al*, 2010.

Una de las características principales de una Intersección de Flujo Continuo es que su performance mejora notablemente cuando los volúmenes de tráfico son más altos—incluso cuando la demanda se aproxima o excede la capacidad límite de una intersección convencional—.<sup>5</sup>

La eficiencia de una Intersección de Flujo Continuo es directamente proporcional al nivel de tráfico al que se encuentra sometida. Además, su justificación se basa en que haya volúmenes altos de cruce frontal y giro a la izquierda. Se considera un factor fundamental el nivel de tráfico de vehículos con giro a la izquierda debido a

<sup>5</sup> Goldblatt, Mier y Friedman, 1994, p. 39.



que durante este giro se produce un conflicto con los vehículos que vienen en dirección opuesta y los de la vía transversal. Así, lo novedoso de una Intersección de Flujo Continuo es que el cruce a la izquierda se dará metros antes en un carril exclusivo con lo que se evitarán los siguientes conflictos: (1) el conflicto generado con los vehículos que vienen en el mismo sentido—esto debido a que es muy común que no se respete el carril izquierdo como salida hacia el giro a la izquierda—; (2) el conflicto generado con los vehículos que vienen en sentido contrario; (3) el conflicto generado con los vehículos de la transversal.



*Figura 5.* Simulación de giro a la izquierda en una CFI parcial.

**Fuente:** Hughes *et al*, 2010.

Respecto a su diseño geométrico, la remoción del giro a la izquierda en el cruce principal para su reubicación es el elemento principal de diseño en una Intersección de Flujo Continuo. Así, los vehículos giran a la izquierda, cruzando el tráfico del sentido opuesto, entre unos 92 metros a 122 metros antes de la intersección principal, con un radio de giro de entre 46 metros y 60 metros [siempre tomando en

cuenta las normativas de diseño vigentes en el territorio en el cual se implementará este tipo de intersección].<sup>6</sup>

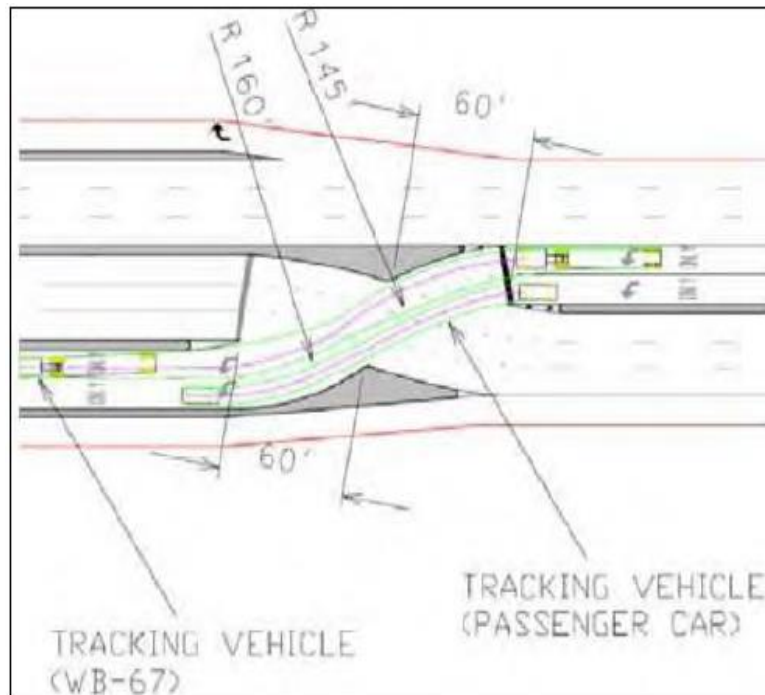


Figura 6. Detalle de movimiento de giro a la izquierda en una CFI.

Fuente: Hughes *et al*, 2010.

Respecto a lo anterior, existen dos diseños de Intersección de Flujo Continuo: (1) Intersección de Flujo Continuo de tipo full; (2) Intersección de Flujo Continuo de tipo parcial. Respecto a la modalidad full, el giro a la izquierda es reubicado en las cuatro aproximaciones de la intersección; por otra parte, en la modalidad parcial se reubican los giros a la izquierda solo en la vía arterial—principal—, esto es, solo en dos de las aproximaciones de la intersección—las que presentan mayor flujo vehicular—. <sup>7</sup>

<sup>6</sup> Hughes *et al*, 2010, p. 15.

<sup>7</sup> Hughes *et al*, 2010, p. 12.

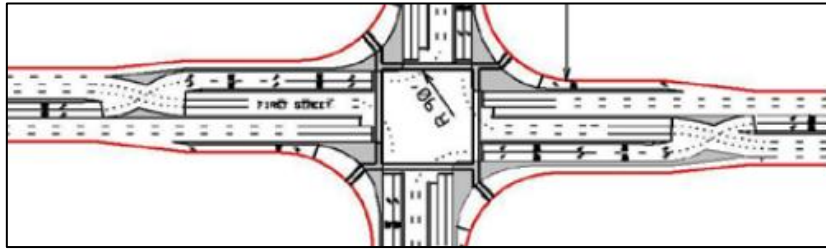


Figura 7. Intersección de Flujo Continuo, modalidad parcial.

Fuente: Hughes *et al*, 2010.

Respecto a la señalización, las luces semafóricas se ubican tanto en la intersección principal como en los cruces de giro a la izquierda de las aproximaciones—en las 4 aproximaciones de tratarse de una Intersección de Flujo Continuo full y en 2 aproximaciones si hablamos de una Intersección de Flujo Continuo parcial—. <sup>8</sup>

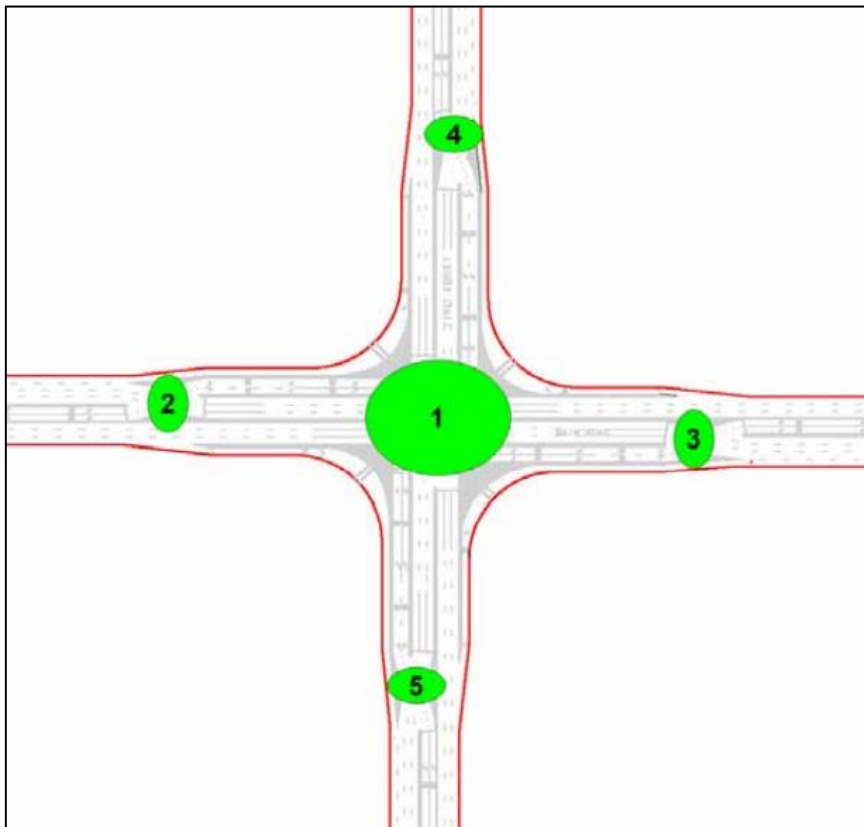
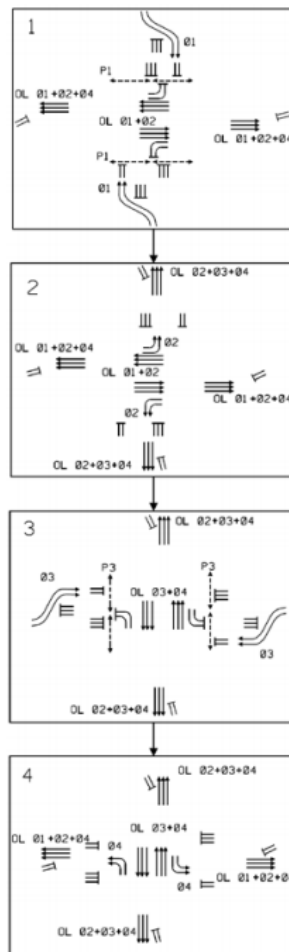


Figura 8. Ubicación de semáforos en una CFI full.

Fuente: Hughes *et al*, 2010.

<sup>8</sup> Hughes *et al*, 2010, p. 22.

Además, cuando se tienen intersecciones muy cercanas entre sí y con altos volúmenes en la vía principal, un sistema de señalización coordinado—totalmente actuado por el tránsito—suele tener un mejor desempeño que un sistema semafórico pretemporizado.<sup>9</sup> Así, los detectores de tránsito de dicho sistema se encontrarán en todas las intersecciones (*crossovers*) de todas las aproximaciones.<sup>10</sup> En las figuras 9 y 10 se muestran los esquemas de fases semafóricas para Intersecciones de Flujo Continuo en sus dos modalidades.



**Figura 9.** Fases semafóricas en una CFI full.

**Fuente:** Hughes *et al*, 2010.

<sup>9</sup> Park, Chen, 2010, p. 2.

<sup>10</sup> Hughes *et al*, 2010, p. 22.

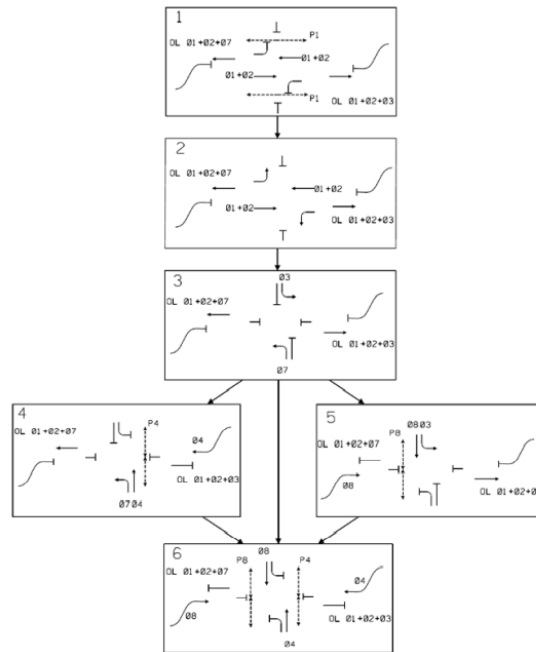


Figura 10. Fases semafóricas en una CFI parcial.

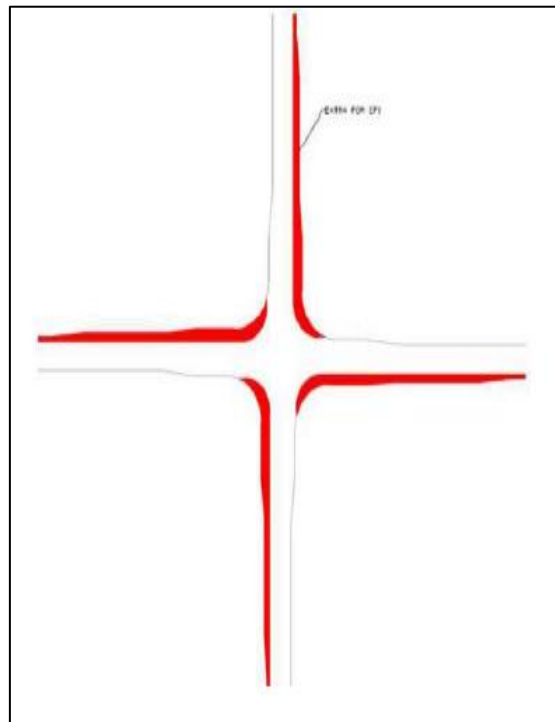
Fuente: Hughes *et al*, 2010.

Por otro lado, la geometría que presente la vía es también un factor preponderante al momento de la evaluación de la factibilidad técnica—e incluso, económica—de aplicar un diseño no convencional de tipo Intersección de Flujo Continuo. Esto debido a que el derecho de vía actual debería ser el necesario para poder aplicar una Intersección de Flujo Continuo. Respecto a esto, el derecho de vía es una franja de terreno de ancho variable dentro de la cual están comprendidos la carretera y todos sus elementos conformantes, servicios, zonas previstas para futuras obras de ensanchamiento o mejoramiento, y zonas de tránsito seguro para el usuario.<sup>11</sup>

Del derecho de vía dependerá si es conveniente, factible y viable aplicar o una Intersección de Flujo Continuo o un bypass al cruce actual ya que, si la configuración actual de la carretera no describe un ancho insuficiente, se tendrá que incurrir en procesos de expropiación de terrenos aledaños, hecho que elevaría el costo del proyecto y, por tanto, lo haría menos factible. En la figura 11 se puede observar la diferencia que hay entre el derecho de vía necesario para un cruce

<sup>11</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, pp. 10-11.

tradicional/convencional y el derecho de vía necesario para una Intersección de Flujo Continuo en su modalidad *full*.



*Figura 11.* Comparación entre derecho de vía de una intersección convencional y una CFI full (color rojo).

**Fuente:** Hughes *et al*, 2010.

Asimismo, la aplicación de intersecciones no convencionales no es muy común en muchos lugares del mundo, siendo casi nula. Esto se debe, entre otros factores, a que profesionales del transporte están generalmente no familiarizados con estos novedosos diseños debido a que su aplicación se ha dado en pocos lugares.<sup>12</sup>

La poca investigación que hay en Perú acerca de nuevas tecnologías en transporte ha hecho que Lima se encuentre muchos años por detrás del nivel de desarrollo actual de países del primer mundo. Es importante señalar que en muchas universidades existe una cultura reacia hacia el cambio tecnológico. La ingeniería civil es una de las ciencias con menor nivel de industrialización y esto se debe en gran parte a la poca investigación que hay en el país y a la cultura de rechazo de ciertos educadores—de una edad mayormente avanzada—hacia la tecnología. Respecto incluso a intersecciones no convencionales, como lo es la Intersección

---

<sup>12</sup> Steyn *et al*, 2014, p. 1.

de Flujo Continuo, en el Perú la investigación es extremadamente baja, siendo los temas investigados los que ya se aplican desde hace muchos años, temas generales. Si el Perú—y, en particular, los profesionales de la ingeniería civil—no moderniza ni actualiza sus conocimientos en ingeniería de transporte corre el riesgo de quedarse totalmente rezagado en su nivel de desarrollo económico puesto que de dicha ingeniería depende la infraestructura eficiente de carreteras, uno de los pilares de la economía nacional por ser medio del transporte de mercancías.

Asimismo, las distintas problemáticas mencionadas anteriormente han provocado, a su vez, que Lima se haya convertido en la tercera ciudad con mayor congestión vehicular, solo superada por Mumbai y Bogotá.<sup>13</sup>

A lo anterior se suma la corrupción latente en muchas de las entidades estatales responsables de licitar proyectos; esto se denota en que se prefieren obras de mayor costo—por ejemplo, exorbitantemente costosos pasos a desnivel—por el porcentaje de dinero mal habido que el funcionario puede llevarse de manera ilícita bajo distintas modalidades, siendo una de éstas conocida como el “diezmo”, en la que el ganador de la licitación aporta al funcionario municipal un porcentaje del monto total del proyecto por brindarle a éste la buena pro.

Construir una Intersección de Flujo Continuo es un proceso que se enmarca dentro del concepto de proyecto. Asimismo, un proyecto es un esfuerzo temporal que conduce a la creación de un producto, servicio o resultado único.<sup>14</sup>

Una Intersección de Flujo Continuo es un proyecto de construcción, el cual tiene una duración, costo y alcances determinados—en el expediente técnico—, y que pretende mejorar el nivel de vida de los usuarios de la carretera donde se desarrolle el proyecto.

Respecto a la segunda variable a estudiar en la presente investigación, se define al bypass—o paso a desnivel—como un diseño geométrico que permite el cruce de dos o más carreteras en distintos niveles con el propósito de brindar a los vehículos

---

<sup>13</sup> Perú 21, 2019, párr. 1.

<sup>14</sup> Project Management Institute, 2017, p. 4.

la posibilidad de ejecutar todos los movimientos posibles de cambio de trayectoria de una carretera a otra con la mínima cantidad posible de puntos de conflicto.<sup>15</sup>

Así, las intersecciones de tipo paso a desnivel se clasifican de la siguiente manera:<sup>16</sup> (1) intercambios de Tres Ramas: Tipo Trompeta "T", Direccionales en "T" y Direccionales en "Y"; (2) intercambios de Cuatro Ramas con Condición de Parada; y (3) intercambios de Cuatro Ramas de Libre Circulación.

DE CUATRO RAMAS				DE TRES RAMAS	
DE LIBRE CIRCULACION		CON CONDICIÓN PARADA		DIRECCIONAL	TROMPETA
OTROS	TRÉBOL COMPLETO	DIAMANTES	TRÉBOL PARCIAL		

Figura 12. Tipos de intersecciones a desnivel.

Fuente: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018.

En la figura 12 se muestran los diferentes tipos de intersecciones a desnivel (bypass). Es importante señalar que existen pasos a desnivel con puente y con cruce por debajo del nivel de suelo. El tipo de bypass a ejecutar depende de distintas condicionantes que se presenten en campo, de entre las cuales se pueden mencionar el tipo de suelo, las condiciones climatológicas—no sería convenientes,

<sup>15</sup> Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018, p. 247.

<sup>16</sup> Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018, p. 248.



por ejemplo, ejecutar la construcción de un bypass con pase por debajo de nivel de suelo en zonas en las que se presentan abundantes lluvias o en las que se altere el ornato por existencia de monumentos históricos; tal es el caso del Óvalo Monitor Huáscar—etc.

Además, los criterios generales de diseño de las intersecciones a desnivel son los mencionados a continuación: (1) capacidad de las vías y flujos emergentes; (2) diseño en planta—sección de entrecruzamiento, balance de carriles, carriles de cambio de velocidad y vías de enlace—(3) diseño en perfil; (4) diseño de la sección transversal.<sup>17</sup>

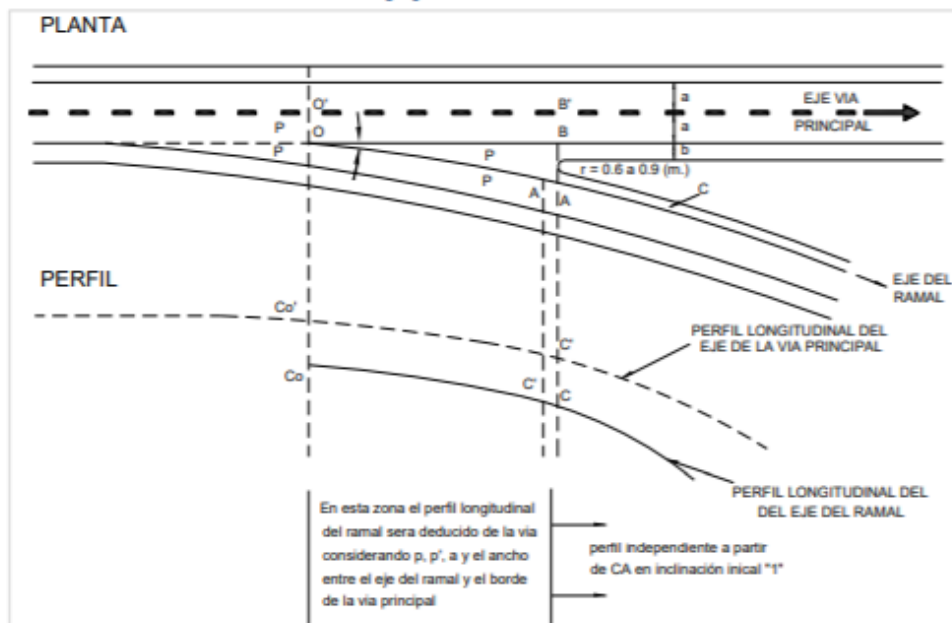


Figura 13. Modelo de diseño en planta y perfil de un ramal.

Fuente: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018.

<sup>17</sup> Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018, pp. 255-261.

En la figura 13 se muestra un modelo de diseño en planta y perfil de un ramal de una intersección a desnivel. Se detalla la leyenda de términos descritos en el gráfico mencionado:

- a : Ancho carril vía principal
- O : Origen del eje ramal (en este caso, sobre el borde de la calzada)
- O' : Proyección de O sobre el eje de la vía principal
- p : Peralte del carril contiguo al ramal
- p<sub>1</sub> : Inclinación transversal de la punta (de preferencia igual a p)
- p<sub>2</sub> : Peralte del ramal (es variable en la zona de transición)
- AB : Ancho de la punta en la nariz: distancia entre bordes de calzada a partir del cual el eje longitudinal del ramal se independiza. En este caso:  $c + b + 0.6 < AB < c + b + 0.9$ .
- A' : Punto próximo a A dentro de la cuña y sobre el eje del ramal (AA' @ 1 m).
- C<sub>O</sub> : Cota de O
- C<sub>O</sub> : Cota de origen del ramal ( $C_o = C_O \pm a p$ )
- C<sub>B</sub> : Cota del eje de la vía principal en la nariz (en B')
- C<sub>B</sub> : Cota del borde del carril en la nariz ( $C_B = C_{B'} \pm a p$ )
- C<sub>A</sub> : Cota de partida del perfil longitudinal del ramal en su zona independiente ( $C_B \pm AB \cdot p_1$ )
- C<sub>A'</sub> : Cota del puente A' (Se deduce igual que C<sub>A</sub>)'
- i : Pendiente inicial del P.L. del ramal en su zona independiente  $i = (C_A - C_{A'})/AA'$

Es importante señalar, dadas las características particulares del presente estudio, que en los viaductos de las intersecciones a desnivel—si son elevados o subterráneos en la dirección de la vía principal—es usual que no exista semaforización; en caso encima o debajo del viaducto, según sea el caso, exista una rotonda, habrá una doble no semaforización puesto que las rotondas son intersecciones que no incluyen dentro de su diseño un sistema de fases semafóricas.

Por otra parte, para llevar a cabo determinado proyecto es necesario evaluar si es viable realizarlo. Respecto a esto, la viabilidad—o factibilidad—de un proyecto es un concepto que se refiere a la posibilidad real de poder ejecutarlo, en términos del grado de disponibilidad de recursos humanos, naturales, materiales, infraestructura, entre otros.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Dubs de Moya, 2002, p. 15.

Por otro lado, la eficiencia en las intersecciones es un factor que contribuye de manera significativa a la eficiencia y rendimiento general de la red de vías. Asimismo, se puede mensurar la eficiencia técnica de una intersección mediante, principalmente, 4 (cuatro) indicadores: nivel de retraso, nivel de servicio, máxima longitud de cola y ratio volumen/capacidad (v/c).<sup>19</sup> Cabe resaltar que el nivel de demanda inducida a futuro, si bien no es un parámetro incluido netamente en el cálculo, es un indicador determinante de la eficiencia futura de la solución vial que se aplique en una intersección.

Al evaluar la eficiencia técnica de la aplicación de una solución vial, se consideran aspectos netamente técnicos, es decir, que influyan o sean influidos únicamente por el funcionamiento de la misma.

De esta manera, la eficiencia técnica se mide usando indicadores que midan exclusivamente el rendimiento operacional de la intersección, tales como nivel de servicio, demoras, entre otros.<sup>20</sup>

Para poder mensurar la eficiencia técnica es importante contar con dimensiones e indicadores que reflejen realmente el nivel de performance que se obtendría al ejecutar las soluciones viales evaluadas—Intersección de Flujo Continuo y bypass— bajo las condiciones actuales en el contexto del Óvalo Monitor Huáscar. Así, con el propósito de evaluar las variables objeto del estudio, se consideraron las siguientes dimensiones: nivel de servicio, grado de saturación y rendimiento operacional a futuro.

A continuación, se definirán una serie de conceptos inherentes al cálculo del rendimiento operacional de una vía, los mismos que han sido definidos en el HCM 2010—Manual de Capacidad de Carreteras, *Highway Capacity Manual* por sus siglas en inglés—; en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; y en el manual Políticas de diseño geométrico de carreteras y calles 2018 de la *American Association of State Highway*

---

<sup>19</sup> Autey, 2013, p. 84.

<sup>20</sup> Abdelrahman *et al*, 2020, p. 56.

and Transportation Officials (AASHTO)—A Policy on Geometric Design of Highways and Streets por su definición en inglés—.

Respecto a la primera dimensión, el primer indicador—conforme a la metodología del *Highway Capacity Manual 2010*—que expresará el nivel de eficiencia técnica en intersecciones semaforizadas es el grado de saturación de la vía. Para esto, primero debe definirse el concepto de capacidad vehicular, el cual se describe como la máxima tasa horaria de vehículos que tienen la posibilidad de atravesar una vía durante cierto periodo de tiempo, siendo usual considerar los 15 minutos pico de la hora punta de tráfico vehicular.<sup>21</sup> Entonces, el grado de saturación de una vía se define como la relación entre el volumen de vehículos (tasa horaria) que transitan por una vía en cierto periodo de tiempo, y la capacidad de la misma vía. Así, un grado de saturación menor a 1 ( $v/c < 1$ ) indica que la capacidad de la vía es suficiente para el flujo vehicular que circula por ésta; mientras que un grado de saturación mayor a 1 ( $v/c > 1$ ) describe que el flujo de vehículos a excedido a la capacidad de la vía, generándose colas.

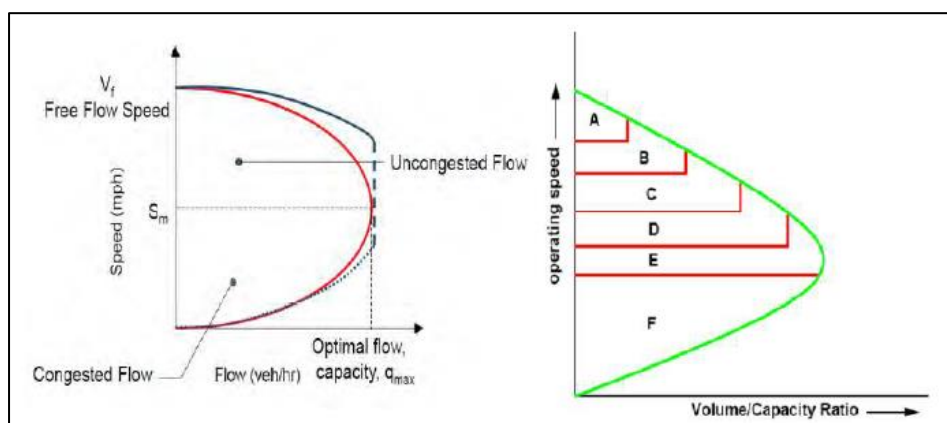


Figura 14. Relación entre grado de saturación, nivel de servicio y velocidad de circulación.

**Fuente:** Transportation Research Board, 2010.

Respecto a lo anterior, es preciso comentar que la mayor parte de las vías principales de Lima se encuentran colapsadas puesto que el volumen de vehículos

<sup>21</sup> Transportation Research Board, 2010, p.36.

excede la capacidad de éstas. Así, se generan altos niveles de congestamiento, colas, tiempos de demora/retraso y, por tanto, un bajo nivel de servicio. Así, en la figura 14 se muestra la relación entre grado de saturación (*volumen-to-capacity ratio*), nivel de servicio y velocidad de circulación.

Asimismo, los cálculos para llegar a determinar el grado de saturación de una vía parten desde la determinación de la tasa de flujo de saturación ajustado<sup>22</sup>, la cual incluye los siguientes conceptos en su fórmula general<sup>23</sup>:

Ajuste por ancho de carril ( $f_w$ ), para medir el impacto positivo de carriles amplios o el impacto negativo de carriles estrecho. En la tabla 1 se presentan los valores usados para este factor:<sup>24</sup>

**Tabla 1.** Valores de factor de ajuste por ancho de carril ( $f_w$ ).

Ancho promedio del carril (pies)	Factor de ajuste ( $f_w$ )
<10.0	0.96
10.0-12.9	1.00
>12.9	1.04

**Fuente:** Transportation Research Board, 2010.

Ajuste por vehículos pesados ( $f_{HV}$ ), que analiza el área que ocupan o dejan de ocupar, negativa o positivamente, los vehículos pesados y que se calcula mediante la ecuación 2.1.<sup>25</sup>

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_H (E_T - 1)} \quad \text{Eq. 2.1}$$

Donde:

$P_{HV}$  = % vehículos pesados en el grupo de movimiento o grupo de carril.

$E_T$  = Número equivalente de vehículos pesados (valor de 2.0 para cada vehículo pesado).

<sup>22</sup> Transportation Research Board, 2010, pp. 206-209.

<sup>23</sup> Vera, 2012, p. 73.

<sup>24</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 207.

<sup>25</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 207.

Ajuste por pendiente del acceso ( $f_g$ ), que analiza el impacto de la pendiente del acceso como positivo o negativo. Este factor puede ser calculado mediante la ecuación 2.2.<sup>26</sup>

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200} \quad \text{Eq. 2.2}$$

Donde:

$P_g$  = Valor de la pendiente en el acceso para el grupo de movimiento o grupo de carril (%).

Ajuste por estacionamientos ( $f_p$ ), que toma un valor máximo de maniobras de 180 y que analiza el impacto que tienen las maniobras de estacionamiento realizadas por conductores de ciertos vehículos y que interrumpen el tránsito constante de los vehículos que llegan por detrás de ellos. Si no existen estacionamientos en las inmediaciones de la intersección, el factor tomará el valor de 1; si, por el contrario, sí existen estacionamientos en las inmediaciones de la intersección, se usa la ecuación 2.3 para su cálculo.<sup>27</sup>

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N} \geq 0.050 \quad \text{Eq. 2.3}$$

Donde:

$N_m$  = Número de maniobras de ingreso al estacionamiento adyacente para el grupo de movimiento o grupo de carril (maniobras/hora).

$N$  = Número de carriles para el grupo de movimiento o grupo de carril.

Ajuste por bloqueo de buses ( $f_{bb}$ ), que analiza el impacto, en el flujo de saturación, de las paradas de los buses de transporte público que se detienen a recoger o dejar

---

<sup>26</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 207.

<sup>27</sup> Transportation Research Board, 2010, pp. 207-208.

pasajeros, con un valor máximo de 250 paradas. Este factor se calcula mediante la ecuación 2.4.<sup>28</sup>

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N} \geq 0.050 \quad \text{Eq. 2.4}$$

Donde:

$N_b$  = Número de buses que se detienen (buses/hora).

$N$  = Número de carriles para el grupo de movimiento o grupo de carril.

Ajuste por tipo de área ( $f_a$ ), que analiza según el tipo de zona en que se ubica la intersección—residencial, comercial o financiera—. Se recomienda usar un valor de 0.9 o, en caso la intersección se encuentre ubicada en una zona residencial, un valor equivalente a 1.<sup>29</sup>

Ajuste por uso de carril ( $f_{LU}$ ), que analiza la desigualdad en la distribución del aforo vehicular entre los diferentes carriles de un grupo de carriles con más de un carril.<sup>30</sup>

Ajuste por giros a la derecha ( $f_{RT}$ ), que analiza si los giros se hacen desde un carril exclusivo o desde uno compartido, y la proporción de vehículos que giran a la derecha; ambos como indicadores del impacto de la geometría de la vía. Así, su valor puede ser calculado mediante la ecuación 2.5.<sup>31</sup>

---

<sup>28</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 208.

<sup>29</sup> Transportation Research Board, 2010, pp. 208-209.

<sup>30</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 209.

<sup>31</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 209.

$$f_{RT} = \frac{1}{E_R} \quad \text{Eq. 2.5}$$

Donde:

$E_L$  = Vehículos equivalentes con giro a la derecha.

En la tabla 2 se muestran los valores de  $E_R$  que pueden ser empleados en la ecuación 2.5.<sup>32</sup>

**Tabla 2.** Valores de  $E_R$  y  $F_{RT}$ .

TIPO DE CARRIL	$E_R$ Vehículos Equivalentes para giros a la derecha	$f_{RT}$
Un carril exclusivo o compartido	1.18	0.85
Dos o más carriles exclusivos o compartidos	1.33	0.75

**Fuente:** Transportation Research Board, 2010.

Ajuste por giros a la izquierda ( $f_{LT}$ ), que analiza si los giros son permitidos o protegidos, y si se realizan desde un carril exclusivo o desde uno compartido. Su valor se puede calcular usando la ecuación 2.6.<sup>33</sup>

$$f_{LT} = \frac{1}{E_L} \quad \text{Eq. 2.6}$$

Donde:

$E_L$  = Vehículos equivalentes con giro a la izquierda.

En las tablas 3 y 4 se muestran los valores de  $E_L$  que pueden ser empleados en la ecuación 2.6.<sup>34</sup>

<sup>32</sup> Silvera, 2020, p. 23.

<sup>33</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 209.

<sup>34</sup> Silvera, 2020, p. 22.



**Tabla 3.** Valores de  $E_L$  y  $f_{LT}$ , caso en que giro a la izquierda se encuentra en fase protegida, sin flujos opuestos, en calles con un solo sentido o intersecciones T.

TIPO DE CARRIL	$E_L$ Vehículos Equivalentes para giros a la izquierda	$f_{LT}$
<b>Giros a la izquierda con fase protegida o sin oposición</b>		
Un carril exclusivo o compartido	1.05	0.95
Dos o más carriles exclusivos o compartidos	1.09	0.92
<b>Calles de un solo sentido o intersecciones en T</b>		
Un carril exclusivo o compartido	1.18	0.85
Dos o más carriles exclusivos o compartidos	1.33	0.75

Fuente: Transportation Research Board, 2010.

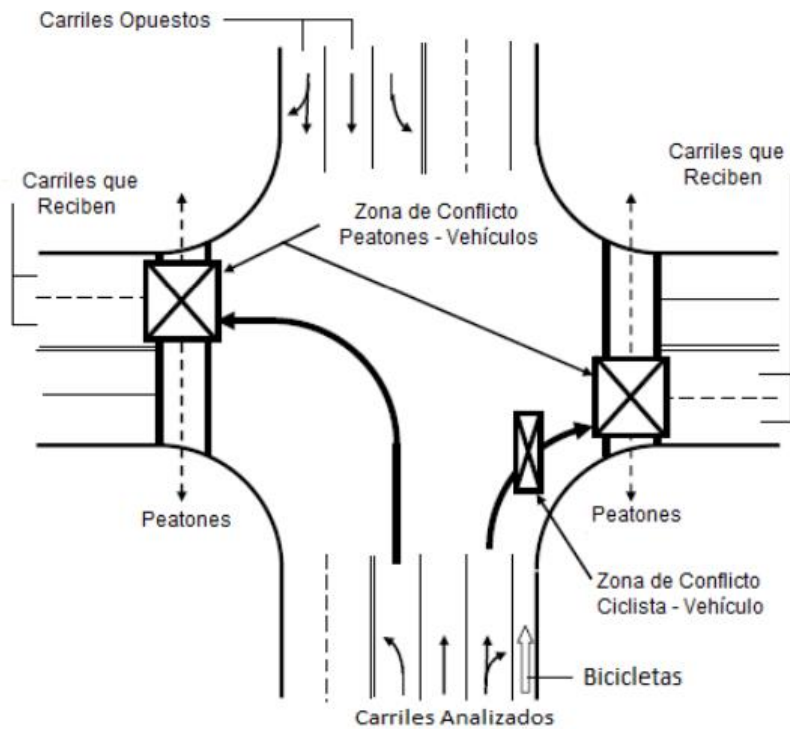
**Tabla 4.** Valores de  $E_L$  y  $f_{LT}$ , caso en que giro a la izquierda tiene flujos vehiculares opuestos.

<b>Giros a la Izquierda en carriles compartidos con presencia de flujo opuesto</b>							
Flujo Opuesto (Vehículos/hora)	1	200	400	600	800	1000	1200
$E_L$	1.4	1.7	2.1	2.5	3.1	3.7	4.5
<b>Giros a la Izquierda en carriles exclusivos con presencia de flujo opuesto</b>							
Flujo Opuesto (Vehículos/hora)	1	200	400	600	800	1000	1200
$E_L$	1.3	1.6	1.9	2.3	2.8	3.3	4

Fuente: Transportation Research Board, 2010.

Ajuste por peatones y bicicletas ( $f_{Lpb}$  y  $f_{Rpb}$ ), que analiza los impactos del conflicto generado por el bloqueo de los peatones, las bicicletas y los vehículos que circulan en los dos sentidos, derecha e izquierda.<sup>35</sup>

<sup>35</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 209.



*Figura 15.* Zonas de conflicto ciclista-peatón-vehículo en una intersección semaforizada.

**Fuente:** Transportation Research Board, 2010.

En las tablas 5 y 6 se muestran los valores que toman el factor de ajuste por presencia de peatones en el giro a la izquierda ( $f_{Lpb}$ ) y el factor de ajuste por presencia de peatones y ciclistas en el giro a la derecha ( $f_{Rpb}$ ), respectivamente.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> Silvera, 2020, p. 24.

**Tabla 5.** Valores de  $f_{Lpb}$  en cruces semaforizados.

Situación de la Intersección - Giro a la Izquierda	$f_{Lpb}$
Si no hay peatones en conflicto	1.00
Calle en dos sentidos que usa giro protegido a la izquierda o división de fases en el semáforo.	1.00
Calle en dos sentidos que usa giro permitido o giro protegido-permitido	$A_{pbT}$
Calle de un solo sentido	$A_{pbT}$

Fuente: Transportation Research Board, 2010.

**Tabla 6.** Valores de  $f_{Rpb}$  en cruces semaforizados.

TIPO DE CARRIL	$f_{Rpb}$
Si no hay peatones o ciclistas en conflicto	1.00
Si se usa giro protegido a la derecha.	1.00
Si se usa giro permitido o giro protegido-permitido	$A_{pbT}$

Fuente: Transportation Research Board, 2010.

Cuando se presenta un escenario en el que el número de carriles receptores tiene el mismo valor que el número de carriles de giro, los vehículos que giran no tendrán la posibilidad de maniobrar alrededor de peatones y ciclistas. En este caso, se puede utilizar la ecuación 2.7.<sup>37</sup>

$$A_{pbT} = 1 - OCC_{\gamma} \quad \text{Eq. 2.7}$$

Donde:

$A_{pbT}$  = Tiempo en que la zona de conflicto se encuentra libre.

$OCC_{\gamma}$  = Ocupación de la zona de conflicto por peatones y ciclistas.

<sup>37</sup> Silvera, 2020, pp. 24-25.

Además, si por contrario, el número de carriles de recepción es mayor al número de carriles de giro, los vehículos que giran sí tendrán la posibilidad de realizar maniobras alrededor de los peatones y ciclistas, hecho que reducirá el impacto generado por la presencia de estos últimos en el flujo de saturación. En este escenario, se utilizará la ecuación 2.8.<sup>38</sup>

$$A_{pbT} = 1 - 0.6 OCC_{\gamma} \quad \text{Eq. 2.8}$$

Cabe precisar que el cálculo del factor  $OCC_{\gamma}$  está en función del tipo de giro—izquierda o derecha—. Respecto al  $OCC_{\gamma}$  en giros a la izquierda, se usará la ecuación 2.9.<sup>39</sup>

$$OCC_{\gamma} = \frac{g_{ped} - g_q}{g_p - g_q} (OCC_{pedu}) e^{-5.00 v_o / 3600} \quad \text{Eq. 2.9}$$

Donde:

$OCC_{pedu}$  = Factor de ocupación peatonal cuando la cola del flujo vehicular opuesto se despeja.

$v_o$  = Flujo vehicular opuesto (veh/hora).

$g_p$  = Tiempo de verde efectivo para un giro permitido a la izquierda (seg).

$g_{ped}$  = Tiempo de verde para el paso de peatones (puede suponerse  $g_{ped} = g =$  verde efectivo de la fase).

$g_q$  = Tiempo verde efectivo en que existe bloqueo de la cola del flujo vehicular opuesto (se puede calcular con  $g_q = g_p - g_u$ ).

$g_u$  = Tiempo verde efectivo en que no existe bloqueo de la cola del flujo vehicular opuesto (seg).

En tanto, para calcular  $OCC_{pedu}$  se usarán las ecuaciones 2.10 o 2.11.<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> Silvera, 2020, p. 25.

<sup>39</sup> Silvera, 2020, p. 25.

<sup>40</sup> Silvera, 2020, p. 26.

Si  $g_q < g_{ped}$ :

$$OCC_{pedu} = OCC_{pedg} (1 - 0.5 g_q/g_{ped}) \quad \text{Eq. 2.10}$$

Si  $g_q \geq g_{ped}$ :

$$OCC_{pedu} = 0 \quad \text{Eq. 2.11}$$

Donde:

$OCC_{pedg}$  = Factor de ocupación promedio de peatones.

Respecto al cálculo del factor de ocupación promedio de peatones ( $OCC_{pedg}$ ), se utilizarán las ecuaciones 2.12 y 2.13, dependiendo del flujo de peatones.<sup>41</sup>

Si flujo de peatones  $\leq 1000$  peatones/hora:

$$OCC_{pedg} = \frac{v_{pedg}}{2000} \quad \text{Eq. 2.12}$$

Si flujo de peatones  $> 1000$  peatones/hora:

$$OCC_{pedg} = 0.4 + \frac{v_{pedg}}{10000} \leq 0.90 \quad \text{Eq. 2.13}$$

Donde:

$v_{pedg}$  = Flujo promedio ajustado de peatones durante el tiempo de verde (peatones/hora).

---

<sup>41</sup> Silvera, 2020, pp. 26-27.

Asimismo, para el cálculo del flujo promedio ajustado de peatones durante el tiempo de verde ( $v_{pedg}$ ), se aplicará la ecuación 2.14.<sup>42</sup>

$$v_{pedg} = v_{ped} \frac{c}{g_{ped}} \leq 5000 \quad \text{Eq. 2.14}$$

Donde:

$v_{ped}$  = Tasa de flujo de peatones/hora en ambos sentidos.

$c$  = Longitud de ciclo semafórico.

Para el cálculo del factor  $OCC_\gamma$  en giros a la derecha se emplearán las ecuaciones 2.15 o 2.16, dependiendo de las siguientes condiciones:<sup>43</sup>

Si no se dan interferencias con ciclistas en los giros a la derecha:

$$OCC_\gamma = \frac{g_{ped}}{g} OCC_{pedg} \quad \text{Eq. 2.15}$$

Si, por el contrario, sí existen interferencias entre los giros a la derecha y los ciclistas:

$$OCC_\gamma = \left( \frac{g_{ped}}{g} OCC_{pedg} \right) + OCC_{bicg} - \left( \frac{g_{ped}}{g} OCC_{pedg} OCC_{bicg} \right) \quad \text{Eq. 2.16}$$

Donde:

$g$  = Tiempo de verde efectivo de la fase (es válido suponer que  $g_{ped} = g$ ).

$OCC_{pedg}$  = Factor de ocupación promedio de peatones (ecuaciones 2.12 y 2.13).

$OCC_{bicg}$  = Factor de ocupación promedio de bicicletas.

---

<sup>42</sup> Silvera, 2020, p. 27.

<sup>43</sup> Silvera, 2020, pp. 27-28.

El factor de ocupación promedio de bicicletas ( $OCC_{bicg}$ ), se calculará empleando la ecuación 2.17.<sup>44</sup>

$$OCC_{bicg} = 0.02 + \frac{v_{bicg}}{2700} \quad \text{Eq. 2.17}$$

Donde:

$v_{bicg}$  = Flujo promedio ajustado de bicicletas durante el tiempo de verde (bicicletas/hora).

Para el cálculo del flujo promedio ajustado de bicicletas durante el tiempo de verde ( $v_{bicg}$ ) se utiliza la ecuación 2.18.<sup>45</sup>

$$v_{bicg} = v_{bic} \frac{C}{g} \leq 1900 \quad \text{Eq. 2.18}$$

Donde:

$v_{bic}$  = Tasa de flujo de bicicletas (bicicletas/hora).

$g$  = Tiempo de verde efectivo de la fase.

$C$  = Longitud del ciclo semafórico.

De esta manera, la ecuación general para determinar la tasa de flujo de saturación ajustado<sup>46</sup>—número de vehículos por hora y por carril que pueden cruzar una intersección semaforizada si la luz verde se extiende por toda una hora continua sin que el flujo vehicular se detenga—quedaría como:

$$S = S_0 f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb} \quad \text{Eq. 2.19}$$

Donde:

$S$  = Tasa de flujo de saturación ajustado (veh/h/carril).

<sup>44</sup> Silvera, 2020, p. 28.

<sup>45</sup> Silvera, 2020, p. 28.

<sup>46</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 206.

$s_0$  = Tasa de flujo de saturación ideal por carril (flujo por carril que pueda cruzar una intersección semaforizada. HCM recomienda  $s_0 = 1900$  pc/h/carril).

$f_w$  = Factor de ajuste por ancho de carril del grupo.

$f_{HV}$  = Factor de ajuste por vehículo pesado.

$f_g$  = Factor de ajuste por pendiente en el acceso.

$f_p$  = Factor de ajuste por estacionamientos adyacentes.

$f_{bb}$  = Factor de ajuste por bloqueo de buses.

$f_a$  = Factor de ajuste por tipo de área.

$f_{LU}$  = Factor de ajuste por utilización de carril.

$f_{LT}$  = Factor de ajuste por giro a la izquierda en un grupo de carril.

$f_{RT}$  = Factor de ajuste por giro a la derecha en un grupo de carril.

$f_{Lpb}$  = Factor de ajuste por presencia de peatones en el giro a la izquierda.

$f_{Rpb}$  = Factor de ajuste por presencia de peatones y ciclistas en el giro a la derecha.

Ahora, para determinar la capacidad de una vía<sup>47</sup>, se emplea la siguiente ecuación:

$$c_i = s_i * \left( \frac{g_i}{C} \right) \quad \text{Eq. 2.20}$$

Donde:

$c_i$  = Capacidad del grupo de carriles  $i$  (veh/h).

$s_i$  = Tasa de flujo de saturación para el grupo de carriles  $i$  (veh/h).

$g_i$  = Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles  $i$  (s).

$C$  = Longitud del ciclo del semáforo (s).

$g_i/C$  = Proporción de verde efectivo para el grupo de carriles  $i$ .

Conociendo la capacidad de la vía, es posible determinar la relación volumen/capacidad de ésta, también denominada grado de saturación de la vía.

Dicha relación viene determinada por:

---

<sup>47</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 212.



**Eq. 2.21**

$$X_i = \frac{v_i}{c_i} = \frac{v_i}{s_i * (g_i / C)} = \frac{v_i * C}{s_i * g_i}$$

Donde:

- $X_i$  = Relación  $v/c$  o grado de saturación para el grupo de carriles  $i$ .
- $v_i$  = Tasa de flujo de demanda actual o proyectada para el grupo de carriles  $i$  (veh/h).
- $c_i$  = Capacidad del grupo de carriles  $i$ .
- $s_i$  = Tasa de flujo de saturación para el grupo de carriles  $i$  (veh/h).
- $g_i$  = Tiempo de verde efectivo para el grupo de carriles  $i$  (s).
- $C$  = Longitud del ciclo (s).

Asimismo, para el grado de saturación crítico—relación  $v/c$  que presenta el mayor valor y que se da en los carriles críticos—se usa la siguiente ecuación:

$$X_c = \left( \frac{C}{C-L} \right) * \Sigma \left( \frac{v}{s} \right)_{ci} \quad \text{Eq. 2.22}$$

Donde:

- $X_c$  = Relación  $v/c$  crítica o grado de saturación crítico para la intersección.
- $\Sigma(v/c)_{ci}$  = Sumatoria de las relaciones de flujo para todos los grupos de carriles críticos  $i$ .
- $C$  = Longitud del ciclo (s).
- $L$  = Tiempo perdido total por ciclo, calculado como tiempo perdido,  $t_i$ , para la trayectoria crítica de los movimientos (s).

El siguiente indicador que expresará el nivel de eficiencia técnica es la medición del nivel de servicio de la vía. Este concepto se define como una medida de calidad que reseña las condiciones de rendimiento operacional de una vía en un flujo de tráfico.<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Ríos-Cardich, 2018, p. 9.

**Tabla 7.** *Niveles de servicio (NDS) según demora (s/veh).*

Niveles de Servicio	Demora
A	<10
B	10,1-20
C	20,1-35
D	35,1-55
E	55,1-80
F	>80,1

**Fuente:** Transportation Research Board, 2010.

En la tabla 7 se muestran los 6 diferentes niveles de servicio que puede tener una vía, relacionándolos con distintos tiempos de demora/retraso. Así, los niveles A y B son niveles considerados altos; C y D son considerados niveles medios; y E y F son considerados niveles bajos.

Además, respecto a esta primera dimensión, el indicador que expresará el nivel de servicio será el tiempo de retraso o demora (nivel de retraso), el cual se define como el tiempo de viaje adicional experimentado para ir de un punto a otro comparado con una línea base de tiempos de viaje en condiciones de flujo libre.<sup>49</sup>

Para la determinación de la demora del sistema<sup>50</sup>, se utiliza la ecuación 2.23.

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

**Eq. 2.23**

Donde:

d = Demora total del sistema (s/veh).

d<sub>1</sub> = Demora uniforme (s/veh).

d<sub>2</sub> = Demora incremental (s/veh).

d<sub>3</sub> = Demora por cola inicial (s/veh).

---

<sup>49</sup> Perú 21, 2019, párr. 4.

<sup>50</sup> Transportation Research Board, 2010, pp. 217-227.

Así para el cálculo de la demora uniforme ( $d_1$ ), el *Highway Capacity Manual* propone la ecuación 2.24, la cual se basa en el primer término de la Fórmula de Demora de Webster y que asume un flujo estable con uniformidad en las llegadas a la intersección, sin existencia de colas iniciales en los accesos—caso ideal—:

$$d_1 = \frac{0.5 C (1 - g/C)^2}{1 - [\min(1, X) g/C]} \quad \text{Eq. 2.24}$$

Donde:

$d_1$  = Demora uniforme (s/veh).

$C$  = Longitud del Ciclo Semafórico (s).

$g$  = Tiempo de verde efectivo de la fase.

$X$  = Ratio volumen/capacidad.

Asimismo, la demora incremental ( $d_2$ ) representa la pérdida de tiempo que se genera en el sistema a causa de la variación aleatoria en la cantidad de vehículos que arriban a la intersección ciclo a ciclo. Además, simboliza la pérdida de tiempo que se genera a causa de la demanda de vehículos cuando ésta excede la capacidad de la intersección durante el periodo de análisis—demanda no satisfecha—. Este parámetro se determina mediante la ecuación 2.25.

$$d_2 = 900 T \left[ (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8kIX}{c T}} \right] \quad \text{Eq. 2.25}$$

Donde:

$d_2$  = Demora incremental (s/veh).

$T$  = Duración del periodo de análisis (0.25 horas para aforos cada 15 minutos).

$X$  = Ratio volumen/capacidad.

$k$  = Factor de demora incremental que depende del tipo de control de la intersección (para intersecciones semaforizadas con giros permitidos, se recomienda utilizar un valor de  $k = 0.5$ ).

$I$  = Factor de ajuste por existencia de intersecciones aguas arriba.

$c$  = Capacidad (veh/hora/acceso).

Respecto al factor de ajuste por presencia de intersecciones aguas arriba (I), éste describe el efecto producido por un controlador de tránsito (luz semafórica, señalización de tránsito, entre otros) de una intersección ubicada aguas arriba sobre la intersección que se está evaluando. Los valores de este factor fluctúan en un rango de 0.09 a 1.00, siendo 1.00 el valor apropiado para intersecciones aisladas—intersecciones distanciadas a 965 metros o más de otras intersecciones existentes en el sistema—. La ecuación 2.26 es utilizada para determinar este factor.

$$I = 1.0 - 0.91 X^{2.68} \geq 0.09 \quad \text{Eq. 2.26}$$

Donde:

I = Factor de ajuste por presencia de intersecciones aguas arriba.

X = Ratio volumen/capacidad.

Por otro lado, la demora por cola inicial ( $d_3$ ) será nula si no existe formación de colas iniciales en los accesos de la intersección. Caso contrario, las ecuaciones 2.27, 2.28, 2.29 y 2.30 describen el proceso para encontrar el valor del factor  $d_3$ .

$$d_3 = \frac{3600}{vT} \left[ t_A \frac{Q_b + Q_e - Q_{ev}}{2} + \frac{Q_e^2 - Q_{ev}^2}{2c} - \frac{Q_b^2}{2c} \right] \quad \text{Eq. 2.27}$$

$$Q_e = Q_b + t_A (v - c) \quad \text{Eq. 2.28}$$

Si  $v > c$ , entonces:

$$Q_{ev} = T (v - c) \quad \text{Eq. 2.29}$$

Con  $t_A = T$

Si  $v < c$ , entonces:

$$Q_{ev} = 0.0 \text{ veh}$$
$$t_A = Q_b / (c - v) \leq T$$

**Eq. 2.30**

Donde:

$d_3$  = Demora por cola inicial (s/veh).

$c$  = Capacidad (veh//acceso).

$v$  = Flujo de demanda (veh/h/acceso).

$T$  = Duración del periodo de análisis (h).

$t_A$  = Tiempo de espera de la demanda insatisfecha en el periodo de análisis (h).

$Q_b$  = Cola inicial al comienzo del periodo de análisis (veh).

$Q_e$  = Cola al final del período de análisis (veh).

$Q_{ev}$  = Cola ajustada al final del periodo de análisis (veh).

Habiendo determinado los factores  $d_1$ ,  $d_2$  y  $d_3$ , se podrá hallar la demora de la intersección—suma de las demoras de todas las aproximaciones de la intersección—usando la ecuación 2.31.

$$d_I = \frac{\sum d_i v_i}{\sum v_i}$$

**Eq. 2.31**

Donde:

$d_i$  = Demora global de la intersección (s/veh).

$d$  = Demora total del sistema por acceso (veh/h/acceso).

$v$  = Flujo de demanda por acceso (veh/h/acceso).

La medición del nivel de retraso/demora será un factor elemental en la evaluación de la performance operacional de la primera variable, Intersección de Flujo Continuo, dado que de ella se determinará el nivel de servicio que presentará. Además, si bien las rotondas son intersecciones no semaforizadas—como es en el caso de la segunda variable en la cual se plantea la evaluación de la eficiencia técnica de un bypass con viaducto elevado sobre una rotonda—, la metodología del *Highway Capacity Manual 2010* permite realizar una evaluación de dicho indicador, el cual será motivo de comparación en las dos variables de estudio.

Es posible relacionar la demora total y el grado de saturación de la intersección, restringiendo los valores cualitativos del nivel de servicio de la misma según los valores de la tabla 8.

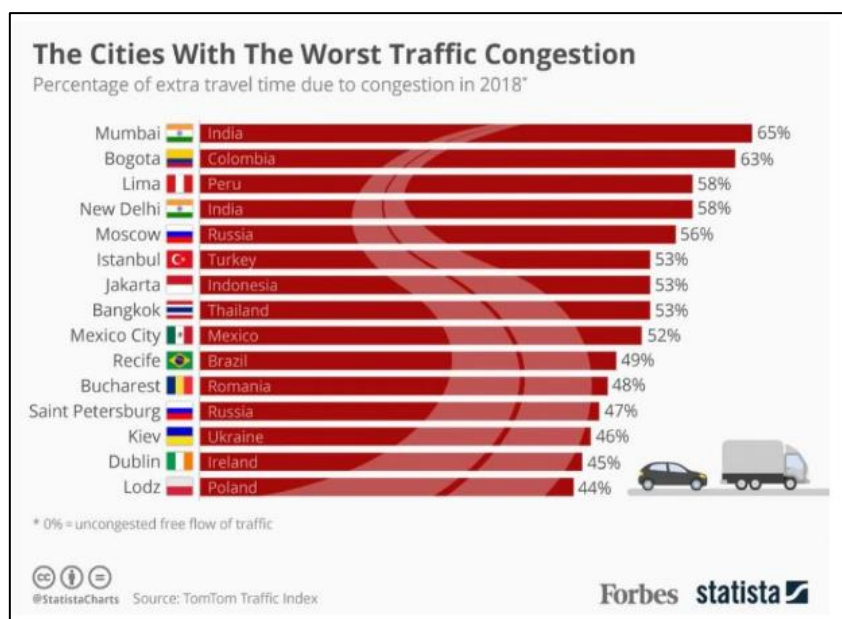
**Tabla 8.** *Niveles de servicio para intersecciones semaforizadas.*

Demoras por control (s/veh)	Niveles de servicio por grado de saturación	
	$v/c \leq 1.0$	$v/c \geq 1.0$
$\leq 10$	A	F
>10 - 20	B	F
>20 - 35	C	F
>35 - 55	D	F
>55 - 80	E	F
$\geq 80$	F	F

**Fuente:** Transportation Research Board, 2010.

Por otra parte, el congestionamiento experimentado en la ciudad de Lima es crítico puesto que se alcanzan niveles, en promedio, de 58% de retraso. Esta situación se agrava en horas punta, en las que el retraso crece hasta un 88% por las mañanas—hora punta 07:00 horas a 09:00 horas—y hasta un 104% por las tardes—hora punta 18:00 horas a 21:00 horas—. <sup>51</sup>

<sup>51</sup> Perú 21, 2019, párr. 6-7.



**Figura 16.** Ciudades más congestionadas del mundo.

**Fuente:** TomTom Traffic Index, 2019.

Es necesario señalar que Lima ha alcanzado niveles caóticos de congestión, como se ha mencionado anteriormente. Los problemas que trae consigo el congestionamiento se pueden enfocar desde distintos puntos de vista. En opinión del autor de esta investigación, son tres (3) los puntos de vista principales: social, económico y ambiental. Desde el punto de vista social, el congestionamiento trae consigo disminución en la calidad de vida de las personas y esto, a su vez, problemas psicosociales (agresividad, problemas de disfunción familiar, entre otros) y de salud (estrés, depresión, entre otros). Desde el punto de vista económico, hay una pérdida importante de horas hombre que las personas no perciben dentro de sus ingresos (remuneración), hecho que, en un país como el Perú, con brechas tan grandes entre estratos socioeconómicos, resulta totalmente contraproducente y aumenta las brechas sociales. Desde el punto de vista ambiental, la polución es un factor que ha provocado, en gran parte, el exponencial avance de los efectos del calentamiento global. Hoy por hoy vemos noticias de cómo se batan los récords históricos de temperaturas altas alrededor del mundo. Incluso existen opiniones de diversos expertos en la materia que advierten que, de no disminuir los niveles de contaminación en el planeta en un muy corto plazo, los estragos de los efectos del calentamiento global serán desastrosos para la humanidad y para las diversas especies que habitan el planeta, llegando incluso a

amenazar la existencia de ciertas especies de animales. Es por todo eso que es fundamental poder solucionar los niveles de congestiónamiento vehicular.

Además, respecto a la dimensión del presente estudio denominada rendimiento operacional a futuro, es fundamental evaluar el desempeño técnico que tendrán a futuro las soluciones que se proponen para resolver el congestiónamiento vial. Una falta de análisis de este factor podría derivar en vías que en unos años presenten alarmantes niveles de servicio dado el crecimiento del parque automotor en el país.<sup>52</sup>

La evaluación sin proyección al futuro es una constante en la ingeniería vial y de tránsito en el Perú, sobre todo en la ciudad de Lima. Basta con solo observar el bypass ubicado en el cruce de las avenidas 28 de Julio y Arequipa el cual, con tan solo con cuatro (4) años de haberse puesto en funcionamiento, presenta ya altos niveles de congestiónamiento. El anterior es un claro ejemplo de que la ausencia—o el muy bajo nivel—de planeamiento a futuro puede provocar que la solución sea peor que la problemática que se desea solucionar. Es vital en la ingeniería vial poder proponer e implementar soluciones que sean parte de un plan integral y que no solo resuelvan el problema en el presente.

Para desarrollar el concepto anteriormente mencionado, se requiere calcular el crecimiento vehicular a los años horizonte a los que el presente estudio proyectará el aforo vehicular futuro. El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones propone la siguiente ecuación para determinar la demanda futura de tránsito:<sup>53</sup>

$$P_f = P_0(1+T_c)^n \quad \text{Eq. 2.32}$$

Donde:

**P<sub>f</sub>** : tránsito final.

**P<sub>0</sub>** : tránsito inicial (año base).

**T<sub>c</sub>** : tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.

**n** : año a estimarse.

---

<sup>52</sup> Ríos-Cardich, 2018, p. 135.

<sup>53</sup> Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018, p. 95.



La tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo viene asociada de la siguiente manera:<sup>54</sup>

Para vehículos livianos, la tasa de crecimiento vehicular se asocia con la tasa anual de crecimiento poblacional [distrital]. Respecto a esto, la tasa de crecimiento total se define como el cociente entre el incremento medio anual total (tomando en cuenta factores algebraicos de natalidad, defunción y migración) dado en un periodo determinado y la población media para ese mismo periodo.<sup>55</sup>

Para vehículos pesados, la tasa de crecimiento vehicular viene relacionada con la tasa anual de crecimiento del Producto Bruto Interno nacional (PBI), el cual se define como el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en cierto periodo, sin considerarse variación en inventarios ni variaciones en la apreciación de capital.<sup>56</sup>

Por otro lado, es importante aseverar que no es lo mismo la demanda en una vía y el volumen en una vía. Respecto al primer concepto, la demanda se refiere al número de vehículos que podrían atravesar una vía; el segundo concepto—volumen—es reflejo del aforo que realmente la vía puede servir. Así, el aforo vehicular dado en un cierto día no reflejará necesariamente el aforo que podría presentarse en un día distinto o por variación estacional.<sup>57</sup>

La existencia de proyectos en el país que presentan una saturación en su capacidad de aforo (relación v/c, concepto mencionado en párrafos anteriores del presente capítulo) podrían tener causa en una confusión entre los conceptos mencionados en el párrafo anterior. Es ejemplo conocido el bypass del cruce de las avenidas 28 de Julio y Arequipa, en el cual es muy probable que el análisis de la demanda haya sido deficiente o incompleto.

Existen diferentes variaciones de demanda de los flujos vehiculares en las vías. Dichas variaciones pueden ser estacionales, por día o por hora. Asimismo, los niveles de variación fluctuarán entre distintos valores dependiendo del tipo de vía—

---

<sup>54</sup> Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2014, p. 64.

<sup>55</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015, p. 357.

<sup>56</sup> Ministerio de Economía y Finanzas, 2021, párr. 1.

<sup>57</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 60.

urbana, rural o recreacional—, de la actividad económica del contexto en el que se encuentre la vía, entre otros.<sup>58</sup>

Así, las variaciones estacionales son un reflejo de la actividad económica y social del lugar en que se encuentra situada la carretera y no tanto del tipo de vía; las variaciones de demanda por día, sin embargo, sí se encuentran ligadas al tipo de vía que se trate. Respecto a las variaciones por hora, éstas se encuentran íntimamente ligadas al tipo de vía, la actividad económica y social, y del día de análisis.<sup>59</sup>

El parámetro en que se enfoca el análisis de tráfico es la hora punta, la cual representa el periodo más crítico operacional y con mayor demanda de capacidad. Dicho parámetro varía conforme al tipo de vía, siendo que las vías urbanas presentan dos picos durante el día: el primero en horario matutino y el segundo en horario vespertino—tal es el caso del presente estudio—. <sup>60</sup>

La hora punta de diseño debe ser seleccionada con sumo criterio. Ésta dependerá del nivel de servicio al que se proyecte que opere la vía en su etapa de funcionamiento. Además, es importante señalar que los patrones de medición de tráfico podrían no reflejar los reales patrones de demanda.

Para efectos de cálculo, es trascendental poder determinar el volumen de flujo vehicular durante la hora punta. En dicho cálculo, se utiliza la constante K, la cual se define como la proporción del Índice Medio Diario Anual—IMDA, AADT, *Annual Average Daily Traffic* por sus siglas en inglés—que ocurre durante la hora punta. Dicho factor varía entre 0.09 y 0.10 para vías urbanas y rurales; para vías con periodos de alto tránsito durante la hora punta pero bajos flujos durante horas no punta, su valor es mayor a 0.10; y para rutas con alto flujo vehicular a lo largo de todo el día, toma valores menores a 0.09. Así, se puede ver que la relación entre el IMDA y la constante K es inversamente proporcional (a mayor IMDA, menor valor tomará la constante K; y viceversa).<sup>61</sup>

---

<sup>58</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 60.

<sup>59</sup> Transportation Research Board, 2010, pp. 61-62.

<sup>60</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 65.

<sup>61</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 66.

**Tabla 9.** Valores de constante *K* para diferentes valores de IMDA.

IMDA	Constante K promedio
0-2500	0.151
2500-5000	0.136
5000-10000	0.118
10000-20000	0.116
20000-50000	0.107
50000-100000	0.091
100000-200000	0.082
>200000	0.067

**Fuente:** Transportation Research Board, 2010.

Por otro lado, otro concepto envuelto en el cálculo del volumen de flujo vehicular en la hora punta es el de la distribución espacial, determinado por la constante *D*. Dicho factor es la proporción del flujo vehicular moviéndose en la dirección con mayor flujo (sentido predominante) durante la hora punta. Los valores para dicho factor varían de acuerdo al tipo de vía por lo que, para vías que conectan ciudades principales, la constante *D* suele tener un valor más cercano a 1 que en vías rurales.<sup>62</sup>

Así, la ecuación 2.33 se utiliza para estimar el volumen en hora punta en la dirección con mayor flujo:

$$VDHD = IMDA \times K \times D \quad \text{Eq. 2.33}$$

Donde:

VDHD = volumen direccional en la hora de diseño (en vph).

IMDA = índice medio diario anual (en vpd).

*K* = constante *K* (proporción de IMDA que ocurre durante la hora punta).

*D* = constante *D* (proporción del flujo vehicular circulando en el sentido predominante durante la hora punta).

Respecto a la velocidad de diseño, ésta se define como la máxima velocidad con la que se podrá circular en una vía de manera segura y cómoda, siempre que las

---

<sup>62</sup> Transportation Research Board, 2010, p. 67.

condiciones sean favorables a que prevalezcan los parámetros de diseño. Así, se identificarán tramos homogéneos a los que, dadas sus condiciones topográficas y de demanda (IMDA), se les pueda asignar una misma velocidad.<sup>63</sup> Así, se muestran, en la tabla 10, los distintos rangos de velocidad de diseño a ser asignados a una vía de acuerdo a los parámetros anteriormente descritos:

**Tabla 10.** Rangos de velocidad de diseño.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
Autopista de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Autopista de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de primera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de segunda clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
Carretera de tercera clase	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													

Fuente: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018.

Respecto a la construcción de los modelos, optimización de fases semafóricas y simulaciones de tránsito, el paquete de *softwares* Synchro—de la compañía Trafficware—es ampliamente utilizado, en sus distintas versiones, por diversas organizaciones y autoridades encargadas de diseño vial a nivel internacional. Este paquete—en su versión Synchro Studio 8.0—incluye los siguientes softwares: (1) Synchro, el cual permite un análisis de tipo macroscópico y programas de optimización de ciclos semafóricos; (2) SimTraffic, que permite realizar la simulación del tráfico mediante un modelo microscópico; (3) 3D Viewer, con el cual el usuario tiene la posibilidad de obtener una vista tridimensional de la simulación

<sup>63</sup> Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018, p. 96.

de tráfico; (4) SimTraffic CI, que permite interactuar con una interfaz de controlador del dispositivo conectado a un controlador para simular su funcionamiento.<sup>64</sup>



Figura 17. Workspace de software Synchro 8.0.

Fuente: Trafficware Ltd., 2011.

Synchro utiliza [parte de] las metodologías del *Highway Capacity Manual 2010* (HCM 2010) en sus análisis de capacidad y de nivel de servicio.<sup>65</sup> Sin embargo, los resultados de ambos pueden diferir considerablemente debido a distintos factores que se toman en cuenta en sus respectivas metodologías de análisis.<sup>66</sup>

Respecto al tipo de modelo de simulación, Synchro usa un modelo macroscópico, el cual intenta simular la circulación vehicular a grandes escalas usando la ecuación fundamental del tránsito. Siendo que su nivel de detalle no tan profundo, el uso de este modelo es bastante conveniente—y se justifica—en escenarios en los que se requiere analizar grandes proyectos dado que el *input* requerido es menor y, por tanto, su análisis y simulación es más ágil que en un modelo microscópico en cual se requieren una gran cantidad de datos como *input* para el modelo.<sup>67</sup> Sin embargo,

<sup>64</sup> Trafficware Ltd., 2011, p. 1.

<sup>65</sup> Trafficware Ltd., 2011, p. 2.

<sup>66</sup> Silvera, 2020, p. 135.

<sup>67</sup> Silvera, 2020, p. 14.

SimTraffic sí considera un modelo microscópico de análisis pero que no brinda la opción de optimización de semaforización.

Para realizar el cálculo de los niveles de servicio, Synchro considera los siguientes valores:

Ajuste de demanda. Se determina la Tasa de Flujo en los 15 minutos más cargados durante el periodo de una hora de análisis hallando el cociente obtenido de dividir los volúmenes de tráfico, en unidades de vehículos por hora, entre el Factor de Hora Pico (FHP).<sup>68</sup>

Ajuste de la oferta. Para intersecciones semaforizadas, el flujo de saturación se calcula mediante la ecuación 2.34.<sup>69</sup>

$$s = s_0 * N * f_w * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb} \quad \text{Eq. 2.34}$$

Donde:

$s$  = Tasa de flujo de saturación del grupo de carriles.

$s_0$  = Tasa de flujo de saturación ideal por carril (flujo por carril que pueda cruzar una intersección semaforizada. HCM recomienda  $s_0=1900$ ).

$N$  = Número de carriles del grupo.

$f_w$  = Factor de ajuste por ancho de carril del grupo.

$f_{HV}$  = Factor de ajuste por vehículo pesado.

$f_g$  = Factor de ajuste por pendiente en el acceso.

$f_p$  = Factor de ajuste por estacionamientos adyacentes.

$f_{bb}$  = Factor de ajuste por bloqueo de buses.

$f_a$  = Factor de ajuste por tipo de área.

$f_{LU}$  = Factor de ajuste por utilización de carril.

$f_{LT}$  = Factor de ajuste por giro a la izquierda en un grupo.

$f_{RT}$  = Factor de ajuste por giro a la derecha en un grupo.

$f_{Lpb}$  = Factor de ajuste por presencia de peatones en el giro a la izquierda.

$f_{Rpb}$  = Factor de ajuste por presencia de peatones y ciclistas en el giro a la derecha.

---

<sup>68</sup> Silvera, 2020, p. 54.

<sup>69</sup> Trafficware Ltd., 2011, p. 101.

Cabe resaltar que ecuación 2.34 incluye un factor N correspondiente al número de carriles, el cual no es considerado en la ecuación 2.5 correspondiente a la metodología del HCM 2010, lo que podría acarrear diferencias en los resultados de flujo de saturación.

Asimismo, respecto a los factores de ajuste por utilización de carril ( $f_{LU}$ ), de ajuste por giro a la izquierda ( $f_{LT}$ ) y de ajuste por giro a la derecha ( $f_{RT}$ ); la metodología empleada por Synchro 8.0 toma procedimientos que forman parte del HCM 2000 por lo que también podrían darse variaciones en los resultados obtenidos en el flujo de saturación. Así, para calcular el factor de ajuste por utilización de carril ( $f_{LU}$ ), se emplea la tabla 11.<sup>70</sup>

**Tabla 11.** Valores de  $f_{LU}$ .

Movimiento de grupo de carriles	Número de carriles	Factor de utilización de carriles ( $f_{LU}$ )
Directo o compartido	1	1
Directo o compartido	2	0.95
Directo o compartido	3	0.91
Directo o compartido	4+	0.86
Izquierda	1	1
Izquierda	2	0.97
Izquierda	3+	0.94
Derecha	1	1
Derecha	2	0.88
Derecha	3+	0.76

Fuente: Trafficware Ltd, 2011.

Respecto al factor de ajuste por giro a la derecha ( $f_{RT}$ ), Synchro considera un valor de 0.85 para carriles exclusivos; en caso el acceso tenga carriles compartidos o un solo carril compartido, se emplean las ecuaciones 2.35 y 2.36, respectivamente.<sup>71</sup>

$$f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT} \quad \text{Eq. 2.35}$$

<sup>70</sup> Silvera, 2020, p. 54.

<sup>71</sup> Silvera, 2020, p. 55.

$$f_{RT} = 1 - 0.135P_{RT} \quad \text{Eq. 2.36}$$

Donde:

$P_{RT}$  = Proporción de vehículos que giran a la derecha en el grupo de carriles.

Además, para el factor de ajuste por giro a la izquierda ( $f_{LT}$ ), Synchro considera un valor de 0.95 para carriles exclusivos; en caso el acceso tenga carriles compartidos, se utiliza la ecuación 2.37.<sup>72</sup>

$$f_{LT} = \frac{1}{1+0.05 P_{LT}} \quad \text{Eq. 2.37}$$

Donde:

$P_{RT}$  = Proporción de vehículos con giro a la derecha en el grupo de carriles.

Capacidad. Para el cálculo de capacidad, Synchro sigue todos los procedimientos del HCM 2010 y, además, provee un nuevo indicador denominado ICU (Utilización de Capacidad de Intersección, *Intersection Capacity Utilization* por sus siglas en inglés), el cual brinda una idea acerca de la capacidad adicional disponible que tiene la intersección y de su comportamiento. Este valor no es mensurable con tiempo. Además, brinda una escala de nivel de servicio que toma valores alfabéticos des la letra A hasta la letra H, tal como se muestra en la tabla 12. Así, valores menores al 100% indican que la vía cuenta con capacidad adicional para su utilización; valores mayores al 100% indican que la vía se encuentra por encima de su capacidad.<sup>73</sup>

---

<sup>72</sup> Silvera, 2020, p. 55.

<sup>73</sup> Trafficware Ltd., 2011, pp. 83-84.

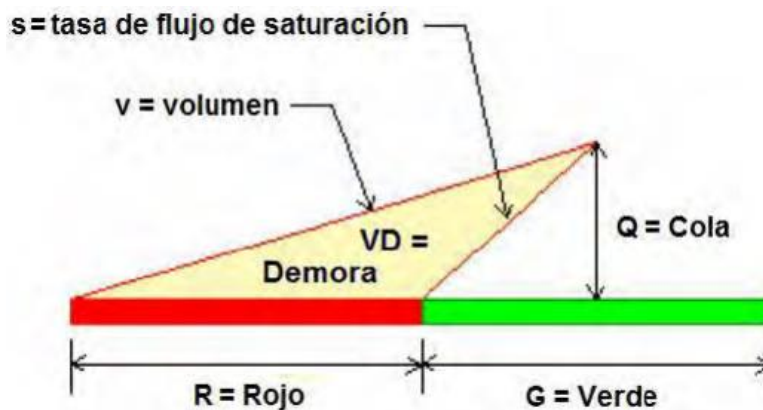


**Tabla 12.** Niveles de servicio e ICU.

ICU	Nivel de servicio
0% - 55%	A
> 55% - 64%	B
> 64% - 73%	C
> 73% - 82%	D
> 82% - 91%	E
> 91% - 100%	F
> 100% - 109%	G
> 109%	H

Fuente: Trafficware Ltd, 2011.

**Demoras.** En el caso de intersecciones semaforizadas, Synchro emplea el Método de la Demora Percentil, el cual consiste en representar, por medio de un triángulo, los valores de demora promedio, cola y tasa de flujo de saturación. La figura 18 muestra gráficamente el método.<sup>74</sup>



*Figura 18.* Triángulo de vehículos en cola en una intersección semaforizada.

Fuente: Trafficware Ltd., 2011.

<sup>74</sup> Trafficware Ltd., 2011, pp. 262-263.

Así, para el cálculo de la demora uniforme ( $d_p$ ) se emplea la ecuación 2.38.<sup>75</sup>

$$d_p = 0.5 C \frac{[1 - (\frac{g}{C})]^2}{[1 - X(\frac{g}{C})]} \quad \text{Eq. 2.38}$$

Donde:

$d_p$  = Demora uniforme por vehículo, para el escenario percentil “p” (s/veh).

X = Grado de Saturación.

C = Longitud del ciclo semafórico (s).

g = Tiempo de verde efectivo (s).

El Método de la Demora Percentil toma como referencia 5 escenarios, los cuales se conforman por los percentiles de tráfico 90, 70, 50, 30 y 10. Así, si en el análisis se observan 100 ciclos en una intersección, el percentil 90 será el nonagésimo ciclo con mayor actividad en el sistema. El motivo por el cual Synchro emplea este método es debido a que el tráfico, en un periodo de una hora o 15 minutos, no llega de manera uniforme a la intersección—sigue una distribución de Poisson—por lo que se hace necesario ajustar los volúmenes utilizando la ecuación 2.39—simplificación de ecuación con distribución Poisson—y la tabla 13.<sup>76</sup>

$$vP = v + \left[ z \sqrt{v \frac{C}{3600}} \right] \left( \frac{3600}{C} \right) \quad \text{Eq. 2.39}$$

Donde:

$vP$  = Flujo vehicular ajustado para un percentil 90, 70, 50, 30 y 10 (veh/h) donde

$vP > 0$ .

v = Flujo vehicular (veh/h).

---

<sup>75</sup> Trafficware Ltd., 2011, p. 267.

<sup>76</sup> Trafficware Ltd., 2011, p. 268.

$z$  = Número desviaciones estándar para llegar al percentil de la media (tabla 13).

$C$  = Longitud del ciclo semafórico (s).

**Tabla 13.** *Número de desviaciones estándar para llegar a la media del percentil.*

Percetil	$z$
10	-1.28
30	-0.52
50	0
70	0.52
90	1.28

**Fuente:** Trafficware Ltd, 2011.

Posterior a esto, Synchro evalúa las condiciones en las que opera el sistema que se encuentre siendo analizado mediante el cálculo de la relación vehículo-demora. Así, se presentan dos condiciones: (1) intersección semaforizada no saturada—ecuación 2.40, considerando en el análisis el flujo vehicular ajustado—, y (2) intersección semaforizada saturada—ecuación 2.41, considerando análisis de capacidad de la intersección—. <sup>77</sup>

$$VD(P) = 0.5 \left( \frac{vP}{1 - \frac{vP}{S}} \right) \left( \frac{R^2}{C} \right) 3600 \quad \text{Eq. 2.40}$$

$$VD(P) = 0.5 \left( \frac{S}{3600} \right) \left( \frac{R^2}{C} \right) \quad \text{Eq. 2.41}$$

Donde:

$VD(P)$  = Relación vehículo-demora para un percentil  $P$ .

$vP$  = Flujo vehicular ajustado para un percentil  $P$  (veh/h).

---

<sup>77</sup> Trafficware Ltd., 2011, p. 269.

R = Tiempo de Rojo (s).

C = Longitud del ciclo semafórico (s).

S = Flujo de Saturación (veh/h).

Finalmente, para el cálculo de la demora percentil promedio ( $D_1$ ) se emplea la ecuación 2.42.<sup>78</sup>

$$D_1 = \frac{VD(10) + VD(30) + VD(50) + VD(70) + VD(90)}{(v_{10} + v_{30} + v_{50} + v_{70} + v_{90})(C/3600)} \quad \text{Eq. 2.42}$$

Donde:

$D_1$  = Demora percentil promedio.

VD10 = Relación vehículo-demora para un percentil 10.

VD30 = Relación vehículo-demora para un percentil 30.

VD50 = Relación vehículo-demora para un percentil 50.

VD70 = Relación vehículo-demora para un percentil 70.

VD90 = Relación vehículo-demora para un percentil 90.

$v_{10}$  = Flujo vehicular para un percentil 10 (ecuación 2.23).

$v_{30}$  = Flujo vehicular para un percentil 30 (ecuación 2.23).

$v_{50}$  = Flujo vehicular para un percentil 50 (ecuación 2.23).

$v_{70}$  = Flujo vehicular para un percentil 70 (ecuación 2.23).

$v_{90}$  = Flujo vehicular para un percentil 90 (ecuación 2.23).

---

<sup>78</sup> Trafficware Ltd., 2011, p. 269.

### III. MÉTODO

#### 3.1 Tipo y diseño de la investigación

La presente investigación fue de tipo **aplicada**, ya que se evaluó el potencial de poder aplicar el nuevo conocimiento producto de ésta en la solución de una problemática presente en la realidad.

Respecto a esto, existen dos tipos de investigación científica: básica (que busca producir conocimiento y teorías) y aplicada (que busca resolver problemas aplicando teorías o conocimientos previos).<sup>79</sup>

Asimismo, la presente investigación fue de nivel **explicativo**. Esto debido a que pretendió explicar el fenómeno yendo más allá de una descripción propia de su naturaleza, puesto que se le aplica un estímulo y se evalúa el comportamiento causado por éste.

La investigación explicativa va más allá de una simple descripción de un fenómeno o del análisis de las relaciones entre variables; siendo que se dirigen a responder los fenómenos objetos de estudio mediante sus causas.<sup>80</sup>

Por otra parte, la presente investigación fue de diseño **experimental**, enfoque **preexperimental con pretest y postest**, y presenta un enfoque **cuantitativo**. Esto se justifica en que se analizó solo un grupo de control, efectuándose una medición previa a la aplicación del estímulo y otra medición posterior a la aplicación del estímulo.

Respecto a lo anterior, en una investigación de diseño preexperimental el grado de control es mínimo. Sin embargo, brinda la posibilidad de contar con un marco referencial inicial que permite conocer las características previas al estímulo.<sup>81</sup>

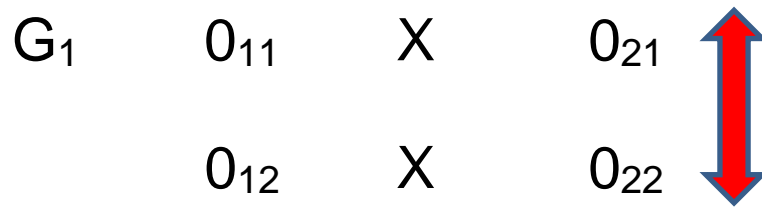
Así, esquemáticamente se podría diagramar el presente diseño de la siguiente manera:

---

<sup>79</sup> Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014, p. XXIV.

<sup>80</sup> Hernández-Sampieri *et al*, 2014, p. 95.

<sup>81</sup> Hernández-Sampieri *et al*, 2014, p. 141.



$G_1$ : aforo vehicular en intersección del Óvalo Monitor Huáscar.

$O_{11}$ : condiciones de rendimiento operacional actuales de una Intersección de Flujo Continuo.

$X$ : proyección y extrapolación de condiciones de aforo vehicular.

$O_{21}$ : condiciones posteriores a la aplicación de proyección y extrapolación en una Intersección de Flujo Continuo.

$O_{12}$ : condiciones de rendimiento operacional actuales de un bypass.

$X$ : proyección y extrapolación de condiciones de aforo vehicular.

$O_{22}$ : condiciones posteriores a la aplicación de proyección y extrapolación en un bypass.

### 3.2 Variables y operacionalización

Una variable se define como un atributo o característica de un sujeto de estudio, mensurable y que puede fluctuar.<sup>82</sup>

Las **variables** consideradas en el presente estudio fueron las siguientes: (1) Intersección de Flujo Continuo; y (2) Bypass.

---

<sup>82</sup> Hernández-Sampieri *et al*, 2014, p. 105.

Respecto a la primera variable—**Intersección de Flujo Continuo**—, ésta viene definida conceptualmente como una intersección en la que se reubica el movimiento de giro a la izquierda de la intersección principal a una aproximación al otro lado de la vía opuesta, unos metros atrás del cruce principal, eliminando la fase de giro a la izquierda y el conflicto con el flujo recto del sentido contrario.<sup>83</sup>

Asimismo, la **variable bypass** tiene como definición conceptual ser un diseño geométrico que permite el cruce de dos o más carreteras en distintos niveles con el propósito de brindar a los vehículos la posibilidad de ejecutar todos los movimientos posibles de cambio de trayectoria de una carretera a otra con la mínima cantidad posible de puntos de conflicto.<sup>84</sup>

Por otra parte, la **definición operacional** de una variable es el grupo de acciones que ejecuta un observador para llegar desde el concepto de la variable hacia la medición de la misma.<sup>85</sup>

Para el desarrollo de la presente investigación, la primera variable—**Intersección de Flujo Continuo**—estuvo definida operacionalmente como el nivel de rendimiento operacional que presenta ésta respecto a parámetros técnicos.

Así, la medición de la variable se dio por medio de los siguientes indicadores (ver anexo 01: Matriz de operacionalización de variables):

Nivel de servicio, que presentó una escala de tipo ordinal según el tiempo de retraso/demora, determinada de la siguiente manera:

Nivel A: demora  $\leq$  10 seg/veh

Nivel B: 10 seg/veh < demora  $\leq$  20 seg/veh

Nivel C: 20 seg/veh < demora  $\leq$  35 seg/veh

Nivel D: 35 seg/veh < demora  $\leq$  55 seg/veh

Nivel E: 55 seg/veh < demora  $\leq$  80 seg/veh

Nivel F: demora > 80 seg/veh

---

<sup>83</sup> Ríos-Cardich, 2018, p. 103.

<sup>84</sup> Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018, p. 247.

<sup>85</sup> Hernández-Sampieri *et al*, 2014, p. 120.

Grado de saturación, con una escala de razón según la relación volumen/capacidad de la vía, de la siguiente manera:

Saturado  $\geq 1$

No saturado  $< 1$

Rendimiento operacional a futuro, con una escala ordinal según el nivel de servicio que presente la vía a los siguientes años horizonte:

Nivel de servicio con proyección al año 10.

Nivel de servicio con proyección al año 20.

Nivel de servicio con proyección al año 30.

Nivel de servicio con proyección al año 40.

Asimismo, la segunda variable—**bypass**—tuvo una definición operacional dada por el nivel de rendimiento operacional que presenta la misma respecto a parámetros técnicos.

Así, la medición de la variable se dio por medio de los siguientes indicadores:

Nivel de servicio, que presentó una escala de tipo ordinal según el tiempo de retraso/demora, determinada de la siguiente manera:

Nivel A: demora  $\leq 10$  seg/veh

Nivel B:  $10$  seg/veh  $<$  demora  $\leq 20$  seg/veh

Nivel C:  $20$  seg/veh  $<$  demora  $\leq 35$  seg/veh

Nivel D:  $35$  seg/veh  $<$  demora  $\leq 55$  seg/veh

Nivel E:  $55$  seg/veh  $<$  demora  $\leq 80$  seg/veh

Nivel F: demora  $> 80$  seg/veh

Grado de saturación, con una escala de razón según la relación volumen/capacidad de la vía, de la siguiente manera:

Saturado  $\geq 1$

No saturado  $< 1$



Rendimiento operacional a futuro, con una escala ordinal según el nivel de servicio que presente la vía a los siguientes años horizonte:

Nivel de servicio con proyección al año 10.

Nivel de servicio con proyección al año 20.

Nivel de servicio con proyección al año 30.

Nivel de servicio con proyección al año 40.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

La **población** del presente estudio estuvo constituida por la cantidad total de vehículos que transitan por el Óvalo Monitor Huáscar.

La población es el grupo de personas o cosas que son objeto de la investigación, del cual se desea conocer algo en común y al cual se le generalizarán los descubrimientos o hallazgos.<sup>86</sup>

Por otro lado, la **muestra** considerada para la presente investigación vino dada por la cantidad de vehículos que transitan por el Óvalo Monitor Huáscar en hora punta. El tamaño de ésta fue determinado al determinar el aforo vehicular en el contexto en el que se lleva a cabo el estudio.

Respecto a lo anterior, se define a la muestra como un subgrupo de la población, la cual se toma debido a que muy escasas veces es posible mensurar a toda una población o universo. Asimismo, debe ser representativa, esto es, que represente fielmente a la población.<sup>87</sup>

Además, el **muestreo** empleado para determinar el tamaño y elementos de la muestra fue de tipo no probabilístico, por conveniencia.

Respecto a esto, el muestreo no probabilístico es un procedimiento de selección que va direccionado por las características de la investigación y no tanto por un criterio estadístico de generalización.<sup>88</sup>

---

<sup>86</sup> Pineda, Alvarado y Canales, 1994, p. 108.

<sup>87</sup> Hernández-Sampieri *et al*, 2014, p. 175.

<sup>88</sup> Hernández-Sampieri *et al*, 2014, p. 189.

Asimismo, la **unidad de análisis** del presente estudio fue cada vehículo que transita a través del Óvalo Monitor Huáscar en hora punta.

Se define a la unidad de análisis como aquellas entidades u objetos individuales de los cuales el investigador podrá obtener los datos característicos de las variables de estudio.<sup>89</sup>

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las **técnicas de recolección de datos** empleadas en la presente investigación fueron el análisis documental y la experimentación.

Respecto a la primera técnica—análisis documental—, ésta fue utilizada al momento de determinar los aforos de los flujos direccionales vehiculares en la intersección que es contexto del estudio.

La documentación fuente consultada y analizada fue la siguiente:

Estudio de Preinversion [sic] a nivel de perfil: Creacion [sic] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Óvalo Monitor), en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima (2018).

Expediente Tecnico [sic] Definitivo (EDI) – Proyecto: Creacion [sic] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Ovalo Monitor) [sic], en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima (2020).

Respecto a la segunda técnica mencionada—experimentación—, se dio mediante la simulación de los niveles de tráfico mediante *software* para conocer las respuestas a los indicadores que mensuran las variables objeto de estudio.

Los **instrumentos de recolección de datos** son objetos que sirven para realizar la medición la variable, siendo este concepto el proceso de asignar valores a las

---

<sup>89</sup> Yuni, 2014, p. 19.

personas, objetos, estados o hechos de estudio—variable—según lineamientos específicos que permitan cuantificarlos o cualificarlos.<sup>90</sup>

Los **instrumentos de recolección de datos** utilizados en el presente estudio fueron:

Fichas de registro, en las cuales se recogen los datos cuantitativos desprendidos del análisis documental, los resultados de dicho análisis y los resultados obtenidos al mensurar las variables objeto de estudio—estos últimos se obtienen de los reportes de resultados de rendimiento operacional de *software* Synchro 8.0—.

Los instrumentos usados para la recolección de datos deben cumplir con dos condiciones: validez y confiabilidad. Respecto a la primera condición—**validez**—, ésta se define como el nivel en que un instrumento de medición realmente mensura al individuo u objeto de estudio.<sup>91</sup> Asimismo, la segunda condición—**confiabilidad**—, está definida como el grado en que el instrumento de medición brindará resultados congruentes al ser aplicado en reiteradas ocasiones al mismo individuo u objeto de estudio.<sup>92</sup>

La **validez** de los instrumentos de recolección—fichas de registro—fue definida por Juicio de Expertos, para lo cual los mismos fueron validados por tres profesionales de Ingeniería Civil. Asimismo, la **confiabilidad** de dichos instrumentos de recolección viene dada por la dependencia, la cual se define como la implicancia de que los datos [fuente], al haber sido revisados por distintos investigadores [peritos en la materia], arriban a conclusiones verdaderas y congruentes con la realidad.<sup>93</sup>; asimismo, respecto a los reportes de resultados de rendimiento operacional del software, la validez y la confiabilidad de éstos fueron omitidas dado que *Synchro 8.0* es un *software* usado a nivel internacional por entidades

---

<sup>90</sup> Bernal, 2010, p. 246.

<sup>91</sup> Anastasi y Urbina, 1998, p. 114.

<sup>92</sup> McDaniel y Gates, 2016, p. 232.

<sup>93</sup> Hernández-Sampieri *et al*, 2014, p. 453.

gubernamentales en distintos lugares, por lo que ambas condiciones quedan confirmadas en la experiencia previa.<sup>94</sup>

### 3.5 Procedimientos

Dada la situación actual mundial de pandemia de la enfermedad COVID-19 causada por el virus, de tipo coronavirus, denominado SARS-CoV-2, el Gobierno Peruano estableció restricciones al libre tránsito como medida de distanciamiento social<sup>95</sup>, instrumento para reducir la trepidante tasa de contagios y de mortalidad en el país—Perú es el país con la mayor tasa de mortalidad del mundo respecto al tamaño de su población (5484 muertes por millón de habitantes, 180 764 muertes al 22 de mayo de 2021)—.<sup>96</sup>

Lo anteriormente descrito actuó como un limitante en el proceso investigativo del presente estudio puesto que limitó la capacidad del investigador para poder medir el aforo vehicular en la zona que es contexto de estudio debido a que el tránsito vehicular se vio reducido en una gran proporción debido a las condiciones laborales actuales en las que existe un gran porcentaje de empresas que han optado y continuarán optando por seguir manteniendo la modalidad de trabajo remoto—o teletrabajo—con sus empleados<sup>97</sup>, reduciéndose así la cantidad de vehículos que transitan por la zona.

Por otro lado, se encuentra ya en estado de ejecución el proyecto de construcción de un bypass de tipo viaducto elevado denominado Creación [*sic*] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Ovalo Monitor) [*sic*], en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima; por lo que la Municipalidad Metropolitana de Lima elaboró un Plan de Desvío Vehicular con el propósito de derivar a los vehículos que transitan por la zona de estudio hacia vías paralelas, como se muestra en la figura 19, lo que también afectó la capacidad de poder realizar un conteo vehicular *in situ*.

---

<sup>94</sup> Trafficware, 2018, p. 25.

<sup>95</sup> DS N° 105-2021-PCM, 2021, p. 1.

<sup>96</sup> France 24, 2021, párr. 6.

<sup>97</sup> Universidad Continental, 2021, párr. 2-6.



Figura 19. Plan de Desvío Vehicular en el Óvalo Monitor Huáscar por construcción de paso a desnivel.

Fuente: Agencia Andina de Noticias, 2021.

En vista de lo anteriormente mencionado, de haberse realizado un conteo vehicular presencial, la muestra que se hubiese tomado no hubiese sido representativa de la realidad, por lo que el investigador optó por el uso de 2 (dos) estudios realizados *in situ* en la zona de estudio por la entidad ejecutora del actual proyecto de construcción del bypass, EMAPE (Empresa Municipal Administradora de Peajes de Lima), los cuales son los siguientes: (1) Estudio de Preinversión [*sic*] a nivel de perfil: Creación [*sic*] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Óvalo Monitor), en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima [publicado en el año 2018 y con datos de conteos vehiculares realizados en el mes de agosto del año 2015, en adelante denominado como “Estudio de Preinversión”]; y (2) Expediente Técnico [*sic*] Definitivo (EDI) – Proyecto: Creación [*sic*] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Ovalo Monitor) [*sic*], en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima [publicado en el año 2020 y con datos de conteos vehiculares realizados en el mes de setiembre del año 2018, en adelante denominado como “Expediente Técnico Definitivo”].

El motivo por el cual se recurrió al Estudio de Preinversión es que el Expediente Técnico Definitivo no cuenta con información correspondiente al conteo de los

vehículos con giro a la izquierda en la rotonda, información con la que sí cuenta el Estudio de Preinversión y que es crucial al momento de poder determinar los niveles de servicio de las aproximaciones de la intersección y de la intersección propiamente dicha. Así, se hizo necesario realizar un minucioso análisis de los datos de ambos documentos para poder extrapolar los aforos vehiculares al año base del presente estudio—2021—, los cuales sirvieron de *input* inicial para realizar el análisis de la *performance* operacional de las variables de la presente investigación mediante el *software* Trafficware Synchro 8.0—análisis de indicadores de eficiencia técnica en la intersección principal (intersección principal en modelo de variable Intersección de Flujo Continuo y rotonda inferior al viaducto elevado en modelo de variable Bypass)—.

El proceso de tratamiento matemático de la data para determinar el *input* inicial mencionado en el párrafo anterior se incluye en los anexos de la presente investigación.

### **3.6 Método de análisis de datos**

El análisis de los datos obtenidos mediante la recolección se realizó mediante el uso del *software* especializado para estudios de tráfico *Synchro 8.0*—modelo macroscópico de análisis—. Se usó estadística descriptiva—tabulación de datos de frecuencias, gráficos de barras y circulares—y estadística inferencial—partiendo de la muestra, se realizó la extrapolación de datos de crecimiento vehicular para determinar el comportamiento de la población objeto de estudio a distintos años horizonte—.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación se llevó a cabo conforme a lineamientos y estándares internacionales de ética en investigación científica, los cuales son recogidos en el **Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo**.<sup>98</sup>

---

<sup>98</sup> Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo, 2020, pp. 5-6.

Así, se sigue el **principio de beneficencia** en cuanto se procuró mejorar la calidad de vida de los usuarios del contexto en que se realiza la investigación.

Asimismo, el presente estudio no tuvo tintes políticos, religiosos, ni se encontró parcializado con ningún grupo económico en particular; siguiendo así el **lineamiento ético de libertad**.

Por otra parte, se respetó el **principio de probidad**, siendo que se plasmaron los resultados de manera fidedigna y veraz, evitando todo tipo de alteraciones.

Además, la inclusión de literatura externa relacionada al tema se aplicó con un correcto y adecuado citado de las fuentes de las cuales fue obtenida. Se respetó, en todas las etapas del presente estudio, la **propiedad intelectual**—y derechos de autor—de los autores de la diversa literatura empleada.

Finalmente, se siguió el **lineamiento de no maleficencia** puesto que la investigación se desarrolló respetando la normativa vigente respecto a los Derechos Humanos, Civiles y Políticos, teniendo como eje transversal el respeto de la integridad tanto física como psicológica de las personas que se han visto involucradas en las diferentes etapas del proceso investigativo y experimental.

#### IV. RESULTADOS

El presente estudio denominado “Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020”, que tuvo como objetivo principal el determinar si una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020; se desarrolló en la zona delimitada por la intersección de las avenidas Javier Prado Este (aproximaciones este y oeste), Las Palmeras (aproximación norte) y Golf De Los Incas (aproximación sur), cuyo cruce deriva en una rotonda llamada Óvalo Monitor Huáscar. Dicho cruce se encuentra en el límite de las jurisdicciones de los distritos de Santiago de Surco y La Molina, en el departamento de Lima.



*Figura 20.* Óvalo Monitor Huáscar.

**Fuente:** Google Earth, 2021.

Las vías de acceso a la zona de estudio son las siguientes: (1) por el norte, a través de la Vía de Evitamiento (Trébol de Javier Prado); (2) por el este, por medio de la carretera a Cieneguilla; (3) por el sur, entrada por medio de la Av. Primavera y desde el trébol de Monterrico; y (4) por el oeste—y desde el Centro de Lima—por



la Av. Javier Prado Oeste, la cual cruza los distritos de Magdalena del Mar, San Isidro, San Borja, La Victoria y San Luis.

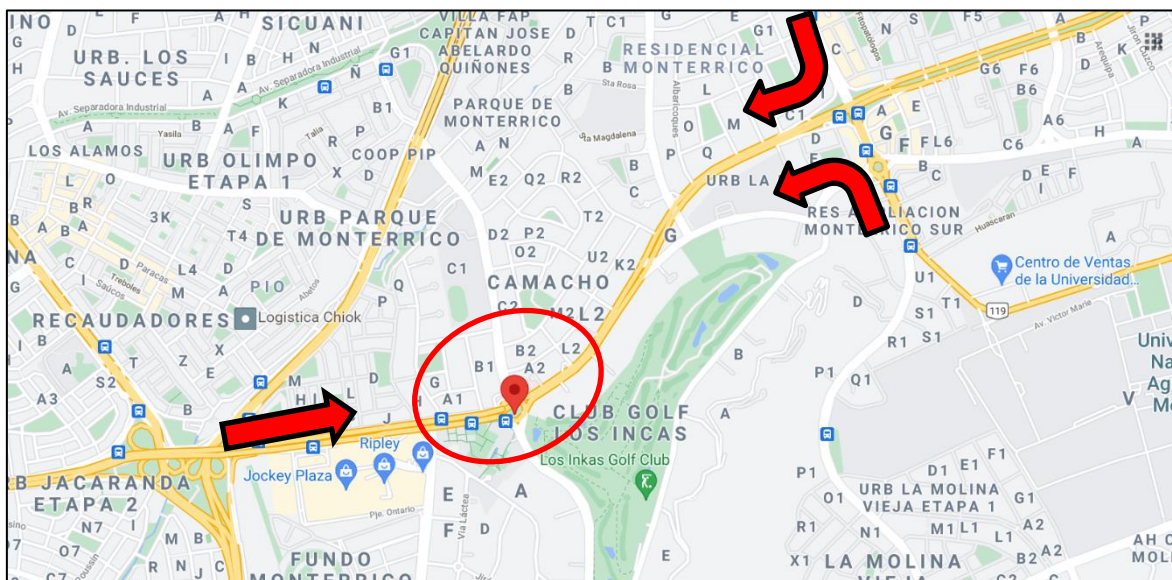


Figura 21. Vías de acceso a Óvalo Monitor Huáscar.

Fuente: Google Maps, 2021.

Dadas las condiciones ya mencionadas en el capítulo III—método—, subcapítulo 3.5—procedimientos—, la toma de muestra en campo mediante la técnica observacional fue reemplazada por un análisis de datos secundarios de documentaciones oficiales de la entidad EMAPE (Empresa Municipal Administradora de Peajes de Lima), ejecutora del proyecto denominado Creación [sic] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Ovalo Monitor) [sic], en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima; que actualmente se encuentra en ejecución en la zona de estudio.

La zona en la que se desarrolló la presente investigación se encuentra ubicada en el distrito de Santiago de Surco, departamento de Lima. Dicho distrito limita al noroeste con los distritos de Ate y San Borja; al este, con los distritos de La Molina, Villa María del Triunfo y San Juan de Miraflores; y al oeste, con los distritos de Chorrillos, Surquillo, Miraflores y Barranco.

**Tabla 14.** *Ubicación geográfica, distrito Santiago de Surco.*

Distrito	Altitud (metros sobre el nivel del mar)	Ubicación geográfica	
		Latitud sur	Latitud oeste
Santiago de Surco	72	12°09'02''	77°00'28''

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019.

Además, el distrito de Santiago de Surco tiene una extensión superficial de 35.89 km<sup>2</sup>, con una población censada, al año 2017, de 329 152 habitantes y una densidad poblacional de 9 171.13 habitantes/km<sup>2</sup>.<sup>99</sup>



**Figura 22.** Mapa del distrito Santiago de Surco.

**Fuente:** Google Images, 2021.

El distrito de Santiago de Surco presenta un clima templado, húmedo y con alta nubosidad en invierno, con escasas precipitaciones. Además, su temperatura promedio durante los meses de verano fluctúa entre los 19.6°C y los 28.1°C (67.28°F a 82.58 °F); en el periodo invernal, su temperatura varía entre los 13.7°C y los 19.4°C (56.66°F y 66.92°F). Asimismo, presenta una humedad relativa de entre 73% y 95.7%.

Por otro lado, Santiago de Surco, tal como se puede observar en la tabla 15, presenta una distribución de la población por sexo en proporciones 46.27% población masculina y 53.73% población femenina.<sup>100</sup>

<sup>99</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019, p. 27.

<sup>100</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019, p. 55.

**Tabla 15.** *Distribución de población por sexo, Santiago de Surco.*

Distrito	Población				
	Total	Hombre	%	Mujer	%
Santiago de Surco	329152	152312	46.27%	176840	53.73%

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019.

Respecto a las condiciones de vivienda, Santiago de Surco cuenta con un total de 100 585 hogares y 97 069 viviendas particulares. Dicho esto, respecto a acceso a conexión de gas natural, existen 5223 hogares que cuentan con acceso a este servicio (5.2% del total de hogares).<sup>101</sup> Asimismo, respecto a acceso a agua por red pública, 96 534 viviendas que tienen acceso a agua por red pública domiciliaria (99.4% del total de viviendas), 247 viviendas tienen acceso a agua por medio de pileta de uso público (0.3% del total de viviendas) y 264 viviendas no tienen acceso a agua por red pública (0.3% del total de viviendas).<sup>102</sup> Respecto a servicios de alcantarillado, 96 730 viviendas cuentan con acceso a alcantarillado por red pública (99.7% del total), 122 viviendas cuentan con pozo séptico (0.1% del total), 143 viviendas cuentan con pozo negro o ciego (0.1% del total) y 74 viviendas no cuentan con servicio higiénico (0.1% del total).<sup>103</sup> Por otro lado, respecto al material de construcción predominante en las paredes, 94 710 viviendas cuentan con paredes de material noble (97.6% del total), 1259 viviendas presentan material de adobe o tapia (1.3% del total) y 461 viviendas cuentan con paredes construidas con material precario (0.5% del total).<sup>104</sup> Respecto a material predominante en pisos, 12 077 viviendas presentan piso de cemento (12.4% del total), 530 viviendas cuentan con piso de tierra (0.5% del total) y 83 119 viviendas cuentan con piso de parquet, losetas o similares (85.6% del total).<sup>105</sup> Respecto a material predominante en techos, 91 505 viviendas cuentan con losas de concreto armado [o losa aligerada] (94.3% del total), 3215 viviendas tienen techo de calamina o teja (3.3% del total) y 848 viviendas presentan techo de material precario (0.9% del total).<sup>106</sup> Además, 82

<sup>101</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, p. 157.

<sup>102</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, p. 384.

<sup>103</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, p. 450.

<sup>104</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, p. 287.

<sup>105</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática 2018, p. 320.

<sup>106</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática 2018, p. 352.

497 hogares cuentan con acceso a internet (82.0% del total) y 78 871 hogares cuentan con televisión por cable (78.4% del total).<sup>107</sup> Finalmente, 96 736 hogares cuentan con tenencia de teléfono celular (96.2% del total) y 77 312 hogares cuentan con acceso a telefonía fija (76.9% del total).<sup>108</sup>

Por otra parte, Santiago de Surco se encuentra ubicado en el puesto número 12 del ranking por clasificación de Índice de Desarrollo Humano (IDH).<sup>109</sup> En la tabla 16 se muestran los indicadores correspondientes a dicho ranking.

**Tabla 16.** *Índice de Desarrollo Humano, Santiago de Surco.*

Distrito	Índice de Desarrollo Humano		Esperanza de vida al nacer		Con educación secundaria completa (población de 18 años)		Años de educación (población de 25 y más)		Ingreso familiar per cápita	
	IDH	ranking	años	ranking	%	ranking	años	ranking	N.S. mes	ranking
Santiago de Surco	0.8018	12	80.48	155	78.74	99	13.16	9	1766.1	17

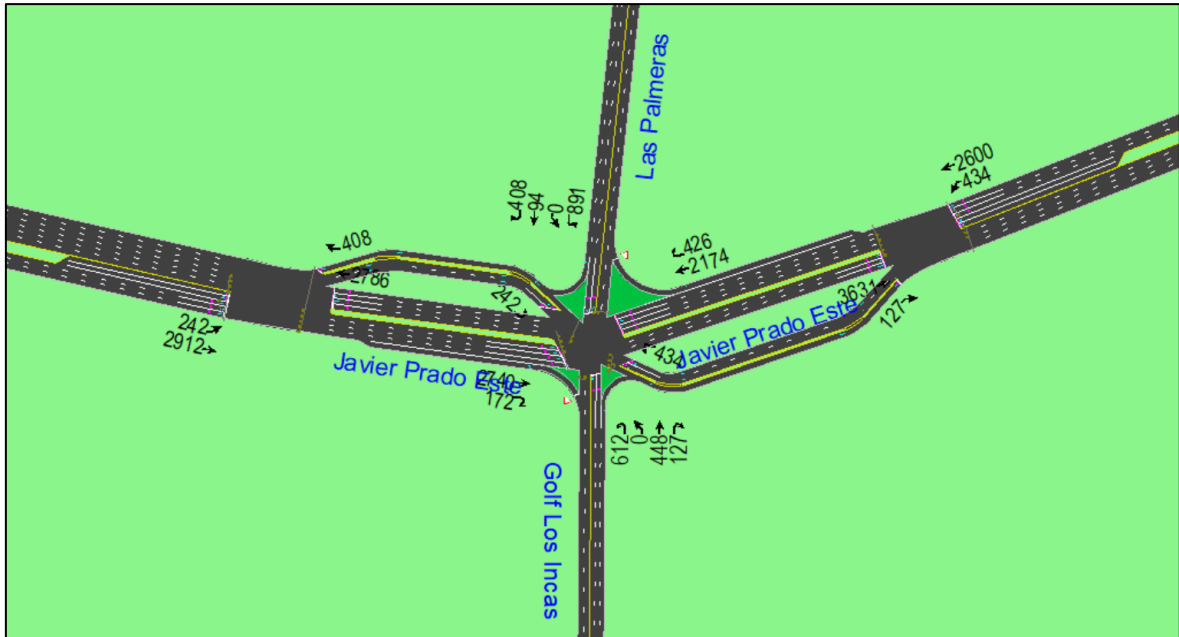
**Fuente:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019.

Por otra parte, respecto a la variable Intersección de Flujo Continuo, el presente estudio tomó la modalidad parcial de ésta. Esto debido a que el derecho de vía en los sentidos norte-sur y sur-norte (Av. Las Palmeras y Av. Golf Los Incas) es bastante limitado, hecho que hace que el proponer una Intersección de Flujo Continuo de modalidad full sea, en opinión del autor, inviable—no sería económicamente conveniente el expropiar propiedad privada en terreno colindante—. Así, la Intersección de Flujo Continuo considerada para el análisis de la presente investigación fue de modalidad parcial, tal como se muestra en la figura 23.

<sup>107</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática 2018, p. 548.

<sup>108</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática 2018, p. 580.

<sup>109</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019, p. 34.



**Figura 23.** Modelo de variable Intersección de Flujo Continuo, modalidad parcial, aplicada en Óvalo Monitor Huáscar.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Además, respecto a la variable Bypass, la presente investigación tomó como referencia el proyecto que actualmente se encuentra en ejecución en la zona, el cual se clasifica como un paso a desnivel con viaducto elevado con una rotonda en el nivel inferior. Esto se muestra en la figura 24.



**Figura 24.** Modelo de variable Bypass con viaducto elevado aplicado en Óvalo Monitor Huáscar.  
**Fuente:** Elaboración propia.

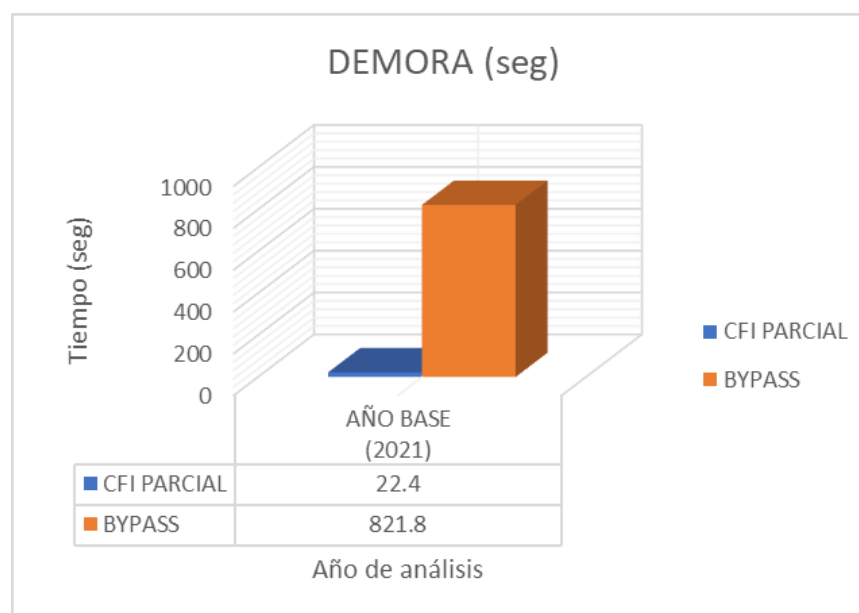
A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis experimental para ambas variables de estudio mediante el software Synchro 8.0.

Respecto al primer objetivo, el cual fue conocer si una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su nivel de servicio, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020; se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 17.** Demoras y niveles de servicio de variables de estudio.

AÑO	CFI PARCIAL		BYPASS	
	DEMORA (seg)	NDS	DEMORA (seg)	NDS
AÑO BASE (2021)	22.4	C	821.8	F

Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 1.** Demoras en variables de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

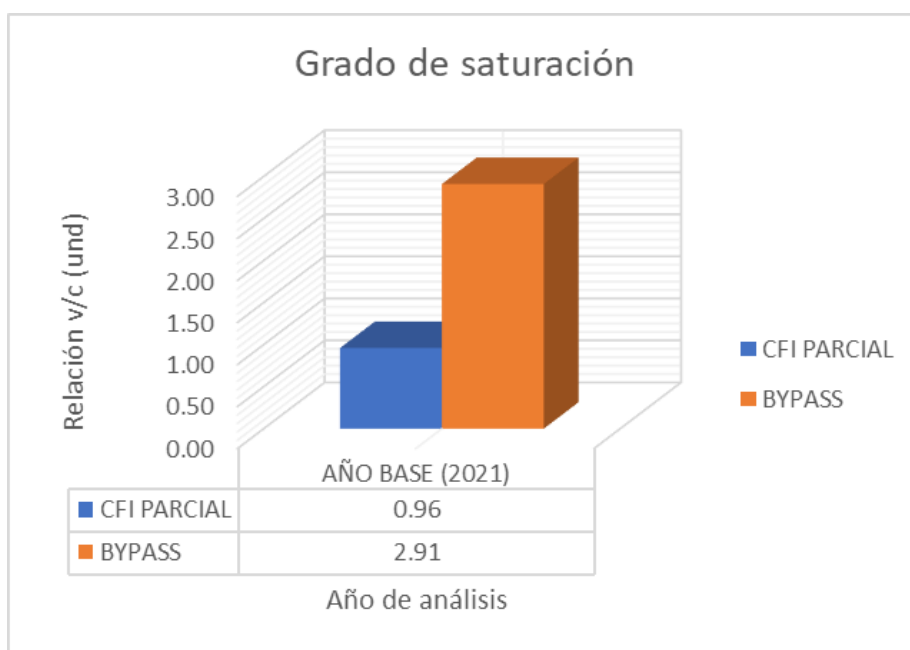
Conforme se aprecia en el gráfico 1, la variable Intersección de Flujo Continuo presenta una demora de 22.4 segundos/vehículo mientras que la variable Bypass presenta una demora de 821.8 segundos/vehículo; siendo 97.27% menor la demora de la primera variable mencionada respecto al valor presentado por la segunda. Asimismo, según se observa en la tabla 17, la variable Intersección de Flujo Continuo presenta un nivel de servicio más alto—C—que el presentado por la variable Bypass—F—.

Asimismo, respecto al segundo objetivo del presente estudio, el cual fue identificar si una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su grado de saturación, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020; se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 18.** Grado de saturación de variables de estudio.

AÑO	CFI PARCIAL	BYPASS
	v/c	v/c
AÑO BASE (2021)	0.96	2.91

Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 2.** Grado de saturación de variables de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo que se observa en la tabla 18 y el gráfico 2, la variable Intersección de Flujo Continuo presenta un grado de saturación de 0.96 mientras que la variable Bypass presenta un grado de saturación de 2.91; siendo 67.01% menor el grado de saturación de la primera variable mencionada respecto al valor presentado por la segunda. Estos valores sugieren que, en el caso de la variable Intersección de Flujo Continuo, las aproximaciones de la intersección funcionaron cerca al límite de su capacidad, mientras que en el caso de la variable Bypass, la intersección ha superado su capacidad.

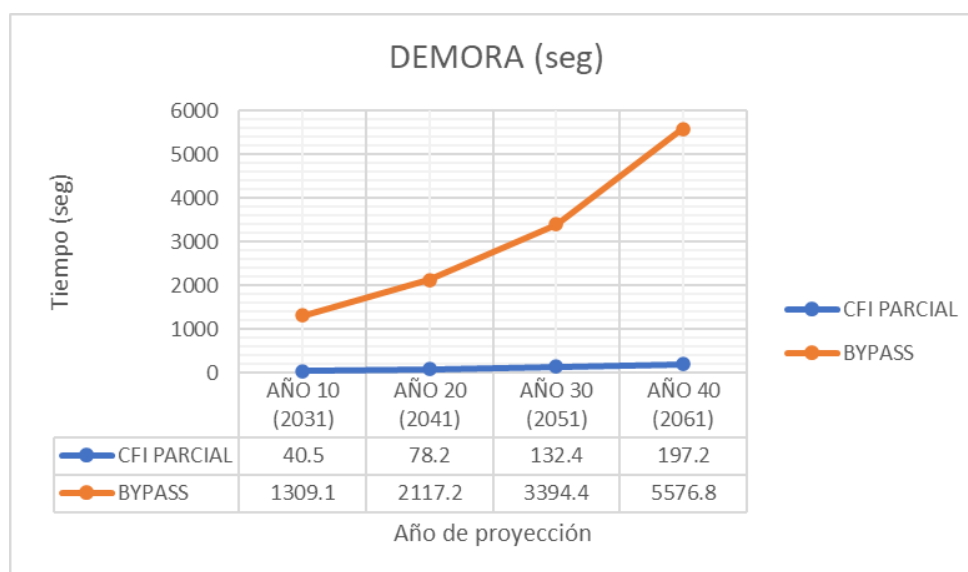


Finalmente, respecto al tercer objetivo del presente estudio, el cual fue evaluar si Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según el rendimiento operacional a futuro, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020; se presentaron los siguientes resultados:

**Tabla 19.** Demora, nivel de servicio y grado de saturación de variables de estudio para años horizonte (proyección futura).

AÑO	CFI PARCIAL			BYPASS		
	DEMORA (seg)	NDS	v/c	DEMORA (seg)	NDS	v/c
AÑO 10 (2031)	40.5	D	1.07	1309.1	F	3.92
AÑO 20 (2041)	78.2	E	1.24	2117.2	F	5.52
AÑO 30 (2051)	132.4	F	1.41	3394.4	F	7.96
AÑO 40 (2061)	197.2	F	1.59	5576.8	F	11.97

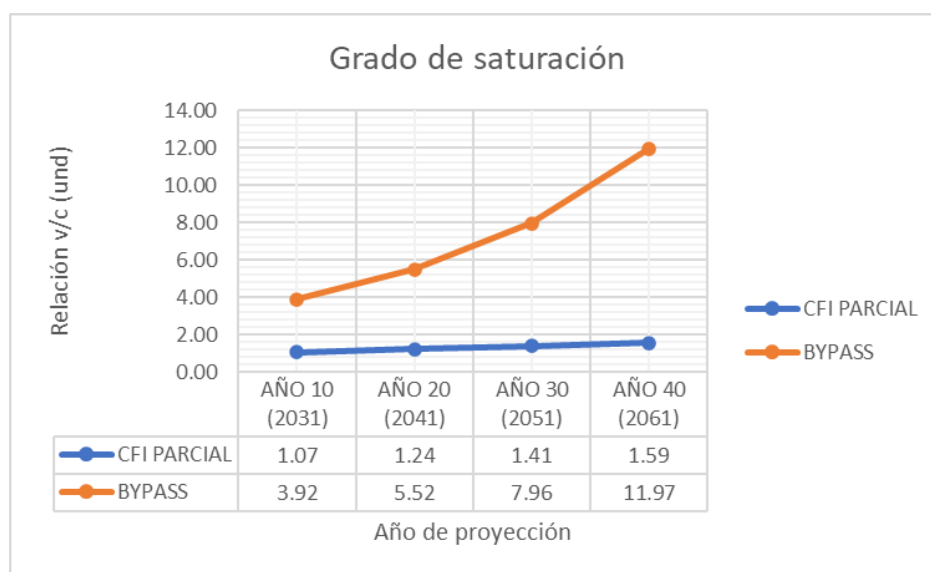
Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 3.** Demora de variables de estudio para años horizonte (proyección futura).

Fuente: Elaboración propia.





**Gráfico 4.** Grado de saturación de variables de estudio para años horizonte (proyección futura).

**Fuente:** Elaboración propia.

Tal como se puede observar en el gráfico 3, la demora que presenta el modelo de la variable Intersección de Flujo Continuo para el año horizonte 10 es de 40.5 segundos/vehículo mientras que la variable Bypass, para el mismo año de proyección, presenta una demora de 1309.1 segundos/vehículo (3132.35% más que la primera variable mencionada). Asimismo, la demora que presenta la variable Intersección de Flujo Continuo para el año horizonte 20 es de 78.2 segundos/vehículo mientras que, para el mismo periodo de análisis, la variable Bypass presenta una demora equivalente a 2117.2 segundos/vehículo (2607.42% más que la primera variable mencionada). Además, para el año horizonte 30, la variable Intersección de Flujo Continuo presenta una demora de 132.4 segundos/vehículo mientras que, al mismo año de proyección, la variable Bypass muestra una demora de 3394.4 segundos/vehículo (2463.75% más que la primera variable mencionada). Adicionalmente, la variable Intersección de Flujo Continuo presenta, para el año horizonte 40, una demora de 197.2 segundos/vehículo mientras que la variable Bypass, al mismo año de proyección de diseño, presenta una demora de 5576.8 segundos/vehículo (2727.99% más que la primera variable mencionada). Por otro lado, conforme a lo que se puede observar en el gráfico 4,

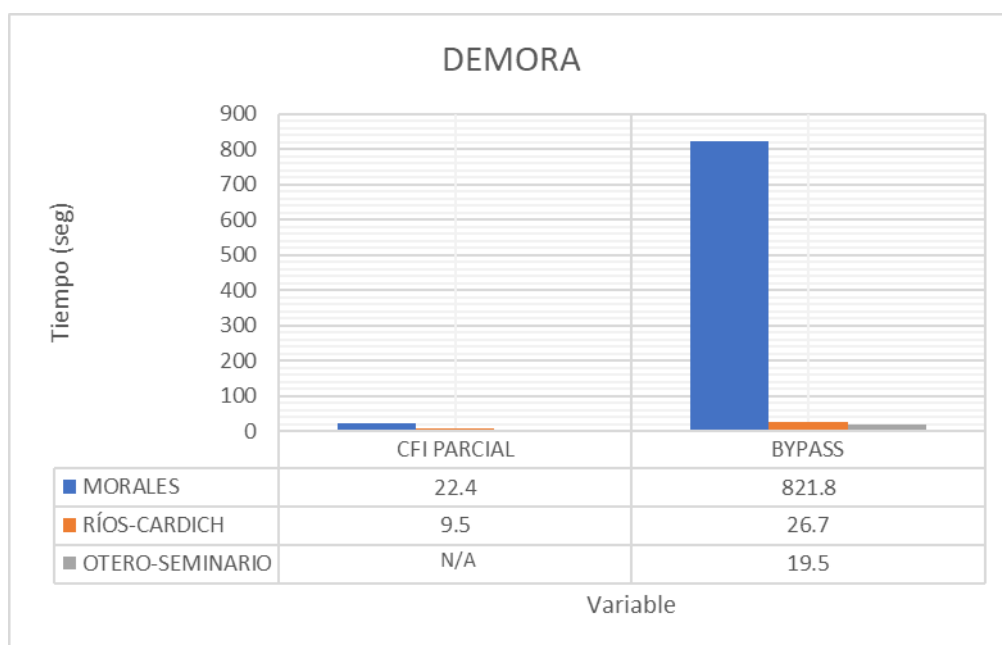
el grado de saturación que presenta el modelo de la variable Intersección de Flujo Continuo para el año horizonte 10 es de 1.07 mientras que la variable Bypass, para el mismo año de proyección, presenta una demora de 3.92 (266.36% más que la primera variable mencionada). Asimismo, el grado de saturación que presenta la variable Intersección de Flujo Continuo para el año horizonte 20 es de 1.24 mientras que, para el mismo periodo de análisis, la variable Bypass presenta un grado de saturación equivalente a 5.52 (345.16% más que la primera variable mencionada). Además, para el año horizonte 30, la variable Intersección de Flujo Continuo presenta un grado de saturación de 1.41 mientras que, al mismo año de proyección, la variable Bypass muestra un grado de saturación de 7.96 (464.54% más que la primera variable mencionada). Finalmente, la variable Intersección de Flujo Continuo presenta, para el año horizonte 40, un grado de saturación de 1.59 mientras que la variable Bypass, al mismo año de proyección de diseño, presenta un grado de saturación de 11.97 (652.83% más que la primera variable mencionada). De esta manera, los niveles de servicio obtenidos para la variable Intersección de Flujo Continuo para los años horizonte 10, 20, 30 y 40, tal como se observa en la tabla 19, son D, E, F y F, respectivamente; además, los niveles de servicio que presenta la variable Bypass para los años horizonte 10, 20, 30 y 40 son F, F, F y F, respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

**Tabla 20.** Comparación de demoras y niveles de servicio.

INVESTIGADOR	VARIABLE			
	CFI PARCIAL		BYPASS	
	DEMORA (seg)	NDS	DEMORA (seg)	NDS
MORALES	22.4	C	821.8	F
RÍOS-CARDICH	9.5	A	26.7	F
OTERO-SEMINARIO	N/A	N/A	19.5	B

Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 5.** Comparación de demoras y niveles de servicio.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al nivel de servicio para el año base (2021), la presente investigación obtuvo resultados comparativamente favorables a la variable Intersección de Flujo Continuo puesto que ésta presentó un nivel de servicio C—demora 22.4 segundos—frente al resultado obtenido por la variable Bypass, la cual presentó un nivel de servicio F—demora de 821.8 segundos—. Estos resultados van de acuerdo a lo obtenido por Ríos-Cardich (2018) puesto que dicho tesista, en los resultados del análisis operacional en el cruce del Óvalo Cáceres para el año base, halló que

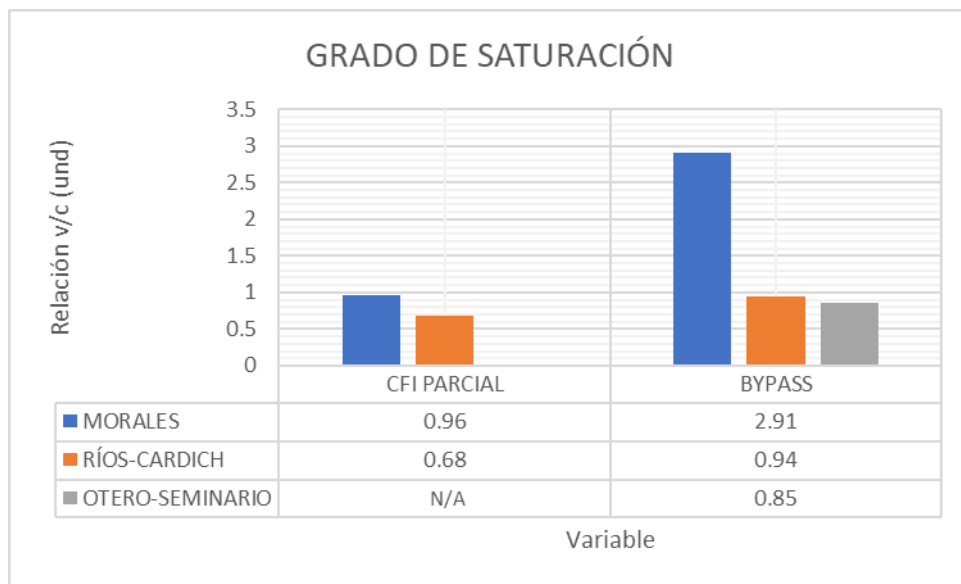
una Intersección de Flujo Continuo—en la propuesta de modalidad parcial— presenta un nivel de servicio más alto que la propuesta de Bypass con viaducto elevado considerada en dicho análisis (nivel servicio A para Intersección de Flujo Continuo contra nivel de servicio F para propuesta de paso a desnivel). Sin embargo, en comparación con el nivel de servicio obtenido por una Intersección de Flujo Continuo hallado por Ríos-Cardich, el presente estudio no mostró un nivel de servicio tan alto como el de dicha investigación; esto se debería a que, en el estudio mencionado, el tesista considera aforos vehiculares que están muy por debajo de los niveles considerados en la presente investigación; no obstante, ambos autores coinciden en que, para casos en los que el derecho de vía sea muy estrecho, una Intersección de Flujo Continuo de modalidad parcial sería la solución más recomendable a implementar—en opinión del autor de la presente investigación, siendo que el derecho de vía de las aproximaciones de las avenidas Las Palmeras (norte) y Golf Los Incas (Sur) es muy estrecho, no sería económicamente conveniente el expropiar propiedad privada en terreno colindante por lo que se propuso un modelo parcial donde solo la vía arterial (Av. Javier Prado Este) presenta el giro a la izquierda retrasado—.

Además, respecto a los resultados hallados por Otero-Seminario (2015), los resultados de la presente investigación no son congruentes respecto a la variable Bypass (dicho autor presenta una demora de 19.5 segundos y un nivel de servicio B para el año base); esto se debería a que, en principio, Otero-Seminario considera una intersección semaforizada inferior mientras que la presente investigación consideró una rotonda como vía inferior; adicional a ello, Otero-Seminario considera en su análisis que todos los vehículos que cruzan la intersección de frente—esto es, sin giro—atraviesan el viaducto elevado (ningún vehículo en la arterial inferior), mientras que el presente estudio consideró que una proporción de vehículos que cruzan la intersección de frente lo hacen por medio de la rotonda inferior—el criterio del autor de esta investigación tuvo por conveniente simular condiciones que sean lo más reales posibles por lo que consideró que, en un escenario real, los vehículos de transporte público, principalmente, optarán por ingresar a la rotonda debido a que en los alrededores de ésta se encuentran lugares públicos con gran afluencia de público que requiere transportarse, como la Universidad de Lima—.

**Tabla 21.** Comparación de grados de saturación.

INVESTIGADOR	VARIABLE	
	CFI PARCIAL	BYPASS
	v/c	v/c
MORALES	0.96	2.91
RÍOS-CARDICH	0.68	0.94
OTERO-SEMINARIO	N/A	0.85

Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico 6.** Comparación de grados de saturación.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, respecto al grado de saturación en el año base (2021), la presente investigación encontró resultados favorables a la variable Intersección de Flujo Continuo, la cual obtuvo en el análisis de rendimiento operacional un ratio v/c equivalente a 0.96, mientras que la variable Bypass obtuvo un ratio v/c de 2.91. Estos resultados son congruentes con los hallados por el tesista Ríos-Cardich para el año base, quien halló un ratio v/c en la Intersección de Flujo Continuo—modalidad parcial—(0.68) menor al hallado en un paso a desnivel (0.94). Cabe resaltar que existe una alta diferencia entre los grados de saturación de la variable Bypass en el estudio de Ríos-Cardich y el presente estudio, la cual tendría causa en que los niveles de tráfico considerados en el estudio de Ríos-Cardich son mucho

menores a los considerados en la presente investigación, hecho que incide directamente en el exceso de demanda respecto a la capacidad de la vía.

Asimismo, la brecha diferencial entre los resultados de grado de saturación obtenidos para la variable Bypass en el estudio de Otero-Seminario (2015) y el presente estudio es, incluso, mayor a la mencionada anteriormente (v/c de 0.85, según Otero-Seminario y v/c de 2.91 en la presente investigación), hecho que tendría origen en que los volúmenes de tráfico considerados en el análisis por Otero-Seminario son altamente menores a los considerados en el presente estudio—considerando que no existen vehículos que crucen de frente la intersección semaforizada inferior mientras que, en la presente investigación, los vehículos de transporte público cruzan de frente por medio de la rotonda inferior).

**Tabla 22.** Comparación de rendimiento operacional a futuro.

CFI PARCIAL																	
MORALES									RÍOS-CARDICH								
AÑO 10			AÑO 30			AÑO 40			AÑO 10			AÑO 30			AÑO 50		
DEMORA (seg)	NDS	v/c	DEMORA (seg)	NDS	v/c	DEMORA (seg)	NDS	v/c	DEMORA (seg)	NDS	v/c	DEMORA (seg)	NDS	v/c	DEMORA (seg)	NDS	v/c
40.5	D	1.07	132.4	F	1.41	197.2	F	1.59	10	A	0.71	12.8	B	0.84	21.6	C	1.01

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al rendimiento operacional a futuro, la presente investigación halló resultados favorables a la variable Intersección de Flujo Continuo para todos los casos de análisis: al año de proyección 10, la variable Intersección de Flujo Continuo presentó un nivel de servicio D (demora de 40.5 segundos/vehículo) y un grado de saturación equivalente a 1.07, mientras que la variable Bypass, un nivel de servicio F (demora de 1309.1 segundos/vehículo) y un grado de saturación equivalente a 3.92; al año 20 de proyección, la primera variable presentó un nivel de servicio E (demora de 78.2 segundos/vehículo) y un grado de saturación equivalente a 1.24, mientras que la segunda variable, un nivel de servicio F (demora de 2117.2 segundos/vehículo) y un grado de saturación equivalente a 5.52; al trigésimo año de proyección, la primera variable presentó un nivel de servicio F (demora de 132.4 segundos/vehículo) y un grado de saturación equivalente a 1.41, mientras que la segunda variable, un nivel de servicio F (demora de 3394.4

segundos/vehículo) y un grado de saturación equivalente a 7.96; para el año horizonte 40, la primera variable presentó un nivel de servicio F (demora de 197.2 segundos) y un grado de saturación equivalente a 1.59, mientras que la segunda variable, un nivel de servicio F (demora de 5576.8 segundos/vehículo) y un grado de saturación equivalente a 11.97. Dichos resultados son—respecto a la variable Intersección de Flujo Continuo, modalidad parcial—poco congruentes con los altos niveles de servicio y bajos niveles de grado de saturación hallados por Ríos-Cardich, quien determinó, para un año horizonte 70, que el nivel de servicio de una Intersección de Flujo Continuo modalidad parcial es D (demora de 52.1 segundos) y que el grado de saturación es de 1.36. Esta diferencia podría deberse a que Ríos-Cardich considera, dentro de su análisis, (1) factores de crecimiento vehicular menores a los considerados en el presente estudio—para el año 50, Ríos-Cardich considera un factor de crecimiento unificado de 1.59 mientras que, para el año 40, la presente investigación considera un factor de crecimiento unificado equivalente a 1.72, lo cual se justifica en que el crecimiento poblacional en Lima es mayor al crecimiento poblacional en Piura, lugar en que se desarrolló la investigación de Ríos-Cardich—; y (2) aforos vehiculares para el año base muy por debajo de los de la presente investigación.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los resultados del presente estudio mostraron resultados favorables, respecto al indicador de nivel de servicio, a la variable Intersección de Flujo Continuo en comparación con los resultados obtenidos por la variable Bypass. Lo anterior confirma la hipótesis específica planteada al inicio del estudio respecto al indicador de nivel de servicio, por lo que se concluye que una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su nivel de servicio, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.
2. Además, respecto al indicador de grado de saturación, los resultados de la presente investigación muestran un menor ratio v/c para la variable Intersección de Flujo Continuo que el presentado por la variable Bypass, confirmándose así la hipótesis planteada respecto a este indicador al inicio del estudio. De esta manera, se concluye que una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su grado de saturación, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.
3. De igual manera, respecto al indicador de rendimiento operacional a futuro, los resultados hallados en la presente investigación mostraron, para todos los años de proyección, que la variable Intersección de Flujo Continuo presenta mayores niveles de rendimiento operacional que la variable Bypass, confirmándose así la hipótesis formulada al inicio del estudio respecto a dicho indicador. Por tanto, se concluye que una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su rendimiento operacional a futuro, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.
4. Finalmente, conforme a la comparación de los resultados obtenidos por cada indicador de las variables Intersección de Flujo Continuo y Bypass, se concluye que una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un



bypass al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020; confirmándose la hipótesis general de la investigación.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Dado que el presente estudio tuvo un alcance que recoge únicamente resultados correspondientes a eficiencia técnica—rendimiento operacional—, se recomienda realizar estudios que abarquen, dentro de su alcance, factores económicos, ambientales, de diseño geométrico, de seguridad, entre otros; los cuales permitan obtener una visión más holística de las variables para su comparación en el contexto real.
2. En el contexto nacional, conforme a lo revisado en la literatura local, no se ha implementado ninguna intersección vial de tipo no convencional; esto puede deberse, entre otros factores, a que dichas soluciones viales no han tenido una difusión adecuada en el campo de la Ingeniería Civil ni de Transportes. Por ello, se recomienda, en primer término, realizar un estudio de nivel descriptivo que permita determinar el nivel de conocimiento que tienen los profesionales de la Ingeniería Civil y de Transportes acerca de esta temática; un estudio de similares características debería ser llevado a cabo en las universidades con el propósito de poder medir el nivel de conocimiento que tiene la plana docente respecto a intersecciones modernas y, en consecuencia, el nivel de conocimiento respecto a esta temática que se está impartiendo a los futuros profesionales de las carreras mencionadas anteriormente. Estos estudios servirán a modo de base que permitirá determinar, posteriormente, la viabilidad de iniciar un proceso de actualización que permita introducir conocimientos acerca de estas soluciones viales modernas al campo de la Ingeniería Civil y de Transportes en el Perú, y las estrategias necesarias en el cumplimiento de dicha misión.
3. Conforme a lo concluido por Silvera (2020), el modelo de microsimulación calibrado y validado es el más recomendable para analizar el rendimiento operacional de una red urbana vial en el Perú. En vista de ello, se recomienda realizar un análisis operacional de las variables Intersección de Flujo Continuo y Bypass utilizando un modelo de microsimulación—software Vissim 11—y

tomando como contexto de estudio el corredor vial en el que se encuentra ubicado el Óvalo Monitor Huáscar—considerando las avenidas contiguas—.

4. Se recomienda que, en futuras investigaciones, se tome en cuenta al sistema como un todo en el análisis; esto se lograría promediando proporcionalmente los indicadores cuantitativos que se obtengan como resultados para cada subintersección que esté incluida dentro del sistema. Con ello, será posible evaluar integralmente—esto es, como un sistema—a la intersección, obteniéndose un indicador más preciso del comportamiento de la intersección que servirá como *input* en una mejor toma de decisiones sobre soluciones viales a implementar a nivel local, regional y nacional.
  
5. Se recomienda implementar soluciones viales con enfoques urbanísticos modernos que incluyan la implementación de ciclovías. Asimismo, se debe evitar considerar solo la implementación de soluciones viales alejan a las personas y que, incluso, tienen un costo muy elevado comparado con otras opciones de solución. La Ingeniería Civil y de Transportes deben tener siempre como fin el mejoramiento de la sociedad, priorizando siempre al peatón y no al vehículo.

## REFERENCIAS

ABDELRAHMAN, Ahmed [et al]. Evaluation of displaced left-turn intersections [en línea]. Florida: Transportation Engineering, Vol. 1, 100006, 2020. DOI: 10.1016/j.treng.2020.100006.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.treng.2020.100006>

ISSN: 2666-691X

ALCARAZ, Julio César. Microsimulación en una intersección de flujo continuo. Caso de estudio: Eje 10 Sur Copilco y Cerro del Agua. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014. 110 pp.

ALMOSHAOGEH, Meshal Ibrahim. Developing warrants for designing Continuous Flow Intersection and Diverging Diamond Interchange. Tesis (Doctor en Filosofía-PhD.). Florida: Universidad del Centro de Florida, Departamento de Ingeniería Civil, Medio Ambiente y Construcción, 2017. 135 pp.

Alternative Intersections/Interchanges: Informational Report (AIIR) por Warren Hughes [et al]. Washington, DC: Federal Highway Administration (FHWA), 2010. 340 pp.

AMERICAN Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. 7.<sup>a</sup> ed. Washington D.C.: 2018. 82 pp.

ANASTASI, Anne y URBINA, Susana. Tests Psicológicos. 7.<sup>a</sup> ed. México D.F.: Prentice Hall, 1998. 744 pp.

ISBN: 9701701860

AUTEY, Jarvis, SAYED, Tarek y EL ESAWEY, Mohamed. *Operational performance comparison of four unconventional intersection designs using micro-simulation* [en línea]. Volumen 47, 2013. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/atr.181>

BERNAL, César. Metodología de la investigación – administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 3.<sup>a</sup> ed. Bogotá: Pearson, 2010. 320 pp.

ISBN: 9789586991285

Caótica: Lima es la tercera ciudad con más congestión vehicular en el mundo [en línea]. Perú 21.PE. 09 de junio de 2019. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2020].

Disponible en: <https://peru21.pe/peru/lima-tercera-ciudad-congestion-vehicular-mundo-483405-noticia/>

CISTERNA, Claudia. Propuesta de intercambio vial a desnivel en la intersección Av. Néstor Gambetta y Av. Carlos Izaguirre para disminuir la congestión vehicular. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2020. 200 pp.

COMPENDIO estadístico. Provincia Constitucional del Callao 2014. [en línea]. Callao: Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI), 2015. [Fecha de consulta: 07 de mayo de 2021].

Disponible en:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1268/index.html](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1268/index.html)

Conoce aquí el plan de desvío vehicular por obras en el óvalo Monitor Huáscar [en línea]. Andina.PE. 02 de marzo de 2021. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-conoce-aqui-plan-desvio-vehicular-obras-el-ovalomonitor-huascar-835701.aspx>

Covid19Hoy: tras revisión, Perú vuelve a tener la mayor tasa de mortalidad en el mundo [en línea]. France24.COM. 01 de junio de 2021. [Fecha de consulta: 05 de junio de 2021].

Disponible en: <https://www.france24.com/es/am%C3%A9rica-latina/20210601-covid19hoy-pandemia-peru-mortalidad-vacunas-oms>

El futuro del teletrabajo en el Perú [Mensaje en un blog]. [Lima]: Universidad Continental, (14 de abril de 2021). [Fecha de consulta: 05 de junio de 2021].

Recuperado de: <https://blogs.ucontinental.edu.pe/el-futuro-del-teletrabajo-en-el-peru/destacados/#:~:text=Trabajo%20remoto%20en%20Per%C3%BA%20seguir%C3%A1,coinciden%20Everis%20y%20Neo%20Consulting>

Decreto Supremo N° 105-2021-PCM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 27 de mayo de 2021.

DISPLACED Left Turn Intersection Informational Guide por Hermanus Steyn [et al]. Washington, DC: Federal Highway Administration (FHWA), 2014. 152 pp.

DUBS de Moya, Renie. El Proyecto Factible: una modalidad de investigación. Sapiens. Revista Universitaria de Investigación [en línea]. 2002, 3(2), 0 [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2020]. ISSN: 1317-5815.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41030203>

EL reto de la igualdad. Una lectura de las dinámicas territoriales en el Perú [en línea]. Lima: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019. [Fecha de consulta: 02 de junio de 2021].

Disponible en:

<https://www.pe.undp.org/content/peru/es/home/presscenter/articles/2019/el-reto-de-la-igualdad.html>

EMPRESA Municipal Administradora de Peajes de Lima (EMAPE). Estudio de Preinversión [sic] a nivel de perfil: Creación [sic] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Óvalo Monitor), en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima [en línea]. Lima, 2018. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021].

Disponible en: [ofi5.mef.gob.pe](https://ofi5.mef.gob.pe) › appFs › Download

EMPRESA Municipal Administradora de Peajes de Lima (EMAPE). Expediente Técnico [sic] Definitivo (EDI) – Proyecto: Creación [sic] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas

(Ovalo Monitor) [sic], en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima [en línea]. Lima, 2020. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/1CzLCI-MbfZiDLrFUJ-qH0sZ3A8enFfvu?sort=13&direction=a>

GARCÍA, Carlos y MÁRQUEZ, John. Análisis y evaluación de los impactos del proyecto Plaza Nueva y Paso Inferior 28 de Julio. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2017. 111 pp.

GOLDBLATT, R., MIER, Francisco y FRIEDMAN, Joel. Continuous Flow Intersection. [Washington, DC]: ITE Journal, Vol. 64, (7): 35-42, 1994. ISSN: 0162-8178

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.<sup>a</sup> ed. México D.F.: Mc Graw Hill, 2014. 600 pp. ISBN: 9781456223960

HILDEBRAND, Thomas E. Unconventional intersection designs for improving through traffic along the arterial road. Tesis (Magíster en Ciencias). Florida: Universidad del Estado de Florida, Departamento de Ingeniería Civil y Medio Ambiente, 2007. 188 pp.

MAMANI, Ever y CHURA, Oliver. Diseño de intercambio vial a desnivel en las intersecciones de la carretera Panamericana Sur y la avenida El Estudiante de la Ciudad de Puno. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. 367 pp.

MCDANIEL, Carl y GATES, Roger. Investigación de mercados. 10.<sup>a</sup> ed. México D.F.: CENGAGE Learning, 2016. 686 pp. ISBN: 9786075228532

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (MTC). Manual de carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos [en línea]. Lima, 2013. 346 pp. [Fecha de consulta: 05 de noviembre de 2020].

Disponible en:

[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

MINISTERIO de Economía y Finanzas (MEF). Política Económica y Social. Conoce los conceptos Basicos para comprender la economía del país [sic] [en línea]. Lima, [2021]. [Fecha de consulta 08 de junio de 2021].

Disponible en: [https://www.mef.gob.pe/es/?option=com\\_content&language=es-ES&Itemid=100694&view=article&catid=23&id=61&lang=es-ES](https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100694&view=article&catid=23&id=61&lang=es-ES)

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (MTC). Manual de diseño geométrico [en línea]. Lima, 2018. 284 pp. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2020].

Disponible en:

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)

OTERO-SEMINARIO, Luis. Alternativa de solución vial a la intersección de las Av. A. Cáceres y Av. Ramón Mugica, Piura. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, 2015. 149 pp.

PAN, Binghong [et al]. Evaluating Operational Features of Three Unconventional Intersections under Heavy Traffic Based on CRITIC Method. [en línea]. Xi'an: Sustainability, Vol. 13, (8): 4098, 2021. 35-42, 2019. DOI: 10.3390/su13084098.

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/su13084098>

PARK, Byungkyu y Chen, Yin. Quantifying the benefits of coordinated actuated traffic signal systems: A case study [en línea]. Virginia: Virginia Department of Transportation, 2010. 32 pp.

Disponible en:

[www.virginiadot.org/vtrc/main/online\\_reports/pdf/11-cr2.pdf](http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online_reports/pdf/11-cr2.pdf)



PERÚ: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos [en línea]. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI), 2018. [Fecha de consulta: 07 de mayo de 2021].

Disponible en:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf)

PINEDA, Elia, ALVARADO, Eva y CANALES, Francisca. Metodología de la investigación. Manual para el desarrollo de personal de salud. 2.<sup>a</sup> ed. Washington D.C.: Organización Mundial de la Salud, 1994. 225 pp.

ISBN: 9275321353

PROJECT Management Institute (PMI). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. 6.<sup>a</sup> ed. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2017. 726 pp.

ISBN: 9781628251944

PROVINCIA de Lima. Compendio estadístico 2019. [en línea]. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI), 2019. [Fecha de consulta: 07 de mayo de 2021].

Disponible en:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1714/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1714/Libro.pdf)

QI Yi, ZHAO, Qun y AZIMI, Mehdi. Use of innovative intersection designs for improving mobility and reducing roadway traffic congestion. Texas: Universidad del Sur de Texas, 2017. 93 pp.

RÍOS-CARDICH, Esteban. Modelación del tránsito y propuesta de solución vial a la Av. Cáceres con Infracor y Synchro 8. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, 2018. 223 pp.

SILVERA, Manuel. Evaluación operacional de una red compuesta por 5 intersecciones a través del HCM, Synchro y Vissim. Tesis (Grado de Máster en Ingeniería Civil). Lima: Universidad de Piura, 2020. 192 pp.

SHI, Zhimiao, LUO, Qingyu y ZHANG, Shiyin. Delay Estimation and Application Conditions of Two-Legged Continuous Flow Intersection [en línea]. Guilin: 2019 4th International Conference on Electromechanical Control Technology and Transportation (ICECTT), 35-42, 2019. DOI: 10.1109/ICECTT.2019.00019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/ICECTT.2019.00019>

TOMTOM. Tomtom traffic index [en línea]. Ámsterdam, 2019. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://corporate.tomtom.com/node/25601/pdf>

TRAFFICWARE. Synchro Studio 8 User Guide. Versión 8.0. Texas: Trafficware Ltd., 2018.

TRANSPORTATION Research Board. HCM2010. Highway Capacity Manual. Vol. 2. Washington, DC: National Academy of Sciences, 2010. 1032 pp. ISBN: 9780309160797

TRANSPORTATION Research Board. HCM2010. Highway Capacity Manual. Vol. 3. Washington, DC: National Academy of Sciences, 2010. 1032 pp. ISBN: 9780309160803

VERA, Favio Jorge. Aplicabilidad de las metodologías del HCM 2000 y Synchro 7.0 para analizar intersecciones semaforizadas en Lima. Tesis (Grado en Ingeniería Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012. 94 pp.

YUNI, José. Técnicas para investigar. Recursos Metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación. 2.<sup>a</sup> ed. Córdoba: Editorial Brujas, 2014. 114 pp. ISBN: 978987591548

# **ANEXOS**

**ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables.**

**Título: Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.**

**Autor: Morales Guevara, Luis Hanssel**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Intersección de Flujo Continuo	Intersección en la que se reubica el movimiento de giro a la izquierda de la intersección principal a una aproximación al otro lado de la vía opuesta, eliminando la fase de giro a la izquierda y el conflicto con el flujo recto del sentido contrario (Transportation Research Board, 2010).	Nivel de rendimiento operacional que presenta una Intersección de Flujo Continuo respecto a parámetros técnicos, según indicadores de (1) nivel de servicio, (2) grado de saturación, y (3) rendimiento operacional a futuro a años horizonte 10, 20, 30 y 40 años.	Eficiencia técnica	Nivel de servicio	Ordinal	<p><b>Tipo de investigación:</b> aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> explicativo.</p> <p><b>Enfoque:</b> cuantitativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> preexperimental (pretest y postest).</p> <p><b>Población:</b> cantidad total de vehículos que transitan por el Óvalo Monitor Huáscar.</p> <p><b>Muestreo:</b> no probabilístico, por conveniencia.</p> <p><b>Muestra:</b> cantidad de vehículos que transitan por el Óvalo Monitor Huáscar en hora punta.</p> <p><b>Técnicas:</b> análisis de datos secundarios y experimentación.</p> <p><b>Instrumentos:</b></p> <p>Fichas de registro, que recogen información de:</p> <p>1. Estudio de Preinversión [sic] a nivel de perfil: Creación [sic] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Óvalo Monitor), en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima (2018).</p> <p>2. Expediente Técnico [sic] Definitivo (EDI) – Proyecto: Creación [sic] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Óvalo Monitor) [sic], en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima (2020).</p> <p>3. Reportes de resultados de rendimiento operacional de software Synchro 8.0.</p>
				Grado de saturación	De razón	
				Rendimiento operacional a futuro	Ordinal	
Bypass	Diseño geométrico que permite el cruce de dos o más carreteras en distintos niveles con el propósito de brindar a los vehículos la posibilidad de ejecutar todos los movimientos posibles de cambio de trayectoria de una carretera a otra con la mínima cantidad posible de puntos de conflicto (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018).	Nivel de rendimiento operacional que presenta un bypass respecto a parámetros técnicos, según indicadores de (1) nivel de servicio, (2) grado de saturación, y (3) rendimiento operacional a futuro a años horizonte 10, 20, 30 y 40 años.	Eficiencia técnica	Nivel de servicio	Ordinal	
				Grado de saturación	De razón	
				Rendimiento operacional a futuro	Ordinal	

**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO 2: Matriz de consistencia.**

**Título: Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.**

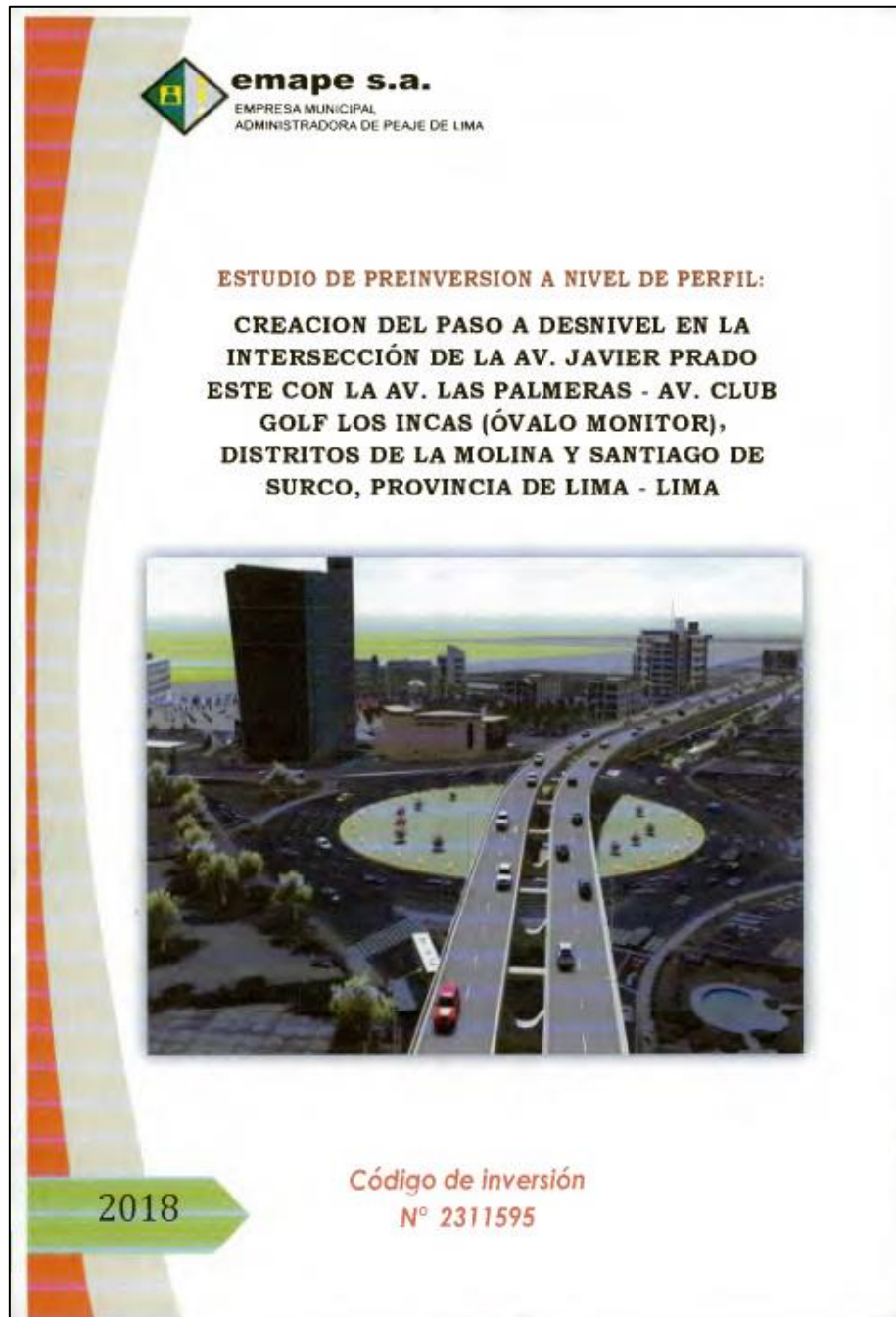
**Autor: Morales Guevara, Luis Hanssel**

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>Intersección de Flujo Continuo</b>	Eficiencia técnica	Nivel de servicio	Reportes de resultados de rendimiento operacional de software Synchro 8.0.
¿Es una Intersección de Flujo Continuo más eficiente técnicamente que un bypass al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020?	Determinar si una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.	Una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.				Grado de saturación	Reportes de resultados de rendimiento operacional de software Synchro 8.0.
						Rendimiento operacional a futuro	Reportes de resultados de rendimiento operacional de software Synchro 8.0.
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>Bypass</b>	Eficiencia técnica	Nivel de servicio	Reportes de resultados de rendimiento operacional de software Synchro 8.0.
¿Es una Intersección de Flujo Continuo más eficiente técnicamente que un bypass, según su nivel de servicio, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020?	Conocer si una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su nivel de servicio, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.	Una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su nivel de servicio, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.				Grado de saturación	Reportes de resultados de rendimiento operacional de software Synchro 8.0.
¿Es una Intersección de Flujo Continuo más eficiente técnicamente que un bypass, según su grado de saturación, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020?	Identificar si una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su grado de saturación, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.	Una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su grado de saturación, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.				Rendimiento operacional a futuro	Reportes de resultados de rendimiento operacional de software Synchro 8.0.
¿Es una Intersección de Flujo Continuo más eficiente técnicamente que un bypass, según el rendimiento operacional a futuro, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020?	Evaluar si Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según el rendimiento operacional a futuro, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.	Una Intersección de Flujo Continuo es más eficiente técnicamente que un bypass, según su rendimiento operacional a futuro, al ser aplicada en el Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020.					

**Fuente:** Elaboración propia.

## Anexo 03: Información fuente para análisis documental

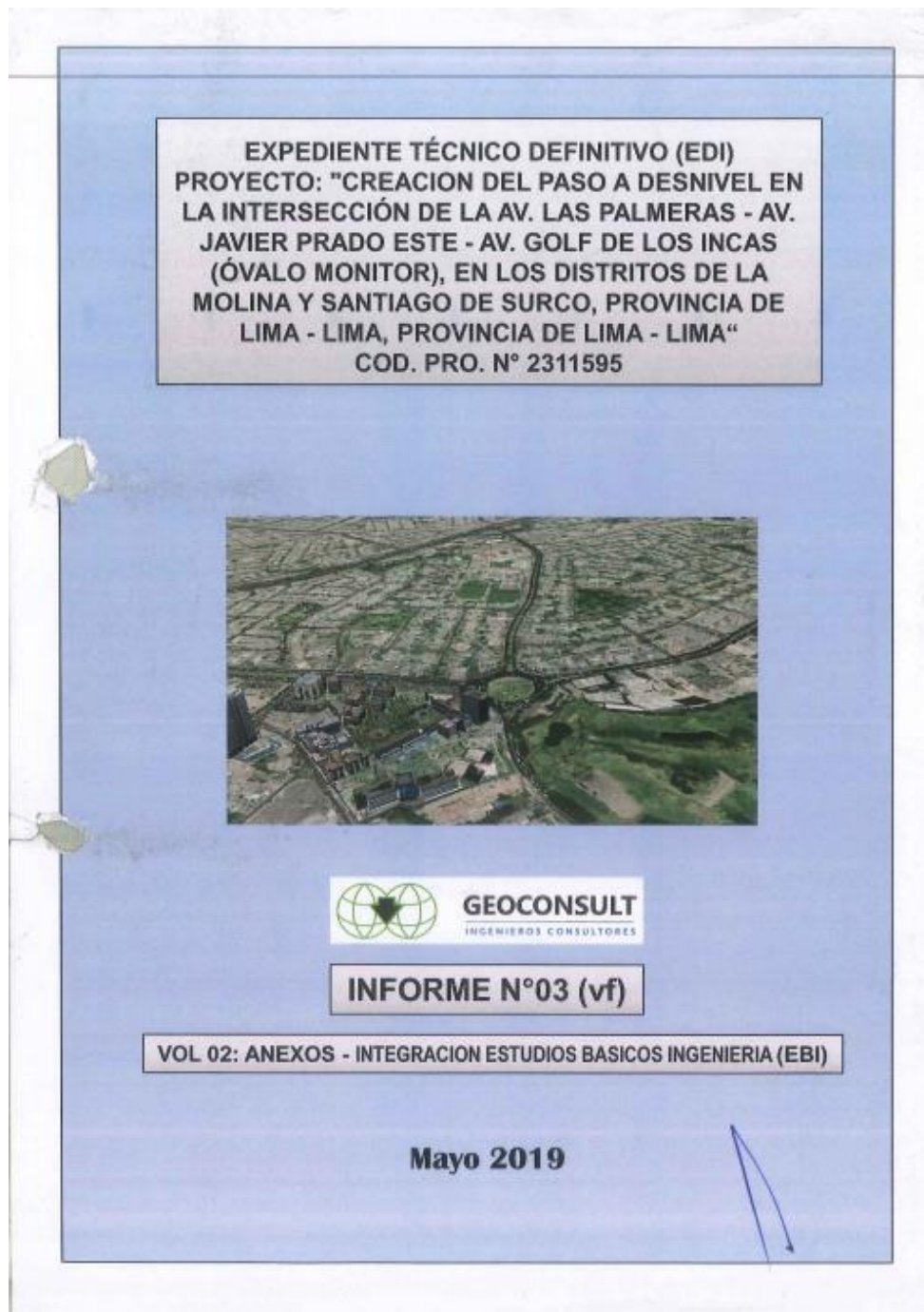
**Anexo 03a:** Estudio de Preinversión [sic] a nivel de perfil: Creación [sic] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Óvalo Monitor), en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima (2018).



Fuente: EMAPE, 2018.

### **Anexo 03: Información fuente para análisis documental**

**Anexo 03b:** Expediente Técnico [sic] Definitivo (EDI) – Proyecto: Creación [sic] del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Ovalo Monitor) [sic], en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima (2020).



**Fuente:** EMAPE, 2020.

**Anexo 04: Autorización de Empresa Municipal de Administración de Peajes de Lima (EMAPE) a uso de datos de sus estudios**



## **Anexo 04a:** Carta de solicitud de autorización para uso de datos, dirigida a EMAPE.

Lima, miércoles 26 de mayo de 2021.

**Asunto:** Solicitud de autorización para el uso de datos.

Atención.

Señores.

**Empresa Municipal Administradora de Peajes de Lima - EMAPE**

PRESENTE.

El abajo firmante se identifica como Luis Hansel Morales Guevara, identificado con DNI N° 48065911, estudiante de la Universidad César Vallejo, filial Lima Norte con Cód. de estudiante 7000464399.

Actualmente me encuentro realizando un Proyecto de Investigación, el cual constituye mi Trabajo de Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, el cual se titula **Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020**. Sin embargo, dadas las actuales condiciones de distanciamiento social por la pandemia del COVID-19, ha habido una reducción importante en la cantidad de vehículos que transitan a través de la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Óvalo Monitor); asimismo, dado que ya se ha dado inicio al **Proyecto Creación del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Óvalo Monitor), en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima**; la Municipalidad Metropolitana de Lima ha elaborado un Plan de Desvío Vehicular para redireccionar el tránsito hacia vías contiguas.

Lo anteriormente mencionado me ha impedido, como tesista, el poder realizar un conteo vehicular *in situ* en la zona en la que me encuentro llevando a cabo mi investigación—los aforos de las avenidas de la intersección Óvalo Monitor Huáscar se han reducido en un gran porcentaje por lo que la muestra que pudiese tomar no podría ser considerada como representativa de la realidad—, motivo por el cual **solicito a vuestra entidad me autorice al uso de la información contenida en los siguientes documentos:**

- 1. Estudio de Preinversión a nivel de perfil: Creación del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Óvalo Monitor), en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima (2018).**
- 2. Expediente Técnico Definitivo (EDI) – Proyecto: Creación del paso a desnivel en la intersección de la Av. Las Palmeras – Av. Javier Prado Este – Av. Golf De Los Incas (Óvalo Monitor), en los distritos de La Molina y Santiago de Surco, Provincia de Lima – Lima (2020).**

La información a extraer de dichos documentos sería, básicamente, (1) estudios de tráfico y conteos vehiculares—los cuales serán extrapolados mediante modelos matemáticos al año base de la investigación, 2021—; y (2) características geométricas del paso a desnivel; la cual será usada para crear un modelo en el software Synchro 8.0 con el propósito de medir el *performance* operacional de las variables objeto de estudio y, posteriormente, contrastar los resultados con la hipótesis principal de la investigación.

**Anexo 04a:** Carta de solicitud de autorización para uso de datos, dirigida a EMAPE.

Se aclara que la totalidad del contenido de la tesis será exclusivamente responsabilidad del autor y que se respetará, en todo momento, todo aspecto ético en el citado de las fuentes objeto de la presente solicitud.

Estaré en expectativa de vuestra gentil respuesta.

Atentamente.



---

Luis Hanssel Morales Guevara  
DNI N° 48065911

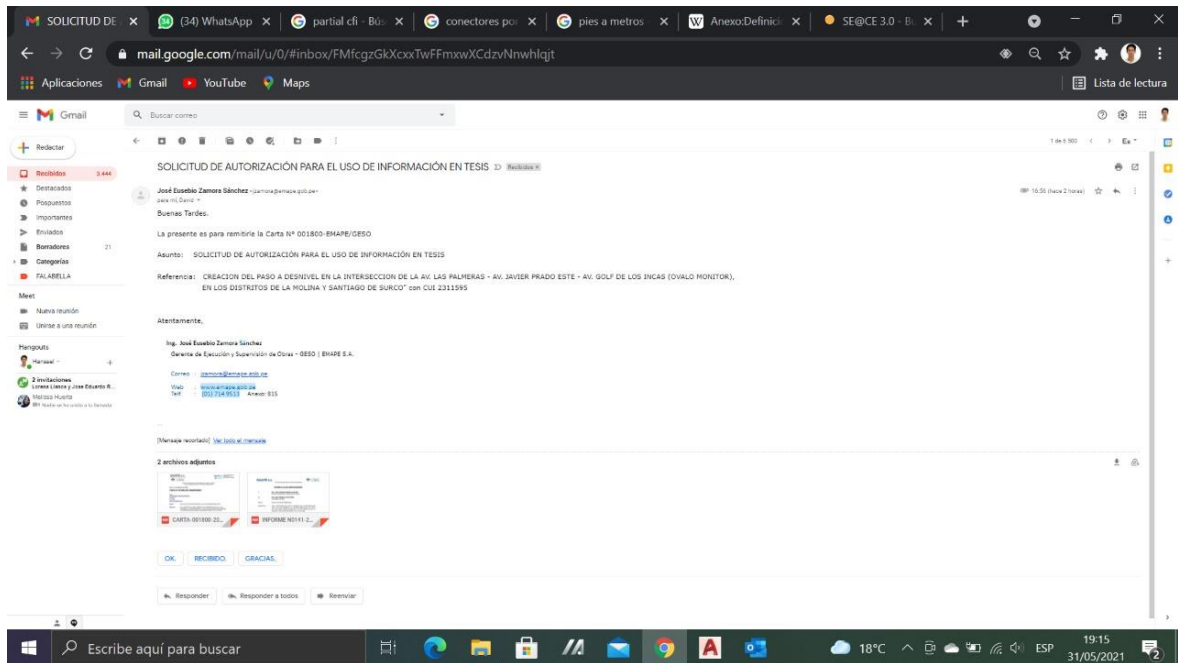
**Anexo 04b:** Captura de pantalla evidencia de ingreso de solicitud en Mesa de Partes Virtual de EMAPE.

The screenshot shows a web browser window displaying the EMAPE S.A. LIMA portal. The user is logged in as 'LUIS HANSSEL MORALES GUEVARA'. The page title is 'MPV-EMAPE' and the current view is 'Trámites'. A 'REGISTRAR TRÁMITE' button is visible at the top. Below it is a search form with fields for 'Período' (set to 2021), '# expedi...', 'Número ...', and 'Asunto', along with a 'BUSCAR' button. A table below the search form displays a single record with the following data:

Acciones	N°. Exp.	Fecha	Trámite	Documento	Asunto	Estado	Código
	0007073-2021	26-05-2021 13:02	OTROS	SOLICITUD-1	SOLICITUD DE AUTORIZACI...	INGRESADO	6581

At the bottom of the table, it indicates 'Rows per page: 10' and '1-1 of 1'. The footer of the page contains the copyright notice 'Copyright © 2020 EMAPE S.A. Todos los derechos reservados.' and the version 'Versión 4.1.1'. The Windows taskbar at the bottom shows the date and time as 16:57 on 26/05/2021.

**Anexo 04c:** Mensaje de correo de respuesta a solicitud, remitido por EMAPE.



**Anexo 04d:** Informe de análisis de solicitud, remitida por EMAPE.

**EMAPE S.A.**

*"Año del Bicentenario Del Perú: 200 Años de Independencia"*



**INFORME N° 141-2021-EMAPE-GESO/DERP**

A : **ING. JOSE EUSEBIO ZAMORA SANCHEZ**  
Gerente de Ejecución y Supervisión de Obras

De : **ING. DAVID ENRIQUE RUIZ PÉREZ**  
Coordinador de Obra

Asunto : SOLICITUD DE INFORMACION

Referencias : Obra: "CREACION DEL PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCION DE LA AV. LAS PALMERAS - AV. JAVIER PRADO ESTE - AV. GOLF DE LOS INCAS (OVALO MONITOR), EN LOS DISTRITOS DE LA MOLINA Y SANTIAGO DE SURCO" con CUI 2311595.

a) SOLICITUD S/N  
b) PROVEIDO 6488-2021-GESO

Fecha : Ate, 31 de Mayo del 2021

---

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en atención a la revisión del asunto y los documentos de referencia, para informarle lo siguiente:

**I. ANTECEDENTES**

- 1.1 Con referencia a), se solicita autorización para poder acceder a la información del proyecto Ovalo Monitor, por motivos de estudios.

**II. ANALISIS**

- 2.1 A lo solicitado se debe mencionar que la información que esta entidad puede brindar es la información la cual se encuentra publicada en las distintas paginas del estado, la cual es de dominio público.
- 2.2 Los datos de la obra son:
- Nombre: "CREACION DEL PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCION DE LA AV. LAS PALMERAS - AV. JAVIER PRADO ESTE - AV. GOLF DE LOS INCAS (OVALO MONITOR), EN LOS DISTRITOS DE LA MOLINA Y SANTIAGO DE SURCO"
  - CUI: 2311595

**Anexo 04d:** Informe de análisis de solicitud, remitida por EMAPE.

**EMAPE S.A.**

*"Año del Bicentenario Del Perú: 200 Años de Independencia"*



2.3 Se brindan los sgtes links de apoyo para su búsqueda de información:

Buscador Publico OSCE

- <https://prodapp2.seace.gob.pe/seacebus-uiwd-pub/buscadorPublico/buscadorPublico.xhtml>

MEF

- <https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/consultapublica/consultainversiones>

INFOBRAS

- [https://apps.contraloria.gob.pe/ciudadano/wfm\\_obras\\_buscador.aspx](https://apps.contraloria.gob.pe/ciudadano/wfm_obras_buscador.aspx)

**III. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN**

3.1 Se indicar que la información que está en las paginas web indicadas en el ítem 2.3, son de dominio público.

3.2 Se solicita remitir esta información solicitado a la sgte persona con los sgtes datos:

- Luis Hanssel Morales Guevara
- DNI: 48065911
- Correo [hanssmorales@gmail.com](mailto:hanssmorales@gmail.com)

Es todo cuanto informo para los fines que se estime pertinente.

Atentamente,

---

**ING. DAVID ENRIQUE RUIZ PEREZ**  
**COORDINADOR DE OBRA**

**Anexo 04E:** Carta de respuesta a solicitud, remitida por EMAPE.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Ate, 31 de Mayo del 2021

**CARTA N° 001800-2021-EMAPE/GESO**

Señor:  
**LUIS HANSSEL MORALES GUEVARA**  
Estudiante  
Lima, Perú  
[hanssmorales@gmail.com](mailto:hanssmorales@gmail.com)

**Asunto** : SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE INFORMACIÓN EN TESIS.  
**Referencia** : Obra: "CREACION DEL PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCION DE LA AV. LAS PALMERAS - AV. JAVIER PRADO ESTE - AV. GOLF DE LOS INCAS (OVALO MONITOR), EN LOS DISTRITOS DE LA MOLINA Y SANTIAGO DE SURCO" con CUI 2311595.  
a) SOLICITUD S/N  
b) INFORME N° 141-2021-EMAPE-GESO/DERP

Por medio de la presente me dirijo a usted y, mediante las referencias a), en respuesta a la solicitud de información realizada por su persona, se indica los siguientes enlaces en los cuales la información es de dominio público, donde se podrá ubicar información referente a la obra en mención:

Buscador Publico OSCE

<https://prodapp2.seace.gob.pe/seacebus-uiwd-pub/buscadorPublico/buscadorPublico.xhtml>

MEF

<https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/consultapublica/consultainversiones>

INFOBRAS

[https://apps.contraloria.gob.pe/ciudadano/wfm\\_obras\\_buscador.aspx](https://apps.contraloria.gob.pe/ciudadano/wfm_obras_buscador.aspx)

Teniendo en cuenta los sgtes datos de la obra:

- Nombre: "CREACION DEL PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCION DE LA AV. LAS PALMERAS - AV. JAVIER PRADO ESTE - AV. GOLF DE LOS INCAS (OVALO MONITOR), EN LOS DISTRITOS DE LA MOLINA Y SANTIAGO DE SURCO"
- CUI: 2311595

Sin otro en particular quedo de usted,

Atentamente,

cc:

(JZS/drp)

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por la Empresa Municipal Administradora de Peaje de Lima S.A., aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://200.48.24.48:8181/verifica/inicio.do> e ingresando el siguiente código de verificación: **XBSINEN**






## Anexo 05: Instrumento de recolección de datos.

Anexo 05a: Validación 01 de instrumento de recolección de datos, por experto: Ing. Carmen Beatriz Rodríguez Solís.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
<b>AUTOR:</b> Morales Guevara, Luis Hanssel			
<b>PROYECTO:</b> "Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020."			
<b>UBICACIÓN</b>			
<b>DEPARTAMENTO:</b>	Lima	<b>FECHA:</b>	
<b>PROVINCIA:</b>	Lima	<b>HORA:</b>	
<b>DISTRITO:</b>	Santiago de Surco		
<b>I. IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS</b>			
<b>MOVIMIENTO 1:</b> Av. Las Palmeras-Av. Golf Los Incas (dirección norte-sur).			
MOVIMIENTO 11: Giro a la derecha (N-O).			
MOVIMIENTO 12: Sin giro, cruce frontal (N-S).			
MOVIMIENTO 13: Giro a la izquierda (N-E).			
<b>MOVIMIENTO 2:</b> Av. Golf Los Incas-Av. Las Palmeras (dirección sur-norte).			
MOVIMIENTO 21: Giro a la derecha (S-E).			
MOVIMIENTO 22: Sin giro, cruce frontal (S-N).			
MOVIMIENTO 23: Giro a la izquierda (S-O).			
<b>MOVIMIENTO 3:</b> Av. Javier Prado Este (dirección oeste-este).			
MOVIMIENTO 31: Giro a la derecha (O-S).			
MOVIMIENTO 32: Sin giro, cruce frontal (O-E).			
MOVIMIENTO 33: Giro a la izquierda (O-N).			
<b>MOVIMIENTO 4:</b> Av. Javier Prado Este (dirección este-oeste).			
MOVIMIENTO 41: Giro a la derecha (E-N).			
MOVIMIENTO 42: Sin giro, cruce frontal (E-O).			
MOVIMIENTO 43: Giro a la izquierda (E-S).			



II. AFOROS VEHICULARES			
<b>FUENTE:</b> ESTUDIO DE PREINVERSIÓN		<b>FUENTE:</b> EXPEDIENTE TÉCNICO DEFINITIVO	
<b>AÑO:</b> 2015		<b>AÑO:</b> 2018	
<b>DÍA:</b> lunes (AM)		<b>DÍA:</b> lunes (AM)	

MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO
1	11	
	12	
	13	
2	21	
	22	
	23	
3	31	
	32	
	33	
4	41	
	42	
	43	
<b>TOTAL</b>		

MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO
1	11	
	12+13	
2	21	
	22+23	
3	31	
	32+33	
4	41	
	42+43	
<b>TOTAL</b>		


III. AFORO VEHICULAR CORREGIDO (extrapolación de datos EXPEDIENTE TÉCNICO)			
<b>AÑO:</b> 2018			
<b>DÍA:</b> lunes (AM)			

MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	% MOVIMIENTO/ TOTAL
1	11		
	12		
	13		
2	21		
	22		
	23		
3	31		
	32		
	33		
4	41		
	42		
	43		
<b>TOTAL</b>			100.00%

**INSTRUMENTO VALIDADO POR**

Apellidos y nombres: RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ

CIP: 50202

  
 RODRIGUEZ SOLIS  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 50202




# Anexo 05: Instrumento de recolección de datos.

Anexo 05a: Validación 01 de instrumento de recolección de datos, por experto: Ing. Carmen Beatriz Rodríguez Solís.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																																																
AUTOR:		Morales Guevara, Luis Hanssel																																																																														
PROYECTO:		"Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020."																																																																														
UBICACIÓN																																																																																
DEPARTAMENTO:	Lima	FECHA:																																																																														
PROVINCIA:	Lima	HORA:																																																																														
DISTRITO:	Santiago de Surco																																																																															
IV. PROYECCIÓN DE AFOROS A AÑO BASE																																																																																
AÑO BASE:	2021																																																																															
AÑO DATA ORIGEN:	2018																																																																															
TC POBLACIONAL:																																																																																
TC PBI:																																																																																
% VEHÍCULOS LIVIANOS:																																																																																
% VEHÍCULOS PESADOS:																																																																																
$Vehiculos\ livianos_{(año\ origen)} = Aforo\ total_{(año\ origen)} \times \% \text{ vehiculos livianos}$				$Vehiculos\ pesados_{(año\ origen)} = Aforo\ total_{(año\ origen)} \times \% \text{ vehiculos pesados}$																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">PROYECCIÓN AFORO TOTAL A AÑO BASE</th> </tr> <tr> <td><math>P_t = P_0(1 + T_c)^n</math></td> <td>Tc POBLACIONAL (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tc PBI (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Año</td> <td>Año origen:</td> <td>Año base:</td> </tr> <tr> <td>Vehículos livianos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vehículos pesados</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AFORO TOTAL</td> <td></td> <td></td> </tr> </thead> </table>				PROYECCIÓN AFORO TOTAL A AÑO BASE			$P_t = P_0(1 + T_c)^n$	Tc POBLACIONAL (%)			Tc PBI (%)		Año	Año origen:	Año base:	Vehículos livianos			Vehículos pesados			AFORO TOTAL			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">PROYECCIÓN DE AFOROS POR MOVIMIENTO A AÑO BASE</th> </tr> <tr> <th>MOVIMIENTO</th> <th>TIPO MOVIMIENTO</th> <th>%MOV/TOTAL</th> <th>AFORO POR MOV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td>11</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2</td> <td>21</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>22</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>23</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3</td> <td>31</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>33</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">4</td> <td>41</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>42</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>43</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td>100.00%</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				PROYECCIÓN DE AFOROS POR MOVIMIENTO A AÑO BASE				MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	%MOV/TOTAL	AFORO POR MOV	1	11			12			13			2	21			22			23			3	31			32			33			4	41			42			43			TOTAL		100.00%	
PROYECCIÓN AFORO TOTAL A AÑO BASE																																																																																
$P_t = P_0(1 + T_c)^n$	Tc POBLACIONAL (%)																																																																															
	Tc PBI (%)																																																																															
Año	Año origen:	Año base:																																																																														
Vehículos livianos																																																																																
Vehículos pesados																																																																																
AFORO TOTAL																																																																																
PROYECCIÓN DE AFOROS POR MOVIMIENTO A AÑO BASE																																																																																
MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	%MOV/TOTAL	AFORO POR MOV																																																																													
1	11																																																																															
	12																																																																															
	13																																																																															
2	21																																																																															
	22																																																																															
	23																																																																															
3	31																																																																															
	32																																																																															
	33																																																																															
4	41																																																																															
	42																																																																															
	43																																																																															
TOTAL		100.00%																																																																														
$Vehiculos\ livianos_{(año\ base)} = Vehiculos\ livianos_{(año\ origen)} \cdot (1 + tasa\ crecimiento\ pob)^{(año\ base - año\ base)}$																																																																																
$Vehiculos\ pesados_{(año\ base)} = Vehiculos\ pesados_{(año\ origen)} \cdot (1 + tasa\ crecimiento\ PBI)^{(año\ base - año\ base)}$																																																																																
V. DIAGRAMA DE FLUJOS DIRECCIONALES																																																																																
<p>FLUJJOGRAMA FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)</p> <p>INTERSECCION: _____      DISTRITO: _____                  FECHA: _____      DÍA: _____                  HORA: _____                  TURNO: _____</p>																																																																																
VI. FACTORES UNIFICADOS DE CRECIMIENTO VEHICULAR (PARA PROYECCIONES DE AFOROS FUTUROS EN SYNCHRO)																																																																																
TC POBLACIONAL:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th><math>P_t = P_0(1 + T_c)^n</math></th> <th>Tc POBLACIONAL (%)</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <td></td> <td>Tc PBI (%)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </thead> </table>							$P_t = P_0(1 + T_c)^n$	Tc POBLACIONAL (%)								Tc PBI (%)																																																															
$P_t = P_0(1 + T_c)^n$	Tc POBLACIONAL (%)																																																																															
	Tc PBI (%)																																																																															
TC PBI:																																																																																
% VEHÍCULOS LIVIANOS:																																																																																
% VEHÍCULOS PESADOS:																																																																																
		$F_1 = (1 + TC\ Poblacional)^n$					$F_2 = (1 + TC\ PBI)^n$																																																																									
		$Factor\ total = (F_1 \times \%veh.\ livianos) + (F_2 \times \%veh.\ pesados)$					$Factor\ total = \frac{F_1 \times \%veh.\ livianos + F_2 \times \%veh.\ pesados}{100}$																																																																									
VII. INDICADORES DE RENDIMIENTO OPERACIONAL																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">AÑO</th> <th colspan="3">C/P PARCIAL</th> <th colspan="3">BYPASS</th> </tr> <tr> <th>DEMORA (seg)</th> <th>NDS</th> <th>v/c</th> <th>DEMORA (seg)</th> <th>NDS</th> <th>v/c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AÑO BASE:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AÑO 10:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AÑO 20:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AÑO 30:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AÑO 40:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				AÑO	C/P PARCIAL			BYPASS			DEMORA (seg)	NDS	v/c	DEMORA (seg)	NDS	v/c	AÑO BASE:							AÑO 10:							AÑO 20:							AÑO 30:							AÑO 40:							INSTRUMENTO VALIDADO POR Apellidos y nombres: <u>RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ</u> CIP: 50202  Firmado por: <u>RODRIGUEZ SOLIS</u> INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 50202																												
AÑO	C/P PARCIAL				BYPASS																																																																											
	DEMORA (seg)	NDS	v/c	DEMORA (seg)	NDS	v/c																																																																										
AÑO BASE:																																																																																
AÑO 10:																																																																																
AÑO 20:																																																																																
AÑO 30:																																																																																
AÑO 40:																																																																																

## Anexo 05: Instrumento de recolección de datos.

Anexo 05b: Validación 02 de instrumento de recolección de datos, por experto: Ing. Julio Ernesto Alejandro Campos Díaz.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																																
AUTOR:	Morales Guevara, Luis Hanssel																																																															
PROYECTO:	"Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020."																																																															
UBICACIÓN																																																																
DEPARTAMENTO:	Lima	FECHA:																																																														
PROVINCIA:	Lima	HORA:																																																														
DISTRITO:	Santiago de Surco																																																															
I. IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS																																																																
<b>MOVIMIENTO 1:</b>	Av. Las Palmeras-Av. Golf Los Incas (dirección norte-sur).																																																															
MOVIMIENTO 11:	Giro a la derecha (N-O).																																																															
MOVIMIENTO 12:	Sin giro, cruce frontal (N-S).																																																															
MOVIMIENTO 13:	Giro a la izquierda (N-E).																																																															
<b>MOVIMIENTO 2:</b>	Av. Golf Los Incas-Av. Las Palmeras (dirección sur-norte).																																																															
MOVIMIENTO 21:	Giro a la derecha (S-E).																																																															
MOVIMIENTO 22:	Sin giro, cruce frontal (S-N).																																																															
MOVIMIENTO 23:	Giro a la izquierda (S-O).																																																															
<b>MOVIMIENTO 3:</b>	Av. Javier Prado Este (dirección oeste-este).																																																															
MOVIMIENTO 31:	Giro a la derecha (O-S).																																																															
MOVIMIENTO 32:	Sin giro, cruce frontal (O-E).																																																															
MOVIMIENTO 33:	Giro a la izquierda (O-N).																																																															
<b>MOVIMIENTO 4:</b>	Av. Javier Prado Este (dirección este-oeste).																																																															
MOVIMIENTO 41:	Giro a la derecha (E-N).																																																															
MOVIMIENTO 42:	Sin giro, cruce frontal (E-O).																																																															
MOVIMIENTO 43:	Giro a la izquierda (E-S).																																																															
																																																																
II. AFOROS VEHICULARES																																																																
FUENTE:	ESTUDIO DE PREINVERSIÓN		FUENTE:	EXPEDIENTE TÉCNICO DEFINITIVO																																																												
AÑO:	2015		AÑO:	2018																																																												
DÍA:	lunes (AM)		DÍA:	lunes (AM)																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MOVIMIENTO</th> <th>TIPO MOVIMIENTO</th> <th>CONTEO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="3">1</td><td>11</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">2</td><td>21</td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">3</td><td>31</td><td></td></tr> <tr><td>32</td><td></td></tr> <tr><td>33</td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">4</td><td>41</td><td></td></tr> <tr><td>42</td><td></td></tr> <tr><td>43</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">TOTAL</td><td></td></tr> </tbody> </table>			MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	1	11		12		13		2	21		22		23		3	31		32		33		4	41		42		43		TOTAL			<table border="1"> <thead> <tr> <th>MOVIMIENTO</th> <th>TIPO MOVIMIENTO</th> <th>CONTEO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="3">1</td><td>11</td><td></td></tr> <tr><td>12+13</td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td></td></tr> <tr><td rowspan="2">2</td><td>22+23</td><td></td></tr> <tr><td>31</td><td></td></tr> <tr><td rowspan="2">3</td><td>32+33</td><td></td></tr> <tr><td>41</td><td></td></tr> <tr><td rowspan="2">4</td><td>42+43</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">TOTAL</td><td></td></tr> </tbody> </table>		MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	1	11		12+13		21		2	22+23		31		3	32+33		41		4	42+43		TOTAL		
MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO																																																														
1	11																																																															
	12																																																															
	13																																																															
2	21																																																															
	22																																																															
	23																																																															
3	31																																																															
	32																																																															
	33																																																															
4	41																																																															
	42																																																															
	43																																																															
TOTAL																																																																
MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO																																																														
1	11																																																															
	12+13																																																															
	21																																																															
2	22+23																																																															
	31																																																															
3	32+33																																																															
	41																																																															
4	42+43																																																															
	TOTAL																																																															
III. AFORO VEHICULAR CORREGIDO (extrapolación de datos EXPEDIENTE TÉCNICO)																																																																
AÑO:	2018																																																															
DÍA:	lunes (AM)																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MOVIMIENTO</th> <th>TIPO MOVIMIENTO</th> <th>CONTEO</th> <th>% MOVIMIENTO/TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="3">1</td><td>11</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">2</td><td>21</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">3</td><td>31</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>32</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>33</td><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">4</td><td>41</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>42</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>43</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="3">TOTAL</td><td>100.00%</td></tr> </tbody> </table>					MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	% MOVIMIENTO/TOTAL	1	11			12			13			2	21			22			23			3	31			32			33			4	41			42			43			TOTAL			100.00%												
MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	% MOVIMIENTO/TOTAL																																																													
1	11																																																															
	12																																																															
	13																																																															
2	21																																																															
	22																																																															
	23																																																															
3	31																																																															
	32																																																															
	33																																																															
4	41																																																															
	42																																																															
	43																																																															
TOTAL			100.00%																																																													
INSTRUMENTO VALIDADO POR Apellidos y nombres: <b>JULIO ERNESTO ALEJANDRO CAMPOS DIAZ</b> CIP: <b>INGENIERO CIVIL</b> Firma y sello experto																																																																

## Anexo 05: Instrumento de recolección de datos.




Anexo 05b: Validación 02 de instrumento de recolección de datos, por experto: Ing. Julio Ernesto Alejandro Campos Díaz.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR: Morales Guevara, Luis Hanssel		PROYECTO: "Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020."	
UBICACIÓN			
DEPARTAMENTO:	Lima	FECHA:	
PROVINCIA:	Lima	HORA:	
DISTRITO:	Santiago de Surco		
IV. PROYECCIÓN DE AFOROS A AÑO BASE			
AÑO BASE:	2021	$Vehiculos\ livianos_{(año\ origen)} = Aforo\ total_{(año\ origen)} \times \% \text{ vehiculos livianos}$	
AÑO DATA ORIGEN:	2018		
TC POBLACIONAL:		$Vehiculos\ pesados_{(año\ origen)} = Aforo\ total_{(año\ origen)} \times \% \text{ vehiculos pesados}$	
TC PBI:			
% VEHÍCULOS LIVIANOS:			
% VEHÍCULOS PESADOS:			
PROYECCIÓN AFORO TOTAL A AÑO BASE		PROYECCIÓN DE AFOROS POR MOVIMIENTO A AÑO BASE	
$P_t = P_0(1+T_c)^n$	Tc POBLACIONAL (%)	MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO
	Tc PBI (%)		%MOV/TOTAL
Año	Año origen:		AFORO POR MOV
Vehículos livianos		1	11
Vehículos pesados			12
AFORO TOTAL			13
		2	21
			22
			23
		3	31
			32
			33
		4	41
			42
			43
		TOTAL	100.00%
$Vehiculos\ livianos_{(año\ base)} = Vehiculos\ livianos_{(año\ origen)}(1 + tasa\ crecimiento\ pob)(año\ base - año\ base)$			
$Vehiculos\ pesados_{(año\ base)} = Vehiculos\ pesados_{(año\ origen)}(1 + tasa\ crecimiento\ PBI)(año\ base - año\ base)$			
V. DIAGRAMA DE FLUJOS DIRECCIONALES			
<p>FLUJOGRAMA FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)</p> <p>INTERSECCIÓN: PUNTA FECHA: HORA: TURNO:</p> <p>DISTRITO: DIA:</p>			
VI. FACTORES UNIFICADOS DE CRECIMIENTO VEHICULAR (PARA PROYECCIONES DE AFOROS FUTUROS EN SYNCHRO)			
TC POBLACIONAL:	Tc POBLACIONAL (%)	$F_1 = (1 + TC\ Poblacional)^n$	
TC PBI:	Tc PBI (%)	$F_2 = (1 + TC\ PBI)^n$	
% VEHÍCULOS LIVIANOS:		Factor 1 (F1)	
% VEHÍCULOS PESADOS:		Factor 2 (F2)	
	FACTOR TOTAL	Factor 3 (F3)	
		Factor 4 (F4)	
		Factor 5 (F5)	
		Factor 6 (F6)	
		Factor 7 (F7)	
		Factor 8 (F8)	
		Factor 9 (F9)	
		Factor 10 (F10)	
		Factor 11 (F11)	
		Factor 12 (F12)	
		Factor 13 (F13)	
		Factor 14 (F14)	
		Factor 15 (F15)	
		Factor 16 (F16)	
		Factor 17 (F17)	
		Factor 18 (F18)	
		Factor 19 (F19)	
		Factor 20 (F20)	
		Factor 21 (F21)	
		Factor 22 (F22)	
		Factor 23 (F23)	
		Factor 24 (F24)	
		Factor 25 (F25)	
		Factor 26 (F26)	
		Factor 27 (F27)	
		Factor 28 (F28)	
		Factor 29 (F29)	
		Factor 30 (F30)	
		Factor 31 (F31)	
		Factor 32 (F32)	
		Factor 33 (F33)	
		Factor 34 (F34)	
		Factor 35 (F35)	
		Factor 36 (F36)	
		Factor 37 (F37)	
		Factor 38 (F38)	
		Factor 39 (F39)	
		Factor 40 (F40)	
		Factor 41 (F41)	
		Factor 42 (F42)	
		Factor 43 (F43)	
		Factor 44 (F44)	
		Factor 45 (F45)	
		Factor 46 (F46)	
		Factor 47 (F47)	
		Factor 48 (F48)	
		Factor 49 (F49)	
		Factor 50 (F50)	
		Factor 51 (F51)	
		Factor 52 (F52)	
		Factor 53 (F53)	
		Factor 54 (F54)	
		Factor 55 (F55)	
		Factor 56 (F56)	
		Factor 57 (F57)	
		Factor 58 (F58)	
		Factor 59 (F59)	
		Factor 60 (F60)	
		Factor 61 (F61)	
		Factor 62 (F62)	
		Factor 63 (F63)	
		Factor 64 (F64)	
		Factor 65 (F65)	
		Factor 66 (F66)	
		Factor 67 (F67)	
		Factor 68 (F68)	
		Factor 69 (F69)	
		Factor 70 (F70)	
		Factor 71 (F71)	
		Factor 72 (F72)	
		Factor 73 (F73)	
		Factor 74 (F74)	
		Factor 75 (F75)	
		Factor 76 (F76)	
		Factor 77 (F77)	
		Factor 78 (F78)	
		Factor 79 (F79)	
		Factor 80 (F80)	
		Factor 81 (F81)	
		Factor 82 (F82)	
		Factor 83 (F83)	
		Factor 84 (F84)	
		Factor 85 (F85)	
		Factor 86 (F86)	
		Factor 87 (F87)	
		Factor 88 (F88)	
		Factor 89 (F89)	
		Factor 90 (F90)	
		Factor 91 (F91)	
		Factor 92 (F92)	
		Factor 93 (F93)	
		Factor 94 (F94)	
		Factor 95 (F95)	
		Factor 96 (F96)	
		Factor 97 (F97)	
		Factor 98 (F98)	
		Factor 99 (F99)	
		Factor 100 (F100)	
VII. INDICADORES DE RENDIMIENTO OPERACIONAL			
AÑO	DEMORA (seg)	CFI PARCIAL	BYPASS
		NDS	v/c
		DEMORA (seg)	NDS
			v/c
AÑO BASE:			
AÑO 10:			
AÑO 20:			
AÑO 30:			
AÑO 40:			
INSTRUMENTO VALIDADO POR			
Apellidos y nombres: <b>JULIO ERNESTO ALEJANDRO CAMPOS DIAZ</b>			
CIP: <b>123456789</b>			
Firma y sello experto			



## Anexo 05: Instrumento de recolección de datos.

Anexo 05c: Validación 03 de instrumento de recolección de datos, por experto: Ing. Manuel Emilio Catacora Muñoz Butrón.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																																							
AUTOR: Morales Guevara, Luis Hanssel		FECHA:																																																																					
PROYECTO: "Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020."																																																																							
UBICACIÓN																																																																							
DEPARTAMENTO: Lima	PROVINCIA: Lima		HORA:																																																																				
DISTRITO: Santiago de Surco																																																																							
<b>I. IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS</b>																																																																							
<b>MOVIMIENTO 1:</b> Av. Las Palmeras-Av. Golf Los Incas (dirección norte-sur).																																																																							
MOVIMIENTO 11: Giro a la derecha (N-O).																																																																							
MOVIMIENTO 12: Sin giro, cruce frontal (N-S).																																																																							
MOVIMIENTO 13: Giro a la izquierda (N-E).																																																																							
<b>MOVIMIENTO 2:</b> Av. Golf Los Incas-Av. Las Palmeras (dirección sur-norte).																																																																							
MOVIMIENTO 21: Giro a la derecha (S-E).																																																																							
MOVIMIENTO 22: Sin giro, cruce frontal (S-N).																																																																							
MOVIMIENTO 23: Giro a la izquierda (S-O).																																																																							
<b>MOVIMIENTO 3:</b> Av. Javier Prado Este (dirección oeste-este).																																																																							
MOVIMIENTO 31: Giro a la derecha (O-S).																																																																							
MOVIMIENTO 32: Sin giro, cruce frontal (O-E).																																																																							
MOVIMIENTO 33: Giro a la izquierda (O-N).																																																																							
<b>MOVIMIENTO 4:</b> Av. Javier Prado Este (dirección este-oeste).																																																																							
MOVIMIENTO 41: Giro a la derecha (E-N).																																																																							
MOVIMIENTO 42: Sin giro, cruce frontal (E-O).																																																																							
MOVIMIENTO 43: Giro a la izquierda (E-S).																																																																							
																																																																							
<b>II. AFOROS VEHICULARES</b>																																																																							
FUENTE: ESTUDIO DE PREINVERSIÓN		FUENTE: EXPEDIENTE TÉCNICO DEFINITIVO																																																																					
AÑO: 2015		AÑO: 2018																																																																					
DÍA: lunes (AM)		DÍA: lunes (AM)																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MOVIMIENTO</th> <th>TIPO MOVIMIENTO</th> <th>CONTEO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="3">1</td><td>11</td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">2</td><td>21</td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">3</td><td>31</td><td></td></tr> <tr><td>32</td><td></td></tr> <tr><td>33</td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">4</td><td>41</td><td></td></tr> <tr><td>42</td><td></td></tr> <tr><td>43</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">TOTAL</td><td></td></tr> </tbody> </table>		MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	1	11		12		13		2	21		22		23		3	31		32		33		4	41		42		43		TOTAL			<table border="1"> <thead> <tr> <th>MOVIMIENTO</th> <th>TIPO MOVIMIENTO</th> <th>CONTEO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="3">1</td><td>11</td><td></td></tr> <tr><td>12+13</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">2</td><td>21</td><td></td></tr> <tr><td>22+23</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">3</td><td>31</td><td></td></tr> <tr><td>32+33</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">4</td><td>41</td><td></td></tr> <tr><td>42+43</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">TOTAL</td><td></td></tr> </tbody> </table>		MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	1	11		12+13				2	21		22+23				3	31		32+33				4	41		42+43				TOTAL		
MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO																																																																					
1	11																																																																						
	12																																																																						
	13																																																																						
2	21																																																																						
	22																																																																						
	23																																																																						
3	31																																																																						
	32																																																																						
	33																																																																						
4	41																																																																						
	42																																																																						
	43																																																																						
TOTAL																																																																							
MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO																																																																					
1	11																																																																						
	12+13																																																																						
2	21																																																																						
	22+23																																																																						
3	31																																																																						
	32+33																																																																						
4	41																																																																						
	42+43																																																																						
TOTAL																																																																							
<b>III. AFORO VEHICULAR CORREGIDO (extrapolación de datos EXPEDIENTE TÉCNICO)</b>																																																																							
AÑO: 2018		DÍA: lunes (AM)																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MOVIMIENTO</th> <th>TIPO MOVIMIENTO</th> <th>CONTEO</th> <th>% MOVIMIENTO/TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="3">1</td><td>11</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">2</td><td>21</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">3</td><td>31</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>32</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>33</td><td></td><td></td></tr> <tr><td rowspan="3">4</td><td>41</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>42</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>43</td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">TOTAL</td><td></td><td>100.00%</td></tr> </tbody> </table>		MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	% MOVIMIENTO/TOTAL	1	11			12			13			2	21			22			23			3	31			32			33			4	41			42			43			TOTAL			100.00%	<p>INSTRUMENTO VALIDADO POR</p> <p>Apellidos y nombres: </p> <p>CIP:  <b>MANUEL EMILIO CATACORA MUÑOZ BUTRÓN</b> INGENIERO CIVIL Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48.481</p> <p>Firma y sello experto</p>																					
MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	% MOVIMIENTO/TOTAL																																																																				
1	11																																																																						
	12																																																																						
	13																																																																						
2	21																																																																						
	22																																																																						
	23																																																																						
3	31																																																																						
	32																																																																						
	33																																																																						
4	41																																																																						
	42																																																																						
	43																																																																						
TOTAL			100.00%																																																																				

## Anexo 05: Instrumento de recolección de datos.

Anexo 05c: Validación 03 de instrumento de recolección de datos, por experto: Ing. Manuel Emilio Catacora Muñoz Butrón.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																																									
AUTOR: Morales Guevara, Luis Hassel		PROYECTO: "Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020."																																																																							
UBICACIÓN																																																																									
DEPARTAMENTO: Lima	FECHA:																																																																								
PROVINCIA: Lima	HORA:																																																																								
DISTRITO: Santiago de Surco																																																																									
IV. PROYECCIÓN DE AFOROS A AÑO BASE																																																																									
AÑO BASE:	2021																																																																								
AÑO DATA ORIGEN:	2018																																																																								
TC POBLACIONAL:																																																																									
TC PBI:																																																																									
% VEHÍCULOS LIVIANOS:																																																																									
% VEHÍCULOS PESADOS:																																																																									
$Vehiculos\ livianos_{(año\ origen)} = Aforo\ total_{(año\ origen)} \times \% \text{ vehiculos livianos}$																																																																									
$Vehiculos\ pesados_{(año\ origen)} = Aforo\ total_{(año\ origen)} \times \% \text{ vehiculos pesados}$																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">PROYECCIÓN AFORD TOTAL A AÑO BASE</th> </tr> <tr> <td><math>P_t = P_0(1+T_c)^t</math></td> <td>Tc POBLACIONAL (%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Año</td> <td>Año origen</td> <td>Año base</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vehículos livianos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vehículos pesados</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AFORO TOTAL</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		PROYECCIÓN AFORD TOTAL A AÑO BASE			$P_t = P_0(1+T_c)^t$	Tc POBLACIONAL (%)		Año	Año origen	Año base	Vehículos livianos			Vehículos pesados			AFORO TOTAL			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PROYECCIÓN DE AFOROS POR MOVIMIENTO A AÑO BASE</th> </tr> <tr> <th>MOVIMIENTO</th> <th>TIPO MOVIMIENTO</th> <th>%MOV/TOTAL</th> <th>AFORO POR MOV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td>11</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">2</td> <td>21</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>22</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>23</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3</td> <td>31</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>33</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">4</td> <td>41</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>42</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>43</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td>100.00%</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		PROYECCIÓN DE AFOROS POR MOVIMIENTO A AÑO BASE				MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	%MOV/TOTAL	AFORO POR MOV	1	11			12			13			2	21			22			23			3	31			32			33			4	41			42			43			TOTAL		100.00%	
PROYECCIÓN AFORD TOTAL A AÑO BASE																																																																									
$P_t = P_0(1+T_c)^t$	Tc POBLACIONAL (%)																																																																								
Año	Año origen	Año base																																																																							
Vehículos livianos																																																																									
Vehículos pesados																																																																									
AFORO TOTAL																																																																									
PROYECCIÓN DE AFOROS POR MOVIMIENTO A AÑO BASE																																																																									
MOVIMIENTO	TIPO MOVIMIENTO	%MOV/TOTAL	AFORO POR MOV																																																																						
1	11																																																																								
	12																																																																								
	13																																																																								
2	21																																																																								
	22																																																																								
	23																																																																								
3	31																																																																								
	32																																																																								
	33																																																																								
4	41																																																																								
	42																																																																								
	43																																																																								
TOTAL		100.00%																																																																							
$Vehiculos\ livianos_{(año\ base)} = Vehiculos\ livianos_{(año\ origen)}(1 + tasa\ crecimiento\ pob)_{(año\ base - año\ base)}$																																																																									
$Vehiculos\ pesados_{(año\ base)} = Vehiculos\ pesados_{(año\ origen)}(1 + tasa\ crecimiento\ PBI)_{(año\ base - año\ base)}$																																																																									
V. DIAGRAMA DE FLUJOS DIRECCIONALES																																																																									
<p>FLUJOGRAMA FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)</p> <p>INTERSECCION: REGIA, HOLA, TURBO</p> <p>DIRECCION: DIA</p>																																																																									
VI. FACTORES UNIFICADOS DE CRECIMIENTO VEHICULAR (PARA PROYECCIONES DE AFOROS FUTUROS EN SYNCHRO)																																																																									
TC POBLACIONAL:																																																																									
TC PBI:																																																																									
% VEHÍCULOS LIVIANOS:																																																																									
% VEHÍCULOS PESADOS:																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>P_t = P_0(1+T_c)^t</math></th> <th>Tc POBLACIONAL (%)</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Factor 1 (F1)</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Factor 2 (F2)</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FACTOR TOTAL</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	$P_t = P_0(1+T_c)^t$	Tc POBLACIONAL (%)			Factor 1 (F1)	1.00			Factor 2 (F2)	1.00			FACTOR TOTAL	1.00			$F_1 = (1 + TC\ Poblacional)^t$	$F_2 = (1 + TC\ PBI)^t$	$Factor\ total = (F_1 \times F_2 \times \% \text{ veh. livianos}) + (F_2 \times \% \text{ veh. pesados})$																																																						
$P_t = P_0(1+T_c)^t$	Tc POBLACIONAL (%)																																																																								
Factor 1 (F1)	1.00																																																																								
Factor 2 (F2)	1.00																																																																								
FACTOR TOTAL	1.00																																																																								
VII. INDICADORES DE RENDIMIENTO OPERACIONAL																																																																									
AÑO		C/P PARCIAL		BYPASS																																																																					
	DEMORA (seg)	NDS	v/c	DEMORA (seg)	NDS																																																																				
AÑO BASE:																																																																									
AÑO 10:																																																																									
AÑO 20:																																																																									
AÑO 30:																																																																									
AÑO 40:																																																																									
INSTRUMENTO VALIDADO POR																																																																									
Apellidos y nombres:																																																																									
CIP:																																																																									

## Anexo 06: Captura de pantalla de TURNITIN.

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=&o=1615584966&student\_user=1&u=1064017698&lang=es

feedback studio Hanssel Morales Guevara | MORALES GUEVARA\_FINAL

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

\*Análisis comparativo de una Intersección de Flujo Continuo y un bypass - Óvalo Monitor Huáscar, Santiago de Surco, Lima, 2020\*

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**  
Morales Guevara, Luis Hanssel  
<https://orcid.org/0000-0003-0630-0963>

**ASESOR:**  
Mg. Ing. José Luis Benites Zúñiga  
<https://orcid.org/0000-0003-1459-191X>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño De Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

2021

**Resumen de coincidencias**

**21 %**

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

1	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	7 %	>
2	repositorioacademico... Fuente de Internet	1 %	>
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
4	www.sopneg.com Fuente de Internet	1 %	>
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>

Página: 1 de 95    Número de palabras: 21537    Versión solo texto del informe | Alta resolución    Activado

Escribe aquí para buscar    19°C    12:54    4/07/2021

**Anexo 07: Memoria de cálculo**

**Anexo 07a:** Clasificación de movimientos.

TIPO MOVIMIENTO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
CONTEO													

- **Movimiento 1** (dirección norte-sur, Av. Las Palmeras-Av. Golf Los Incas).
  - **Tipo movimiento 11:** giro a la derecha (N-O).
  - **Tipo movimiento 12:** sin giro, cruce frontal (N-S).
  - **Tipo movimiento 13:** giro a la izquierda (N-E).
- **Movimiento 2** (dirección sur-norte, Av. Golf Los Incas-Av. Las Palmeras).
  - **Tipo movimiento 21:** giro a la derecha (S-E).
  - **Tipo movimiento 22:** sin giro, cruce frontal (S-N).
  - **Tipo movimiento 23:** giro a la izquierda (S-O).
- **Movimiento 3** (Av. Javier Prado Este, dirección oeste-este).
  - **Tipo movimiento 31:** giro a la derecha (O-S).
  - **Tipo movimiento 32:** sin giro, cruce frontal (O-E).
  - **Tipo movimiento 33:** giro a la izquierda (O-N).
- **Movimiento 4** (Av. Javier Prado Este, dirección este-oeste).
  - **Tipo movimiento 41:** giro a la derecha (E-N).
  - **Tipo movimiento 42:** sin giro, cruce frontal (E-O).
  - **Tipo movimiento 43:** giro a la izquierda (E-S).



**Anexo 07b:** Data existente.

**PREINVERSIÓN**

Día lab 1 (lun) peak AM

MOVIMIENTO	1			2			3			4			TOTALES			
TIPO MOVIMIENTO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL D	TOTAL F	TOTAL I	TOTAL
CONTEO	426	22	208	85	351	480	316	3445	304	107	2038	407	934	5856	1399	8189
% POR MOV	64.94%	3.35%	31.71%	9.28%	38.32%	52.40%	7.77%	84.75%	7.48%	4.19%	79.86%	15.95%	11.41%	71.51%	17.08%	100.00%

No se cuenta con datos de vehículos que cruzan la intersección de frente (sin giro) ni con datos de vehículos que giran a la izquierda. Los datos encerrados muestran la cantidad combinada, es decir, vehículos que cruzan de frente + vehículos que giran a la izquierda. Se deben calcular dichos datos.

**ET**

Día lab 1 (lun) peak AM

MOVIMIENTO	1			2			3			4			TOTALES			
TIPO MOVIMIENTO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL D	TOTAL F	TOTAL I	TOTAL
CONTEO	392	947	122	1019	165	2866	409	2507					1088	7339		8427
% POR MOV	29.28%	70.72%	10.69%	89.31%	5.44%	94.56%	14.03%	85.97%					12.91%	87.09%		100.00%

Se toma lunes AM peak debido a que:

Es el día que presenta mayor aforo en PREINVERSIÓN y que está presente en ET (día de mayor aforo en ET es jueves pero no se encuentra considerado en PREINVERSIÓN).

**Anexo 07c: Cálculo de nuevos % por movimiento (ET).**

DÍA	APROX	GIRO D - PREINVERSIÓN	GIRO D - ET	DIF	% VARIACIÓN	%D/TOTAL MOV PREINVERSIÓN	%D/TOTAL MOV ET	DIF	% VARIACIÓN
LUNES (AM PEAK)	N-S	426	392	-34	-7.98%	64.94%	29.28%	-35.66%	-54.92%
	S-N	85	122	37	43.53%	9.28%	10.69%	1.41%	15.23%
	O-E	316	165	-151	-47.78%	7.77%	5.44%	-2.33%	-29.97%
	E-O	107	409	302	282.24%	4.19%	14.03%	9.83%	234.53%

Día lab 1 (lun) peak AM

MOVIMIENTO	PREINVERSIÓN		
	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	% POR MOV
1	11	426	64.94%
	12	22	3.35%
	13	208	31.71%
2	21	85	9.28%
	22	351	38.32%
	23	480	52.40%
3	31	316	7.77%
	32	3445	84.75%
	33	304	7.48%
4	41	107	4.19%
	42	2038	79.86%
	43	407	15.95%

**CÁLCULO POR PROPORCIONES**

$$K = (\%D \text{ ET} - \%D \text{ PREINV}) / (I + F)$$

I+F

35.06%	-1.02
90.72%	0.02
92.23%	-0.03
95.81%	0.10

Día lab 1 (lun) peak AM

MOVIMIENTO	PREINVERSIÓN			ET
	TIPO MOVIMIENTO	CONTEO	% POR MOV	NUEVOS % POR MOV
1	11	426	64.94%	29.28%
	12	22	3.35%	6.76%
	13	208	31.71%	63.96%
2	21	85	9.28%	10.69%
	22	351	38.32%	37.72%
	23	480	52.40%	51.59%
3	31	316	7.77%	5.44%
	32	3445	84.75%	86.89%
	33	304	7.48%	7.67%
4	41	107	4.19%	14.03%
	42	2038	79.86%	71.66%
	43	407	15.95%	14.31%
TOTALES	TOTAL D	934	11.41%	
	TOTAL F	5856	71.51%	
	TOTAL I	1399	17.08%	
	TOTAL	8189	100.00%	

DATO ET  
 VALOR=%MOV+-(%MOV\*ABS(K))  
 VALOR=%MOV+-(%MOV\*ABS(K))

El valor +- dependerá de K:  
 Si K es + (giros derecha aumentaron), signo será - (se debe restar proporcionalmente aforo a los otros giros).  
 Si K es - (giros derecha disminuyeron), signo será + (se debe sumar proporcionalmente aforo a los otros giros).

**Anexo 07d:** Cálculo de nuevos aforos por movimiento para año de conteo de ET (2018).

<b>AÑO 2018</b>					
<b>DÍA</b>	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>AFORO TOTAL APROX</b>	<b>NUEVOS % POR MOV</b>	<b>AFORO POR MOV</b>	<b>%MOV/TOTAL</b>
LUNES (AM PEAK)	11	1339	29.28%	392	4.65%
	12		6.76%	91	1.07%
	13		63.96%	856	10.16%
	21	1141	10.69%	122	1.45%
	22		37.72%	430	5.11%
	23		51.59%	589	6.98%
	31	3031	5.44%	165	1.96%
	32		86.89%	2634	31.25%
	33		7.67%	232	2.76%
	41	2916	14.03%	409	4.85%
	42		71.66%	2090	24.80%
	43		14.31%	417	4.95%
			<b>8427</b>		<b>8427</b>

**Anexo 07e:** Cálculo de aforos finales al año base del estudio (2021).

**Paso 1:** Cálculo de tasa de crecimiento poblacional de Santiago de Surco.

**Surco, Lima**

Año censal	Población	Variación intercensal	Incremento anual
1981	139800		
1993	200732	60932	5077.67
2007	289597	88865	6347.50
2017	329152	39555	3955.50

1981-1993

AÑO	CREC	% CREC
1981	139800.00	3.63%
1982	144877.67	3.50%
1983	149955.33	3.39%
1984	155033.00	3.28%
1985	160110.67	3.17%
1986	165188.33	3.07%
1987	170266.00	2.98%
1988	175343.67	2.90%
1989	180421.33	2.81%
1990	185499.00	2.74%
1991	190576.67	2.66%
1992	195654.33	2.60%
1993	200732.00	2.53%
<b>TASA CREC PROM ANUAL</b>		<b>3.02%</b>

1993-2007

AÑO	CREC	% CREC
1993	200732.00	3.16%
1994	207079.50	3.07%
1995	213427.00	2.97%
1996	219774.50	2.89%
1997	226122.00	2.81%
1998	232469.50	2.73%
1999	238817.00	2.66%
2000	245164.50	2.59%
2001	251512.00	2.52%
2002	257859.50	2.46%
2003	264207.00	2.40%
2004	270554.50	2.35%
2005	276902.00	2.29%
2006	283249.50	2.24%
2007	289597.00	2.19%
<b>TASA CREC PROM ANUAL</b>		<b>2.62%</b>

2007-2017

AÑO	CREC	% CREC
2007	289597.00	1.37%
2008	293552.50	1.35%
2009	297508.00	1.33%
2010	301463.50	1.31%
2011	305419.00	1.30%
2012	309374.50	1.28%
2013	313330.00	1.26%
2014	317285.50	1.25%
2015	321241.00	1.23%
2016	325196.50	1.22%
2017	329152.00	1.20%
<b>TASA CREC PROM ANUAL</b>		<b>1.28%</b>

**Surco, Lima**

Año censal	Población	Variación intercensal	Incremento anual	Tasa crec prom anual
1981	139800			
1993	200732	60932	5077.67	3.02%
2007	289597	88865	6347.50	2.62%
2017	329152	39555	3955.50	<b>1.28%</b>

**Anexo 07e:** Cálculo de ahorros finales al año base del estudio (2021).

**Paso 2:** Cálculo de % de vehículos livianos y pesados.

TIPO TRANSPORTE	E-O		O-E		N-S		S-N		TOTAL
LIVIANO	2477	92%	2518	94%	1268	98%	1095	98%	7358
PESADO	209	8%	162	6%	28	2%	19	2%	418
TOTAL	2686	100%	2680	100%	1296	100%	1114	100%	7776

STATION+CR+PICK UP+MICRO  
BUS+CAMIÓN+SEMITRAILER+TRAILER

AL NO CONTAR CON DATOS DE TIPO DE TRANSPORTE PARA GI, SE TOMARÁN LOS VALORES DE ESTA TABLA PARA CADA APROX.

AVG		
TIPO TRANSPORTE	CANT	%
LIVIANO	7358	95%
PESADO	418	5%
TOTAL	7776	100%

**Anexo 07e:** Cálculo de aforos finales al año base del estudio (2021).

**Paso 3:** Proyección de aforo total a año base (2021).

<b>PROYECCIÓN A AÑO ACTUAL</b>		
$P_f = P_0(1+T_c)^n$	Tc POBLACIONAL	1.28%
	Tc PBI (%)	2.20%
n	<b>0</b>	<b>3</b>
Año	<b>2018</b>	<b>2021</b>
Veh. livianos (95.00%)	8005.65	8317.18
Veh. pesados (5.00%)	421.35	449.78
<b>AFORO TOTAL</b>	<b>8427.00</b>	<b>8767.00</b>

---

Tasa PBI se sustenta en el hecho de que COVID ha logrado que la proyección de crecimiento económico decrezca respecto a años anteriores, por lo que se asume una tasa conservadora.



**Anexo 07f:** Cálculo de factor unificado (crecimiento poblacional + crecimiento PBI) para determinar aforos futuros en los modelos de las variables en Synchro 8.0.

$P_f = P_0(1+T_c)^n$	Tc POBLACIONAL	1.32%			
	Tc PBI (%)	2.00%			
n	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
Año	<b>2021</b>	<b>2031</b>	<b>2041</b>	<b>2051</b>	<b>2061</b>
Veh. livianos (95.00%)	1.00	1.14	1.30	1.48	1.69
Veh. pesados (5.00%)	1.00	1.22	1.49	1.81	2.21
<b>% CRECIMIENTO TOTAL</b>	<b>1.00</b>	<b>1.14</b>	<b>1.31</b>	<b>1.50</b>	<b>1.72</b>



**Anexo 07g:** Cálculo de distribución de vehículos para modelo de variable bypass.

**DESGLOSE DE VEH POR TIPO DE TRANSPORTE**

**VEHÍCULOS QUE INGRESAN AL BYPASS (PÚBLICO + PESADO)**

TIPO TRANSPORTE	E-O		O-E		NUEVO % VEH PESADOS = PESADO/(PRIVADO+PESADO)	
					E-O	O-E
PRIVADO	2432	91%	2443	91%		
PESADO	198	7%	79	3%	8%	3%
PÚBLICO	56	2%	158	6%		
TOTAL	2686	100%	2680	100%		

**DISTRIBUCIÓN DE T. PÚBLICO**

**VEHÍCULOS QUE CIRCULAN POR ROTONDA**

T. PÚBLICO	E-O		O-E	
LIVIANO	45	80%	75	47%
PESADO	11	20%	83	53%
TOTAL	56	100%	158	100%



**Anexo 07i:** Determinación de geometría de carriles en CFI parcial.

**CFI JAVIER PRADO ESTE (SENTIDO O-E)**

DERECHO DE VÍA ACTUAL (DV) 56.00 m

APROXIMACIÓN	SÍMBOLO	ANCHO (m)
ACERA O-E	A1	2.10
O-E	C1	3.30
	C2	3.30
	C3	3.30
	C4	3.30
	C5	3.60
SEP CENTRAL	SC	3.20
E-O	C1	3.30
	C2	3.30
	C3	3.30
	C4	3.60
SEP CFI	S-CFI	4.00
CFI	CFI1	3.30
	CFI2	3.30
SEP CFI-GD	S-CFI-GD	2.00
GD	GD1	3.30
BERMA E-O	B4	2.40
ACERA E-O	A2	2.10
<b>ANCHO TOTAL (AT)</b>		<b>56.00</b>

AT-DV

0.00 m OK

**CFI JAVIER PRADO ESTE (SENTIDO E-O)**

DERECHO DE VÍA ACTUAL (DV) 44.00 m

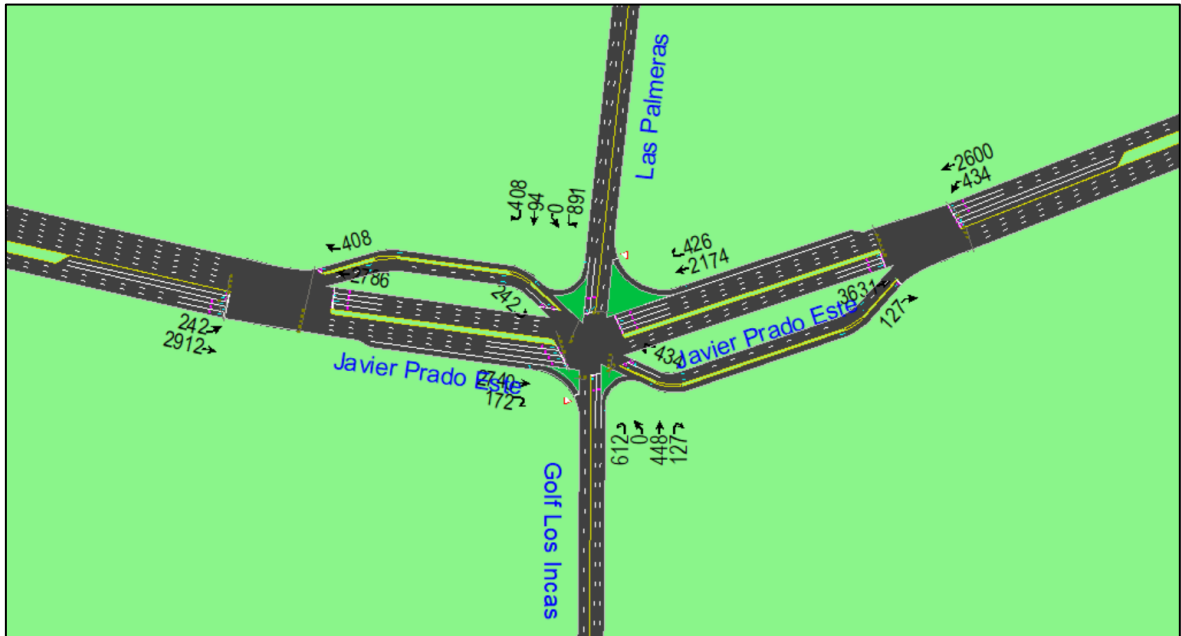
APROXIMACIÓN	SÍMBOLO	ANCHO (m)
ACERA E-O	A1	2.10
E-O	C1	3.30
	C2	3.30
	C3	3.30
	C4	3.60
SEP CENTRAL	SC	2.00
O-E	C1	3.30
	C2	3.30
	C3	3.30
SEP CFI	S-CFI	3.00
CFI	CFI1	3.30
	CFI2	3.30
SEP CFI-GD	S-CFI-GD	1.50
GD	GD1	3.30
ACERA E-O	A2	2.10
<b>ANCHO TOTAL (AT)</b>		<b>44.00</b>

AT-DV

0.00 m OK

**Anexo 07j:** Modelo de variables en Synchro 8.0.

**Variable I:** Intersección de Flujo Continuo (tipo parcial).



Anexo 07j: Modelo de variables en Synchro 8.0.

Variable II: Bypass.



**Anexo 07k:** Reportes de resultados Synchro 8.0, variable Intersección de Flujo Continuo.

Lanes, Volumes, Timings

AÑO BASE

2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

17/06/2021

	→	↘	←	↙	↖	↑	↗	↘	↓	↙	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR2	WBT	WBR2	NBL2	NBT	NBR2	SBL2	SBT	SBR2	SEL2	NWL2
Lane Configurations	↑↑↑↑	↗	↑↑↑↑	↗		↗	↗		↗	↗	↗	↗
Volume (vph)	2740	172	2174	426	612	448	127	891	94	408	242	434
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.6	3.3	3.6	3.6	3.0	3.0	3.6	3.3	3.3	3.3	3.3
Storage Length (m)												
Storage Lanes												
Taper Length (m)												
Lane Util. Factor	0.86	1.00	0.86	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	1.00	0.97	0.97
Frt	0.850		0.850				0.850		0.850			
Fit Protected						0.972				0.957	0.950	0.950
Satd. Flow (prot)	5961	1524	5850	1495	0	3211	1478	0	3274	1531	3193	3134
Fit Permitted						0.972				0.957	0.950	0.950
Satd. Flow (perm)	5961	1524	5850	1495	0	3211	1478	0	3274	1531	3193	3134
Right Turn on Red	Yes			Yes			Yes			Yes		
Satd. Flow (RTOR)	140			415			120			415		
Link Speed (k/h)	60		60		60		60		60		60	
Link Distance (m)	217.7		224.9		218.4		276.0		276.0		276.0	
Travel Time (s)	13.1		13.5		13.1		16.6		16.6		16.6	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	6%	6%	8%	8%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	6%	8%
Adj. Flow (vph)	2978	187	2363	463	665	487	138	968	102	443	263	472
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	2978	187	2363	463	0	1152	138	0	1070	443	263	472
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	3.2		2.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
Link Offset(m)	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8		4.8		4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.04	1.00	1.04	1.00	1.00	1.09	1.09	1.00	1.04	1.04	1.04	1.04
Turning Speed (k/h)	15		15		25		15		25		25	
Number of Detectors	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1
Detector Template	Thru	Right	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Left
Leading Detector (m)	10.0	2.0	10.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0	2.0
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector 1 Size(m)	0.6	2.0	0.6	2.0	2.0	0.6	2.0	2.0	0.6	2.0	2.0	2.0
Detector 1 Type	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex
Detector 1 Channel												
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector 2 Position(m)	9.4		9.4		9.4		9.4		9.4		9.4	
Detector 2 Size(m)	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6		0.6	
Detector 2 Type	CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex	
Detector 2 Channel												
Detector 2 Extend (s)	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
Turn Type	NA	Free	NA	Free	Split	NA	Free	Split	NA	Free	Prot	Prot
Protected Phases	2		2		8!		8!		4!		4!	
Permitted Phases	Free		Free		Free		Free		Free		Free	
Detector Phase	2		2		8		8		4		4	
Switch Phase												
Minimum Initial (s)	4.0		4.0		4.0		4.0		4.0		4.0	





Lane Group	EBT	EBR2	WBT	WBR2	NBL2	NBT	NBR2	SBL2	SBT	SBR2	SEL2	NWL2
Minimum Split (s)	20.0		20.0		8.0	8.0		20.0	20.0		20.0	20.0
Total Split (s)	43.0		43.0		32.0	32.0		32.0	32.0		43.0	43.0
Total Split (%)	57.3%		57.3%		42.7%	42.7%		42.7%	42.7%		57.3%	57.3%
Maximum Green (s)	39.0		39.0		28.0	28.0		28.0	28.0		39.0	39.0
Yellow Time (s)	3.5		3.5		3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5
All-Red Time (s)	0.5		0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0			0.0			0.0		0.0	0.0
Total Lost Time (s)	4.0		4.0			4.0			4.0		4.0	4.0
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Vehicle Extension (s)	3.0		3.0		3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0
Recall Mode	C-Max		C-Max		None	None		None	None		C-Max	C-Max
Walk Time (s)	5.0		5.0					5.0	5.0		5.0	5.0
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0					11.0	11.0		11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0					0	0		0	0
Act Effect Green (s)	39.0	75.0	39.0	75.0		28.0	75.0		28.0	75.0	39.0	39.0
Actuated g/C Ratio	0.52	1.00	0.52	1.00		0.37	1.00		0.37	1.00	0.52	0.52
v/c Ratio	0.96	0.12	0.78	0.31		1.08dl	0.09		1.51dl	0.29	0.16	0.29
Control Delay	27.5	0.2	16.8	0.5		42.8	0.1		31.9	0.5	9.7	10.8
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	27.5	0.2	16.8	0.5		42.8	0.1		31.9	0.5	9.7	10.8
LOS	C	A	B	A		D	A		C	A	A	B
Approach Delay	25.9		14.1			38.2			22.7			
Approach LOS	C		B			D			C			
90th %ile Green (s)	39.0		39.0		28.0	28.0		28.0	28.0		39.0	39.0
90th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
70th %ile Green (s)	39.0		39.0		28.0	28.0		28.0	28.0		39.0	39.0
70th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
50th %ile Green (s)	39.0		39.0		28.0	28.0		28.0	28.0		39.0	39.0
50th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
30th %ile Green (s)	39.0		39.0		28.0	28.0		28.0	28.0		39.0	39.0
30th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Hold	Hold		Coord	Coord
10th %ile Green (s)	39.0		39.0		28.0	28.0		28.0	28.0		39.0	39.0
10th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Hold	Hold		Coord	Coord
Stops (vph)	2320	0	1639	0		910	0		846	0	118	229
Fuel Used(l)	185	3	123	8		84	2		75	10	11	20
CO Emissions (g/hr)	3417	61	2283	157		1561	45		1388	184	197	379
NOx Emissions (g/hr)	665	12	444	31		304	9		270	36	38	74
VOC Emissions (g/hr)	792	14	529	36		362	10		322	43	46	88
Dilemma Vehicles (#)	177	0	145	0		67	0		63	0	0	0
Queue Length 50th (m)	115.5	0.0	76.8	0.0		86.1	0.0		76.2	0.0	9.8	19.1
Queue Length 95th (m)	#155.1	0.0	92.3	0.0		#130.5	0.0		#114.3	0.0	15.8	28.0
Internal Link Dist (m)	193.7		200.9			194.4			252.0			
Turn Bay Length (m)		100.0		150.0								
Base Capacity (vph)	3100	1524	3042	1495		1199	1478		1222	1531	1660	1630
Starvation Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	0.96	0.12	0.78	0.31		0.96	0.09		0.88	0.29	0.16	0.29

Intersection Summary

Area Type: Other  
 Cycle Length: 75

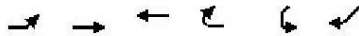




Lanes, Volumes, Timings  
6: Javier Prado Este

AÑO BASE  
17/06/2021

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations						
Volume (vph)	242	2912	2786	0	0	408
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.6	3.6	3.3
Storage Length (m)	100.0			0.0	0.0	0.0
Storage Lanes	2			0	0	1
Taper Length (m)	7.5				7.5	
Lane Util. Factor	0.97	0.91	0.86	1.00	1.00	1.00
Frts						0.865
Flt Protected	0.950					
Satd. Flow (prot)	3193	4730	5850	0	0	1558
Flt Permitted	0.950					
Satd. Flow (perm)	3193	4730	5850	0	0	1558
Right Turn on Red				Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)						206
Link Speed (k/h)		60	60		60	
Link Distance (m)		412.0	217.7		93.9	
Travel Time (s)		24.7	13.1		5.6	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	6%	6%	8%	2%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	263	3165	3028	0	0	443
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	263	3165	3028	0	0	443
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		6.6	3.2		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.04	1.04	1.00	1.00	1.04
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Number of Detectors	1	2	2			1
Detector Template	Left	Thru	Thru			Right
Leading Detector (m)	2.0	10.0	10.0			2.0
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Size(m)	2.0	0.6	0.6			2.0
Detector 1 Type	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex			CI+Ex
Detector 1 Channel						
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 2 Position(m)		9.4	9.4			
Detector 2 Size(m)		0.6	0.6			
Detector 2 Type		CI+Ex	CI+Ex			
Detector 2 Channel						
Detector 2 Extend (s)		0.0	0.0			
Turn Type	Prot	NA	NA			Free
Protected Phases	7	4	8			
Permitted Phases						Free
Detector Phase	7	4	8			
Switch Phase						
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0			



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Minimum Split (s)	8.0	20.0	20.0			
Total Split (s)	10.0	40.0	30.0			
Total Split (%)	25.0%	100.0%	75.0%			
Maximum Green (s)	6.0	36.0	26.0			
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5			
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5			
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0			
Total Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0			
Lead/Lag	Lead		Lag			
Lead-Lag Optimize?	Yes		Yes			
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0			
Recall Mode	None	C-Max	None			
Walk Time (s)		5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)		11.0	11.0			
Pedestrian Calls (#/hr)		0	0			
Act Effct Green (s)	6.0	40.0	28.8			40.0
Actuated g/C Ratio	0.15	1.00	0.72			1.00
v/c Ratio	0.55	0.67	0.72			0.28
Control Delay	20.6	0.8	5.8			0.5
Queue Delay	0.0	0.0	0.0			0.0
Total Delay	20.6	0.8	5.8			0.5
LOS	C	A	A			A
Approach Delay		2.3	5.8			
Approach LOS		A	A			
90th %ile Green (s)	6.0	36.0	26.0			
90th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
70th %ile Green (s)	6.0	36.0	26.0			
70th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
50th %ile Green (s)	6.0	36.0	26.0			
50th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
30th %ile Green (s)	6.0	36.0	26.0			
30th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
10th %ile Green (s)	0.0	36.0	36.0			
10th %ile Term Code	Skip	Coord	Coord			
Stops (vph)	212	3	1489			0
Fuel Used(l)	19	106	113			9
CO Emissions (g/hr)	358	1961	2093			159
NOx Emissions (g/hr)	70	382	407			31
VOC Emissions (g/hr)	83	455	485			37
Dilemma Vehicles (#)	0	0	294			0
Queue Length 50th (m)	9.2	0.0	32.5			0.0
Queue Length 95th (m)	17.4	0.0	45.3			0.0
Internal Link Dist (m)		388.0	193.7		69.9	
Turn Bay Length (m)	100.0					
Base Capacity (vph)	479	4730	4212			1558
Starvation Cap Reductn	0	0	0			0
Spillback Cap Reductn	0	0	0			0
Storage Cap Reductn	0	0	0			0
Reduced v/c Ratio	0.55	0.67	0.72			0.28
<b>Intersection Summary</b>						
Area Type:	Other					
Cycle Length:	40					

Lanes, Volumes, Timings  
6: Javier Prado Este

AÑO BASE  
17/06/2021

Actuated Cycle Length: 40	
Offset: 20 (50%), Referenced to phase 4:EBT, Start of Green	
Natural Cycle: 40	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 0.72	
Intersection Signal Delay: 3.7	Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 59.6%	ICU Level of Service B
Analysis Period (min) 15	

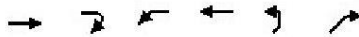
Splits and Phases: 6: Javier Prado Este



Lanes, Volumes, Timings  
9: Javier Prado Este

AÑO BASE  
17/06/2021

	→	↘	↙	←	↗	↖
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Lane Configurations	↑↑↑		↘↘	↑↑↑		↖
Volume (vph)	3631	0	434	2600	0	127
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.6	3.3	3.3	3.6	3.3
Storage Length (m)		0.0	100.0		0.0	0.0
Storage Lanes		0	2		0	1
Taper Length (m)			7.5		7.5	
Lane Util. Factor	0.91	1.00	0.97	0.91	1.00	1.00
Friction						0.865
Flt Protected			0.950			
Satd. Flow (prot)	4730	0	3134	4643	0	1558
Flt Permitted			0.950			
Satd. Flow (perm)	4730	0	3134	4643	0	1558
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)						162
Link Speed (k/h)	60			60	60	
Link Distance (m)	224.9			287.2	78.3	
Travel Time (s)	13.5			17.2	4.7	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	6%	2%	8%	8%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	3947	0	472	2826	0	138
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	3947	0	472	2826	0	138
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	2.0			6.6	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.00	1.04	1.04	1.00	1.04
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Number of Detectors	2		1	2		1
Detector Template	Thru		Left	Thru		Right
Leading Detector (m)	10.0		2.0	10.0		2.0
Trailing Detector (m)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Position(m)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Size(m)	0.6		2.0	0.6		2.0
Detector 1 Type	CI+Ex		CI+Ex	CI+Ex		CI+Ex
Detector 1 Channel						
Detector 1 Extend (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 2 Position(m)	9.4			9.4		
Detector 2 Size(m)	0.6			0.6		
Detector 2 Type	CI+Ex			CI+Ex		
Detector 2 Channel						
Detector 2 Extend (s)	0.0			0.0		
Turn Type	NA		Prot	NA		Free
Protected Phases	4		3	8		
Permitted Phases						Free
Detector Phase	4		3	8		
Switch Phase						
Minimum Initial (s)	4.0		4.0	4.0		



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Minimum Split (s)	20.0		8.0	20.0		
Total Split (s)	108.0		22.0	130.0		
Total Split (%)	83.1%		16.9%	100.0%		
Maximum Green (s)	104.0		18.0	126.0		
Yellow Time (s)	3.5		3.5	3.5		
All-Red Time (s)	0.5		0.5	0.5		
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0	0.0		
Total Lost Time (s)	4.0		4.0	4.0		
Lead/Lag	Lag		Lead			
Lead-Lag Optimize?	Yes		Yes			
Vehicle Extension (s)	3.0		3.0	3.0		
Recall Mode	None		None	C-Max		
Walk Time (s)	5.0			5.0		
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0		
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0		
Act Effct Green (s)	104.0		18.0	130.0		130.0
Actuated g/C Ratio	0.80		0.14	1.00		1.00
v/c Ratio	1.04		1.09	0.61		0.09
Control Delay	41.9		120.5	0.6		0.1
Queue Delay	29.0		0.0	0.0		0.0
Total Delay	70.9		120.5	0.6		0.1
LOS	E		F	A		A
Approach Delay	70.9			17.8		
Approach LOS	E			B		
90th %ile Green (s)	104.0		18.0	126.0		
90th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
70th %ile Green (s)	104.0		18.0	126.0		
70th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
50th %ile Green (s)	104.0		18.0	126.0		
50th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
30th %ile Green (s)	104.0		18.0	126.0		
30th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
10th %ile Green (s)	104.0		18.0	126.0		
10th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
Stops (vph)	2954		374	1		0
Fuel Used(l)	283		63	66		3
CO Emissions (g/hr)	5243		1168	1223		52
NOx Emissions (g/hr)	1020		227	238		10
VOC Emissions (g/hr)	1216		271	284		12
Dilemma Vehicles (#)	132		0	0		0
Queue Length 50th (m)	-421.7		-73.6	0.0		0.0
Queue Length 95th (m)	#441.2		#108.8	0.0		0.0
Internal Link Dist (m)	200.9			263.2	54.3	
Turn Bay Length (m)			100.0			
Base Capacity (vph)	3784		434	4643		1558
Starvation Cap Reductn	231		0	0		0
Spillback Cap Reductn	0		0	0		0
Storage Cap Reductn	0		0	0		0
Reduced v/c Ratio	1.11		1.09	0.61		0.09
<b>Intersection Summary</b>						
Area Type:	Other					
Cycle Length:	130					

Lanes, Volumes, Timings  
 9: Javier Prado Este

AÑO BASE  
 17/06/2021

Actuated Cycle Length: 130	
Offset: 20 (15%), Referenced to phase 8:WBT, Start of Green	
Natural Cycle: 130	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 1.09	
Intersection Signal Delay: 45.9	Intersection LOS: D
Intersection Capacity Utilization 89.2%	ICU Level of Service E
Analysis Period (min) 15	
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	

Splits and Phases: 9: Javier Prado Este





Lanes, Volumes, Timings  
 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

AÑO 10  
 16/05/2021

	→	↘	←	↙	↖	↑	↗	↘	↓	↙	↖	↗
Lane Group	EBT	EBR2	WBT	WBR2	NBL2	NBT	NBR2	SBL2	SBT	SBR2	SEL2	NWL2
Lane Configurations	↑↑↑↑	↗	↑↑↑↑	↗	↖	↑	↗	↖	↑	↗	↖	↖
Volume (vph)	2740	172	2174	426	612	448	127	891	94	408	242	434
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.6	3.3	3.6	3.6	3.0	3.0	3.6	3.3	3.3	3.3	3.3
Storage Length (m)												
Storage Lanes												
Taper Length (m)												
Lane Util. Factor	0.86	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.97
Frt	0.850		0.850		0.850		0.850		0.850			
Flt Protected					0.950		0.950				0.950	
Satd. Flow (prot)	5961	1524	5850	1495	1770	1739	1478	1770	1801	1531	3193	3134
Flt Permitted					0.682		0.323				0.950	
Satd. Flow (perm)	5961	1524	5850	1495	1270	1739	1478	602	1801	1531	3193	3134
Right Turn on Red	Yes		Yes				Yes				Yes	
Satd. Flow (RTOR)	153		329				112				506	
Link Speed (k/h)	50		50		50		50		50			
Link Distance (m)	384.0		325.4		218.4		276.0					
Travel Time (s)	27.6		23.4		15.7		19.9					
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Heavy Vehicles (%)	6%	6%	8%	8%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	6%	8%
Adj. Flow (vph)	3395	213	2694	528	758	555	157	1104	116	506	300	538
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	3395	213	2694	528	758	555	157	1104	116	506	300	538
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left
Median Width(m)	0.0		0.0		3.6		3.6					
Link Offset(m)	0.0		0.0		0.0		0.0					
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8		4.8					
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.04	1.00	1.04	1.00	1.00	1.09	1.00	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
Turning Speed (k/h)	15		15		25		15		25		25	
Number of Detectors	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1
Detector Template	Thru	Right	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Left
Leading Detector (m)	10.0	2.0	10.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0	2.0
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector 1 Size(m)	0.6	2.0	0.6	2.0	2.0	0.6	2.0	2.0	0.6	2.0	2.0	2.0
Detector 1 Type	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex
Detector 1 Channel												
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Detector 2 Position(m)	9.4		9.4		9.4		9.4					
Detector 2 Size(m)	0.6		0.6		0.6		0.6					
Detector 2 Type	CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex					
Detector 2 Channel												
Detector 2 Extend (s)	0.0		0.0		0.0		0.0					
Turn Type	NA	Free	NA	Free	Perm	NA	Free	Perm	NA	Free	Prot	Prot
Protected Phases	2		2		4		4		8		2	
Permitted Phases	Free		Free		4		Free		8		Free	
Detector Phase	2		2		4		4		8		8	
Switch Phase												



Lanes, Volumes, Timings  
 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

AÑO 10  
 16/05/2021



Lane Group	EBT	EBR2	WBT	WBR2	NBL2	NBT	NBR2	SBL2	SBT	SBR2	SEL2	NWL2
Minimum Initial (s)	4.0		4.0		4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0
Minimum Split (s)	20.0		20.0		20.0	20.0		8.0	8.0		20.0	20.0
Total Split (s)	41.0		41.0		59.0	59.0		59.0	59.0		41.0	41.0
Total Split (%)	41.0%		41.0%		59.0%	59.0%		59.0%	59.0%		41.0%	41.0%
Maximum Green (s)	37.0		37.0		55.0	55.0		55.0	55.0		37.0	37.0
Yellow Time (s)	3.5		3.5		3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5
All-Red Time (s)	0.5		0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0
Total Lost Time (s)	4.0		4.0		4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Vehicle Extension (s)	3.0		3.0		3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0
Recall Mode	C-Max		C-Max		None	None		None	None		C-Max	C-Max
Walk Time (s)	5.0		5.0		5.0	5.0					5.0	5.0
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0		11.0	11.0					11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0		0	0					0	0
Act Effect Green (s)	37.0	100.0	37.0	100.0	55.0	55.0	100.0	55.0	55.0	100.0	37.0	37.0
Actuated g/C Ratio	0.37	1.00	0.37	1.00	0.55	0.55	1.00	0.55	0.55	1.00	0.37	0.37
v/c Ratio	1.54	0.14	1.24	0.35	1.08	0.58	0.11	3.34	0.12	0.33	0.25	0.46
Control Delay	271.8	0.2	143.9	0.7	83.5	18.0	0.1	1073.2	11.2	0.6	22.6	25.6
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	271.8	0.2	143.9	0.7	83.5	18.0	0.1	1073.2	11.2	0.6	22.6	25.6
LOS	F	A	F	A	F	B	A	F	B	A	C	C
Approach Delay	255.8		120.4			49.9			687.4			
Approach LOS	F		F			D			F			
Stops (vph)	2291	0	2031	0	566	328	0	776	49	0	185	363
Fuel Used(l)	819	7	396	15	72	25	3	883	5	12	20	34
CO Emissions (g/hr)	15142	133	7334	283	1331	463	56	16338	89	230	364	635
NOx Emissions (g/hr)	2947	26	1427	55	259	90	11	3179	17	45	71	124
VOC Emissions (g/hr)	3511	31	1701	66	309	107	13	3789	21	53	84	147
Dilemma Vehicles (#)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Queue Length 50th (m)	~284.4	0.0	~200.0	0.0	~174.5	70.6	0.0	~339.1	10.8	0.0	21.6	42.4
Queue Length 95th (m)	#306.5	0.0	#223.7	0.0	#246.6	103.8	0.0	#419.7	19.5	0.0	31.9	57.7
Internal Link Dist (m)	360.0		301.4			194.4			252.0			
Turn Bay Length (m)		150.0		150.0								
Base Capacity (vph)	2206	1524	2165	1495	699	956	1478	331	991	1531	1181	1160
Starvation Cap Reductn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	1.54	0.14	1.24	0.35	1.08	0.58	0.11	3.34	0.12	0.33	0.25	0.46

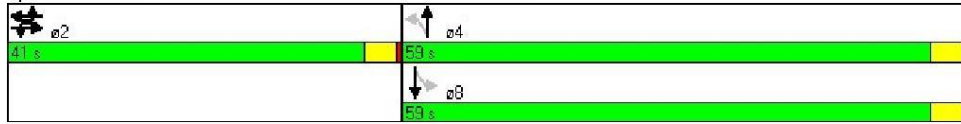
**Intersection Summary**  
 Area Type: Other  
 Cycle Length: 100  
 Actuated Cycle Length: 100  
 Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:WBEB, Start of Green  
 Natural Cycle: 100  
 Control Type: Actuated-Coordinated  
 Maximum v/c Ratio: 3.34  
 Intersection Signal Delay: 238.5  
 Intersection Capacity Utilization 155.9%  
 Analysis Period (min) 15  
 ~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite.

Queue shown is maximum after two cycles.

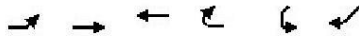
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.

Queue shown is maximum after two cycles.

Splits and Phases: 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations						
Volume (vph)	242	2912	2786	0	0	408
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.6	3.6	3.3
Storage Length (m)	100.0			0.0	0.0	0.0
Storage Lanes	2			0	0	1
Taper Length (m)	7.5				7.5	
Lane Util. Factor	0.97	0.91	0.86	1.00	1.00	1.00
Frts						0.865
Flt Protected	0.950					
Satd. Flow (prot)	3193	4730	6194	0	0	1558
Flt Permitted	0.950					
Satd. Flow (perm)	3193	4730	6194	0	0	1558
Right Turn on Red				Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)						178
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		412.0	384.0		64.9	
Travel Time (s)		29.7	27.6		4.7	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Heavy Vehicles (%)	6%	6%	2%	2%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	300	3608	3452	0	0	506
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	300	3608	3452	0	0	506
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		6.6	6.6		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.04	1.04	1.00	1.00	1.04
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Number of Detectors	1	2	2			1
Detector Template	Left	Thru	Thru			Right
Leading Detector (m)	2.0	10.0	10.0			2.0
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Size(m)	2.0	0.6	0.6			2.0
Detector 1 Type	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex			CI+Ex
Detector 1 Channel						
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 2 Position(m)		9.4	9.4			
Detector 2 Size(m)		0.6	0.6			
Detector 2 Type		CI+Ex	CI+Ex			
Detector 2 Channel						
Detector 2 Extend (s)		0.0	0.0			
Turn Type	Prot	NA	NA			Free
Protected Phases	7	4	8			
Permitted Phases						Free
Detector Phase	7	4	8			
Switch Phase						



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0			
Minimum Split (s)	8.0	20.0	20.0			
Total Split (s)	10.0	45.0	35.0			
Total Split (%)	22.2%	100.0%	77.8%			
Maximum Green (s)	6.0	41.0	31.0			
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5			
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5			
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0			
Total Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0			
Lead/Lag	Lead		Lag			
Lead-Lag Optimize?	Yes		Yes			
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0			
Recall Mode	None	C-Max	None			
Walk Time (s)		5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)		11.0	11.0			
Pedestrian Calls (#/hr)		0	0			
Act Effect Green (s)	6.0	45.0	31.0			45.0
Actuated g/C Ratio	0.13	1.00	0.69			1.00
v/c Ratio	0.70	0.76	0.81			0.32
Control Delay	30.3	1.2	6.9			0.6
Queue Delay	0.0	0.0	0.0			0.0
Total Delay	30.3	1.2	6.9			0.6
LOS	C	A	A			A
Approach Delay		3.4	6.9			
Approach LOS		A	A			
Stops (vph)	238	4	1870			0
Fuel Used(l)	23	133	175			18
CO Emissions (g/hr)	417	2462	3232			339
NOx Emissions (g/hr)	81	479	629			66
VOC Emissions (g/hr)	97	571	749			79
Dilemma Vehicles (#)	0	0	0			0
Queue Length 50th (m)	12.5	0.0	40.4			0.0
Queue Length 95th (m)	#27.0	0.0	54.3			0.0
Internal Link Dist (m)		388.0	360.0		40.9	
Turn Bay Length (m)	100.0					
Base Capacity (vph)	426	4730	4267			1558
Starvation Cap Reductn	0	0	0			0
Spillback Cap Reductn	0	0	0			0
Storage Cap Reductn	0	0	0			0
Reduced v/c Ratio	0.70	0.76	0.81			0.32

**Intersection Summary**

Area Type: Other  
 Cycle Length: 45  
 Actuated Cycle Length: 45  
 Offset: 0 (0%, Referenced to phase 4:EBT, Start of Green)  
 Natural Cycle: 45  
 Control Type: Actuated-Coordinated  
 Maximum v/c Ratio: 0.81  
 Intersection Signal Delay: 4.8  
 Intersection Capacity Utilization 67.5%  
 Analysis Period (min) 15  
 # 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.

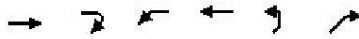
Queue shown is maximum after two cycles.

Splits and Phases: 6: Javier Prado Este



	→	↘	↙	←	↗	↖
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Lane Configurations	↑↑↑↑		↘↘	↑↑↑		↖
Volume (vph)	3631	0	434	2600	0	127
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.6	3.3	3.3	3.6	3.3
Storage Length (m)		0.0	100.0		0.0	0.0
Storage Lanes		0	2		0	1
Taper Length (m)			7.5		7.5	
Lane Util. Factor	0.86	1.00	0.97	0.91	1.00	1.00
Frts						0.865
Flt Protected			0.950			
Satd. Flow (prot)	5961	0	3134	4643	0	1558
Flt Permitted			0.950			
Satd. Flow (perm)	5961	0	3134	4643	0	1558
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)						200
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	325.4			287.2	91.7	
Travel Time (s)	23.4			20.7	6.6	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Heavy Vehicles (%)	6%	2%	8%	8%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	4499	0	538	3222	0	157
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	4499	0	538	3222	0	157
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	6.6			6.6	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.00	1.04	1.04	1.00	1.04
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Number of Detectors	2		1	2		1
Detector Template	Thru		Left	Thru		Right
Leading Detector (m)	10.0		2.0	10.0		2.0
Trailing Detector (m)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Position(m)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Size(m)	0.6		2.0	0.6		2.0
Detector 1 Type	CI+Ex		CI+Ex	CI+Ex		CI+Ex
Detector 1 Channel						
Detector 1 Extend (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 2 Position(m)	9.4			9.4		
Detector 2 Size(m)	0.6			0.6		
Detector 2 Type	CI+Ex			CI+Ex		
Detector 2 Channel						
Detector 2 Extend (s)	0.0			0.0		
Turn Type	NA		Prot	NA		Free
Protected Phases	4		3	8		
Permitted Phases						Free
Detector Phase	4		3	8		
Switch Phase						





Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Minimum Initial (s)	4.0		4.0	4.0		
Minimum Split (s)	20.0		8.0	20.0		
Total Split (s)	71.0		19.0	90.0		
Total Split (%)	78.9%		21.1%	100.0%		
Maximum Green (s)	67.0		15.0	86.0		
Yellow Time (s)	3.5		3.5	3.5		
All-Red Time (s)	0.5		0.5	0.5		
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0	0.0		
Total Lost Time (s)	4.0		4.0	4.0		
Lead/Lag	Lag		Lead			
Lead-Lag Optimize?	Yes		Yes			
Vehicle Extension (s)	3.0		3.0	3.0		
Recall Mode	None		None	C-Max		
Walk Time (s)	5.0			5.0		
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0		
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0		
Act Effect Green (s)	67.0		15.0	90.0		90.0
Actuated g/C Ratio	0.74		0.17	1.00		1.00
v/c Ratio	1.01		1.03	0.69		0.10
Control Delay	29.7		85.9	0.9		0.1
Queue Delay	0.0		0.0	0.0		0.0
Total Delay	29.7		85.9	0.9		0.1
LOS	C		F	A		A
Approach Delay	29.7			13.0		
Approach LOS	C			B		
Stops (vph)	3282		427	1		0
Fuel Used(l)	296		56	83		5
CO Emissions (g/hr)	5479		1033	1534		89
NOx Emissions (g/hr)	1066		201	298		17
VOC Emissions (g/hr)	1271		239	356		21
Dilemma Vehicles (#)	0		0	0		0
Queue Length 50th (m)	~214.0		~54.5	0.0		0.0
Queue Length 95th (m)	#273.2		#86.7	0.0		0.0
Internal Link Dist (m)	301.4			263.2	67.7	
Turn Bay Length (m)			100.0			
Base Capacity (vph)	4438		522	4643		1558
Starvation Cap Reductn	0		0	0		0
Spillback Cap Reductn	0		0	0		0
Storage Cap Reductn	0		0	0		0
Reduced v/c Ratio	1.01		1.03	0.69		0.10

**Intersection Summary**

Area Type: Other  
 Cycle Length: 90  
 Actuated Cycle Length: 90  
 Offset: 0 (0%), Referenced to phase 8:WBT, Start of Green  
 Natural Cycle: 90  
 Control Type: Actuated-Coordinated  
 Maximum v/c Ratio: 1.03  
 Intersection Signal Delay: 21.7  
 Intersection Capacity Utilization 80.8%  
 Analysis Period (min) 15  
 ~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite.

Queue shown is maximum after two cycles.  
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.  
Queue shown is maximum after two cycles.

Splits and Phases: 9: Javier Prado Este





Lanes, Volumes, Timings  
 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

Año 20  
 17/06/2021

	→	↘	←	↙	↖	↑	↗	↘	↓	↙	↖	↗	
Lane Group	EBT	EBR2	WBT	WBR2	NBL2	NBT	NBR2	SBL2	SBT	SBR2	SEL2	NWL2	
Lane Configurations	↑↑↑↑	↗	↑↑↑↑	↗		↗	↗		↗	↗	↗	↗	
Volume (vph)	2740	172	2174	426	612	448	127	891	94	408	242	434	
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	
Lane Width (m)	3.3	3.6	3.3	3.6	3.6	3.0	3.0	3.6	3.3	3.3	3.3	3.3	
Storage Length (m)													
Storage Lanes													
Taper Length (m)													
Lane Util. Factor	0.86	1.00	0.86	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	1.00	0.97	0.97	
Frnt	0.850		0.850		0.850		0.850		0.850		0.850		
Fit Protected						0.972				0.957	0.950		0.950
Satd. Flow (prot)	5961	1524	5850	1495	0	3211	1478	0	3274	1531	3193	3134	
Fit Permitted						0.972				0.957	0.950		0.950
Satd. Flow (perm)	5961	1524	5850	1495	0	3211	1478	0	3274	1531	3193	3134	
Right Turn on Red	Yes			Yes			Yes			Yes			
Satd. Flow (RTOR)	105		325		90		312						
Link Speed (k/h)	60		60		60		60						
Link Distance (m)	217.7		224.9		218.4		276.0						
Travel Time (s)	13.1		13.5		13.1		16.6						
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	
Growth Factor	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	
Heavy Vehicles (%)	6%	6%	8%	8%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	6%	8%	
Adj. Flow (vph)	3902	245	3096	607	871	638	181	1269	134	581	345	618	
Shared Lane Traffic (%)													
Lane Group Flow (vph)	3902	245	3096	607	0	1509	181	0	1403	581	345	618	
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	
Median Width(m)	3.2		2.0		0.0		0.0						
Link Offset(m)	0.0												
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8		4.8						
Two way Left Turn Lane													
Headway Factor	1.04	1.00	1.04	1.00	1.00	1.09	1.00	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	
Turning Speed (k/h)	15		15		25		15		25		25		
Number of Detectors	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	
Detector Template	Thru	Right	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Left	
Leading Detector (m)	10.0	2.0	10.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0	2.0	
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Size(m)	0.6	2.0	0.6	2.0	2.0	0.6	2.0	2.0	0.6	2.0	2.0	2.0	
Detector 1 Type	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	
Detector 1 Channel													
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 2 Position(m)	9.4		9.4		9.4		9.4						
Detector 2 Size(m)	0.6		0.6		0.6		0.6						
Detector 2 Type	CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex						
Detector 2 Channel													
Detector 2 Extend (s)	0.0		0.0		0.0		0.0						
Turn Type	NA	Free	NA	Free	Split	NA	Free	Split	NA	Free	Prot	Prot	
Protected Phases	2		2		8!		8!		4!		4!		
Permitted Phases	Free		Free		Free		Free		Free		2		
Detector Phase	2		2		8		8		4		4		
Switch Phase													

Lanes, Volumes, Timings  
 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

Año 20  
 17/06/2021






Lane Group	EBT	EBR2	WBT	WBR2	NBL2	NBT	NBR2	SBL2	SBT	SBR2	SEL2	NWL2
Minimum Initial (s)	4.0		4.0		4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0
Minimum Split (s)	20.0		20.0		8.0	8.0		20.0	20.0		20.0	20.0
Total Split (s)	57.0		57.0		43.0	43.0		43.0	43.0		57.0	57.0
Total Split (%)	57.0%		57.0%		43.0%	43.0%		43.0%	43.0%		57.0%	57.0%
Maximum Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
Yellow Time (s)	3.5		3.5		3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5
All-Red Time (s)	0.5		0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0			0.0			0.0		0.0	0.0
Total Lost Time (s)	4.0		4.0			4.0			4.0		4.0	4.0
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Vehicle Extension (s)	3.0		3.0		3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0
Recall Mode	C-Max		C-Max		None	None		None	None		C-Max	C-Max
Walk Time (s)	5.0		5.0					5.0	5.0		5.0	5.0
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0					11.0	11.0		11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0					0	0		0	0
Act Effct Green (s)	53.0	100.0	53.0	100.0		39.0	100.0		39.0	100.0	53.0	53.0
Actuated g/C Ratio	0.53	1.00	0.53	1.00		0.39	1.00		0.39	1.00	0.53	0.53
w/c Ratio	1.24	0.16	1.00	0.41		1.35dl	0.12		1.90dl	0.38	0.20	0.37
Control Delay	133.4	0.2	39.9	0.8		129.7	0.2		87.2	0.7	12.8	14.6
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	133.4	0.2	39.9	0.8		129.7	0.2		87.2	0.7	12.8	14.6
LOS	F	A	D	A		F	A		F	A	B	B
Approach Delay	125.5		33.5			115.8			61.8			
Approach LOS	F		C			F			E			
90th %ile Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
90th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
70th %ile Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
70th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
50th %ile Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
50th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
30th %ile Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
30th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
10th %ile Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
10th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
Stops (vph)	2907	0	2497	0		1149	0		1111	0	159	317
Fuel Used(l)	530	4	224	11		202	3		153	13	15	29
CO Emissions (g/hr)	9808	79	4136	208		3735	59		2838	243	274	537
NOx Emissions (g/hr)	1909	15	805	41		727	11		552	47	53	105
VOC Emissions (g/hr)	2274	18	959	48		866	14		658	56	64	125
Dilemma Vehicles (#)	145	0	137	0		57	0		57	0	0	0
Queue Length 50th (m)	-288.1	0.0	174.3	0.0		-198.3	0.0		-171.7	0.0	18.1	36.1
Queue Length 95th (m)	#308.6	0.0	#214.7	0.0		#241.9	0.0		#215.1	0.0	26.2	48.5
Internal Link Dist (m)	193.7		200.9			194.4			252.0			
Turn Bay Length (m)		100.0		150.0								
Base Capacity (vph)	3159	1524	3101	1495		1252	1478		1277	1531	1692	1661
Starvation Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Reduced w/c Ratio	1.24	0.16	1.00	0.41		1.21	0.12		1.10	0.38	0.20	0.37

Intersection Summary

Area Type: Other

Cycle Length: 100	
Actuated Cycle Length: 100	
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:WBEB, Start of Green	
Natural Cycle: 140	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 1.24	
Intersection Signal Delay: 78.2	Intersection LOS: E
Intersection Capacity Utilization 190.6%	ICU Level of Service H
Analysis Period (min) 15	
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	
dl Defacto Left Lane. Recode with 1 though lane as a left lane.	
! Phase conflict between lane groups.	

Splits and Phases: 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

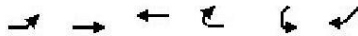
 <p>ø2</p> <p>57 s</p>	 <p>ø4</p> <p>43 s</p>
 <p>ø6</p> <p>43 s</p>	

Lanes, Volumes, Timings  
6: Javier Prado Este

Año 20  
17/06/2021

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations						
Volume (vph)	242	2912	2786	0	0	408
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.6	3.6	3.3
Storage Length (m)	100.0			0.0	0.0	0.0
Storage Lanes	2			0	0	1
Taper Length (m)	7.5				7.5	
Lane Util. Factor	0.97	0.91	0.86	1.00	1.00	1.00
Frts						0.865
Flt Protected	0.950					
Satd. Flow (prot)	3193	4730	5850	0	0	1558
Flt Permitted	0.950					
Satd. Flow (perm)	3193	4730	5850	0	0	1558
Right Turn on Red				Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)						168
Link Speed (k/h)		60	60		60	
Link Distance (m)		412.0	217.7		93.9	
Travel Time (s)		24.7	13.1		5.6	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	131%	131%	131%	131%	131%	131%
Heavy Vehicles (%)	6%	6%	8%	2%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	345	4146	3967	0	0	581
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	345	4146	3967	0	0	581
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		6.6	3.2		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.04	1.04	1.00	1.00	1.04
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Number of Detectors	1	2	2			1
Detector Template	Left	Thru	Thru			Right
Leading Detector (m)	2.0	10.0	10.0			2.0
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Size(m)	2.0	0.6	0.6			2.0
Detector 1 Type	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex			CI+Ex
Detector 1 Channel						
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 2 Position(m)		9.4	9.4			
Detector 2 Size(m)		0.6	0.6			
Detector 2 Type		CI+Ex	CI+Ex			
Detector 2 Channel						
Detector 2 Extend (s)		0.0	0.0			
Turn Type	Prot	NA	NA			Free
Protected Phases	7	4	8			
Permitted Phases						Free
Detector Phase	7	4	8			
Switch Phase						





Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0			
Minimum Split (s)	8.0	20.0	20.0			
Total Split (s)	12.0	60.0	48.0			
Total Split (%)	20.0%	100.0%	80.0%			
Maximum Green (s)	8.0	56.0	44.0			
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5			
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5			
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0			
Total Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0			
Lead/Lag	Lead		Lag			
Lead-Lag Optimize?	Yes		Yes			
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0			
Recall Mode	None	C-Max	None			
Walk Time (s)		5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)		11.0	11.0			
Pedestrian Calls (#/hr)		0	0			
Act Effct Green (s)	8.0	60.0	44.0		60.0	
Actuated g/C Ratio	0.13	1.00	0.73		1.00	
v/c Ratio	0.81	0.88	0.92		0.37	
Control Delay	42.7	2.7	12.1		0.7	
Queue Delay	0.0	0.0	0.0		0.0	
Total Delay	42.7	2.7	12.1		0.7	
LOS	D	A	B		A	
Approach Delay		5.8	12.1			
Approach LOS		A	B			
90th %ile Green (s)	8.0	56.0	44.0			
90th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
70th %ile Green (s)	8.0	56.0	44.0			
70th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
50th %ile Green (s)	8.0	56.0	44.0			
50th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
30th %ile Green (s)	8.0	56.0	44.0			
30th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
10th %ile Green (s)	8.0	56.0	44.0			
10th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
Stops (vph)	278	7	2486		0	
Fuel Used(l)	31	145	183		11	
CO Emissions (g/hr)	568	2678	3388		211	
NOx Emissions (g/hr)	111	521	659		41	
VOC Emissions (g/hr)	132	621	786		49	
Dilemma Vehicles (#)	0	0	300		0	
Queue Length 50th (m)	20.3	0.0	80.3		0.0	
Queue Length 95th (m)	#39.9	0.0	#105.3		0.0	
Internal Link Dist (m)		388.0	193.7		69.9	
Turn Bay Length (m)	100.0					
Base Capacity (vph)	426	4730	4290		1558	
Starvation Cap Reductn	0	0	0		0	
Spillback Cap Reductn	0	0	0		0	
Storage Cap Reductn	0	0	0		0	
Reduced v/c Ratio	0.81	0.88	0.92		0.37	

**Intersection Summary**

Area Type: Other







Lanes, Volumes, Timings  
6: Javier Prado Este

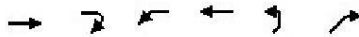
Año 20  
17/06/2021

Cycle Length: 60	
Actuated Cycle Length: 60	
Offset: 20 (33%, Referenced to phase 4:EBT, Start of Green)	
Natural Cycle: 60	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 0.92	
Intersection Signal Delay: 8.2	Intersection LOS: A
Intersection Capacity Utilization 77.0%	ICU Level of Service D
Analysis Period (min) 15	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer.	
Queue shown is maximum after two cycles.	

Splits and Phases: 6: Javier Prado Este



						
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Lane Configurations	↑↑↑		↑↑	↑↑↑		↑
Volume (vph)	3631	0	434	2600	0	127
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.6	3.3	3.3	3.6	3.3
Storage Length (m)		0.0	100.0		0.0	0.0
Storage Lanes		0	2		0	1
Taper Length (m)			7.5		7.5	
Lane Util. Factor	0.91	1.00	0.97	0.91	1.00	1.00
Frts						0.865
Flt Protected			0.950			
Satd. Flow (prot)	4730	0	3134	4643	0	1558
Flt Permitted			0.950			
Satd. Flow (perm)	4730	0	3134	4643	0	1558
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)						161
Link Speed (k/h)	60			60	60	
Link Distance (m)	224.9			287.2	78.3	
Travel Time (s)	13.5			17.2	4.7	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	131%	131%	131%	131%	131%	131%
Heavy Vehicles (%)	6%	2%	8%	8%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	5170	0	618	3702	0	181
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	5170	0	618	3702	0	181
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	2.0			6.6	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.00	1.04	1.04	1.00	1.04
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Number of Detectors	2		1	2		1
Detector Template	Thru		Left	Thru		Right
Leading Detector (m)	10.0		2.0	10.0		2.0
Trailing Detector (m)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Position(m)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Size(m)	0.6		2.0	0.6		2.0
Detector 1 Type	CI+Ex		CI+Ex	CI+Ex		CI+Ex
Detector 1 Channel						
Detector 1 Extend (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 2 Position(m)	9.4			9.4		
Detector 2 Size(m)	0.6			0.6		
Detector 2 Type	CI+Ex			CI+Ex		
Detector 2 Channel						
Detector 2 Extend (s)	0.0			0.0		
Turn Type	NA		Prot	NA		Free
Protected Phases	4		3	8		
Permitted Phases						Free
Detector Phase	4		3	8		
Switch Phase						



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Minimum Initial (s)	4.0		4.0	4.0		
Minimum Split (s)	20.0		8.0	20.0		
Total Split (s)	125.0		25.0	150.0		
Total Split (%)	83.3%		16.7%	100.0%		
Maximum Green (s)	121.0		21.0	146.0		
Yellow Time (s)	3.5		3.5	3.5		
All-Red Time (s)	0.5		0.5	0.5		
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0	0.0		
Total Lost Time (s)	4.0		4.0	4.0		
Lead/Lag	Lag		Lead			
Lead-Lag Optimize?	Yes		Yes			
Vehicle Extension (s)	3.0		3.0	3.0		
Recall Mode	None		None	C-Max		
Walk Time (s)	5.0			5.0		
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0		
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0		
Act Effct Green (s)	121.0		21.0	150.0	150.0	
Actuated g/C Ratio	0.81		0.14	1.00	1.00	
v/c Ratio	1.35		1.41	0.80	0.12	
Control Delay	181.0		241.6	1.5	0.1	
Queue Delay	0.0		0.0	0.0	0.0	
Total Delay	181.0		241.6	1.5	0.1	
LOS	F		F	A	A	
Approach Delay	181.0			35.8		
Approach LOS	F			D		
90th %ile Green (s)	121.0		21.0	146.0		
90th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
70th %ile Green (s)	121.0		21.0	146.0		
70th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
50th %ile Green (s)	121.0		21.0	146.0		
50th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
30th %ile Green (s)	121.0		21.0	146.0		
30th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
10th %ile Green (s)	121.0		21.0	146.0		
10th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
Stops (vph)	3398		429	2	0	
Fuel Used(l)	865		134	89	4	
CO Emissions (g/hr)	15999		2476	1646	68	
NOx Emissions (g/hr)	3113		482	320	13	
VOC Emissions (g/hr)	3710		574	382	16	
Dilemma Vehicles (#)	117		0	0	0	
Queue Length 50th (m)	-775.6		-133.4	0.0	0.0	
Queue Length 95th (m)	#776.6		#172.8	0.0	0.0	
Internal Link Dist (m)	200.9			263.2	54.3	
Turn Bay Length (m)			100.0			
Base Capacity (vph)	3816		439	4643	1558	
Starvation Cap Reductn	0		0	0	0	
Spillback Cap Reductn	0		0	0	0	
Storage Cap Reductn	0		0	0	0	
Reduced v/c Ratio	1.35		1.41	0.80	0.12	

**Intersection Summary**

Area Type: Other



Cycle Length: 150	
Actuated Cycle Length: 150	
Offset: 20 (13%), Referenced to phase 8:WBT, Start of Green	
Natural Cycle: 150	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 1.41	
Intersection Signal Delay: 112.8	Intersection LOS: F
Intersection Capacity Utilization 114.8%	ICU Level of Service H
Analysis Period (min) 15	
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	

Splits and Phases: 9: Javier Prado Este



Lane Group	EBT	EBR2	WBT	WBR2	NBL2	NBT	NBR2	SBL2	SBT	SBR2	SEL2	NWL2	
Lane Configurations	↑↑↑↑	↗	↑↑↑↑	↗		↑↑	↗		↑↑	↗	↗↗	↗↗	
Volume (vph)	2740	172	2174	426	612	448	127	891	94	408	242	434	
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	
Lane Width (m)	3.3	3.6	3.3	3.6	3.6	3.0	3.0	3.6	3.3	3.3	3.3	3.3	
Storage Length (m)													
Storage Lanes													
Taper Length (m)													
Lane Util. Factor	0.86	1.00	0.86	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	1.00	0.97	0.97	
Frnt	0.850		0.850				0.850		0.850				
Fit Protected						0.972				0.957	0.950		0.950
Satd. Flow (prot)	5961	1524	5850	1495	0	3211	1478	0	3274	1531	3193	3134	
Fit Permitted						0.972				0.957	0.950		0.950
Satd. Flow (perm)	5961	1524	5850	1495	0	3211	1478	0	3274	1531	3193	3134	
Right Turn on Red	Yes			Yes			Yes			Yes			
Satd. Flow (RTOR)	105			279			90			312			
Link Speed (k/h)	60		60		60		60		60		60		
Link Distance (m)	217.7		224.9		218.4		276.0		276.0		276.0		
Travel Time (s)	13.1		13.5		13.1		16.6		16.6		16.6		
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	
Growth Factor	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	
Heavy Vehicles (%)	6%	6%	8%	8%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	6%	8%	
Adj. Flow (vph)	4467	280	3545	695	998	730	207	1453	153	665	395	708	
Shared Lane Traffic (%)													
Lane Group Flow (vph)	4467	280	3545	695	0	1728	207	0	1606	665	395	708	
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	
Median Width(m)	3.2		2.0		0.0		0.0		0.0		0.0		
Link Offset(m)	0.0												
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8		4.8		4.8		4.8		
Two way Left Turn Lane													
Headway Factor	1.04	1.00	1.04	1.00	1.00	1.09	1.00	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	
Turning Speed (k/h)	15		15		25		15		25		25		
Number of Detectors	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	
Detector Template	Thru	Right	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Left	
Leading Detector (m)	10.0	2.0	10.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0	2.0	
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Size(m)	0.6	2.0	0.6	2.0	2.0	0.6	2.0	2.0	0.6	2.0	2.0	2.0	
Detector 1 Type	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	
Detector 1 Channel													
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 2 Position(m)	9.4		9.4		9.4		9.4		9.4		9.4		
Detector 2 Size(m)	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6		0.6		
Detector 2 Type	CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex		
Detector 2 Channel													
Detector 2 Extend (s)	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		
Turn Type	NA	Free	NA	Free	Split	NA	Free	Split	NA	Free	Prot	Prot	
Protected Phases	2		2		8!		8!		4!		4!		
Permitted Phases	Free		Free		Free		Free		Free		2		
Detector Phase	2		2		8		8		4		4		
Switch Phase													




Lanes, Volumes, Timings  
 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

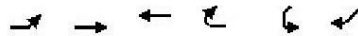
Año 30  
 17/06/2021

Lane Group	EBT	EBR2	WBT	WBR2	NBL2	NBT	NBR2	SBL2	SBT	SBR2	SEL2	NWL2
Minimum Initial (s)	4.0		4.0		4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0
Minimum Split (s)	20.0		20.0		8.0	8.0		20.0	20.0		20.0	20.0
Total Split (s)	57.0		57.0		43.0	43.0		43.0	43.0		57.0	57.0
Total Split (%)	57.0%		57.0%		43.0%	43.0%		43.0%	43.0%		57.0%	57.0%
Maximum Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
Yellow Time (s)	3.5		3.5		3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5
All-Red Time (s)	0.5		0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0			0.0			0.0		0.0	0.0
Total Lost Time (s)	4.0		4.0			4.0			4.0		4.0	4.0
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Vehicle Extension (s)	3.0		3.0		3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0
Recall Mode	C-Max		C-Max		None	None		None	None		C-Max	C-Max
Walk Time (s)	5.0		5.0					5.0	5.0		5.0	5.0
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0					11.0	11.0		11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0					0	0		0	0
Act Effct Green (s)	53.0	100.0	53.0	100.0		39.0	100.0		39.0	100.0	53.0	53.0
Actuated g/C Ratio	0.53	1.00	0.53	1.00		0.39	1.00		0.39	1.00	0.53	0.53
v/c Ratio	1.41	0.18	1.14	0.46		1.55dl	0.14		2.18dl	0.43	0.23	0.43
Control Delay	212.4	0.3	93.3	1.0		204.1	0.2		151.5	0.9	13.1	15.3
Queue Delay	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	212.4	0.3	93.3	1.0		204.1	0.2		151.5	0.9	13.1	15.3
LOS	F	A	F	A		F	A		F	A	B	B
Approach Delay	199.9		78.2			182.3			107.4			
Approach LOS	F		E			F			F			
90th %ile Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
90th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
70th %ile Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
70th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
50th %ile Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
50th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
30th %ile Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
30th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
10th %ile Green (s)	53.0		53.0		39.0	39.0		39.0	39.0		53.0	53.0
10th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
Stops (vph)	3085	0	2778	0		1227	0		1204	0	185	377
Fuel Used(l)	849	5	388	13		320	4		247	15	17	34
CO Emissions (g/hr)	15708	91	7170	240		5911	67		4562	279	317	630
NOx Emissions (g/hr)	3057	18	1395	47		1150	13		888	54	62	123
VOC Emissions (g/hr)	3643	21	1663	56		1371	16		1058	65	74	146
Dilemma Vehicles (#)	145	0	142	0		58	0		59	0	0	0
Queue Length 50th (m)	-358.3	0.0	-247.5	0.0		-247.5	0.0		-217.4	0.0	21.1	43.0
Queue Length 95th (m)	#376.5	0.0	#269.2	0.0		#291.5	0.0		#261.4	0.0	29.9	56.9
Internal Link Dist (m)	193.7		200.9			194.4			252.0			
Turn Bay Length (m)		100.0		150.0								
Base Capacity (vph)	3159	1524	3101	1495		1252	1478		1277	1531	1692	1661
Starvation Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Reduced v/c Ratio	1.41	0.18	1.14	0.46		1.38	0.14		1.26	0.43	0.23	0.43
<b>Intersection Summary</b>												
Area Type:	Other											

Cycle Length: 100	
Actuated Cycle Length: 100	
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:WBEB, Start of Green	
Natural Cycle: 150	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 1.41	
Intersection Signal Delay: 132.4	Intersection LOS: F
Intersection Capacity Utilization 216.4%	ICU Level of Service H
Analysis Period (min) 15	
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	
dl Defacto Left Lane. Recode with 1 though lane as a left lane.	
! Phase conflict between lane groups.	

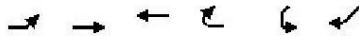
Splits and Phases: 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

 ø2 57 s	 ø4 43 s
 ø6 43 s	



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations	↔↔	↑↑↑	↑↑↑↑			↔
Volume (vph)	242	2912	2786	0	0	408
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.6	3.6	3.3
Storage Length (m)	100.0			0.0	0.0	0.0
Storage Lanes	2			0	0	1
Taper Length (m)	7.5				7.5	
Lane Util. Factor	0.97	0.91	0.86	1.00	1.00	1.00
Frts						0.865
Flt Protected	0.950					
Satd. Flow (prot)	3193	4730	5850	0	0	1558
Flt Permitted	0.950					
Satd. Flow (perm)	3193	4730	5850	0	0	1558
Right Turn on Red				Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)						160
Link Speed (k/h)		60	60		60	
Link Distance (m)		412.0	217.7		93.9	
Travel Time (s)		24.7	13.1		5.6	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	150%	150%	150%	150%	150%	150%
Heavy Vehicles (%)	6%	6%	8%	2%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	395	4748	4542	0	0	665
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	395	4748	4542	0	0	665
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		6.6	3.2		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.04	1.04	1.00	1.00	1.04
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Number of Detectors	1	2	2			1
Detector Template	Left	Thru	Thru			Right
Leading Detector (m)	2.0	10.0	10.0			2.0
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Size(m)	2.0	0.6	0.6			2.0
Detector 1 Type	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex			CI+Ex
Detector 1 Channel						
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 2 Position(m)		9.4	9.4			
Detector 2 Size(m)		0.6	0.6			
Detector 2 Type		CI+Ex	CI+Ex			
Detector 2 Channel						
Detector 2 Extend (s)		0.0	0.0			
Turn Type	Prot	NA	NA			Free
Protected Phases	7	4	8			
Permitted Phases						Free
Detector Phase	7	4	8			
Switch Phase						





Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0			
Minimum Split (s)	8.0	20.0	20.0			
Total Split (s)	16.0	90.0	74.0			
Total Split (%)	17.8%	100.0%	82.2%			
Maximum Green (s)	12.0	86.0	70.0			
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5			
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5			
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0			
Total Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0			
Lead/Lag	Lead		Lag			
Lead-Lag Optimize?	Yes		Yes			
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0			
Recall Mode	None	C-Max	None			
Walk Time (s)		5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)		11.0	11.0			
Pedestrian Calls (#/hr)		0	0			
Act Effct Green (s)	12.0	90.0	70.0			90.0
Actuated g/C Ratio	0.13	1.00	0.78			1.00
w/c Ratio	0.93	1.00	1.00			0.43
Control Delay	68.8	16.1	23.8			0.9
Queue Delay	0.0	0.0	9.7			0.0
Total Delay	68.8	16.1	33.4			0.9
LOS	E	B	C			A
Approach Delay		20.2	33.4			
Approach LOS		C	C			
90th %ile Green (s)	12.0	86.0	70.0			
90th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
70th %ile Green (s)	12.0	86.0	70.0			
70th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
50th %ile Green (s)	12.0	86.0	70.0			
50th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
30th %ile Green (s)	12.0	86.0	70.0			
30th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
10th %ile Green (s)	12.0	86.0	70.0			
10th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
Stops (vph)	320	32	3188			0
Fuel Used(l)	43	211	258			13
CO Emissions (g/hr)	787	3913	4779			242
NOx Emissions (g/hr)	153	761	930			47
VOC Emissions (g/hr)	183	907	1108			56
Dilemma Vehicles (#)	0	0	224			0
Queue Length 50th (m)	37.2	-2.5	184.7			0.0
Queue Length 95th (m)	#64.8	#26.4	#271.7			0.0
Internal Link Dist (m)		388.0	193.7		69.9	
Turn Bay Length (m)	100.0					
Base Capacity (vph)	426	4730	4550			1558
Starvation Cap Reductn	0	0	137			0
Spillback Cap Reductn	0	0	0			0
Storage Cap Reductn	0	0	0			0
Reduced w/c Ratio	0.93	1.00	1.03			0.43

**Intersection Summary**

Area Type: Other

Cycle Length: 90	
Actuated Cycle Length: 90	
Offset: 20 (22%), Referenced to phase 4:EBT, Start of Green	
Natural Cycle: 90	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 1.00	
Intersection Signal Delay: 24.7	Intersection LOS: C
Intersection Capacity Utilization 87.7%	ICU Level of Service E
Analysis Period (min) 15	
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	

Splits and Phases: 6: Javier Prado Este



	→	↘	↙	←	↗	↖
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Lane Configurations	↑↑↑		↘↘	↑↑↑		↖
Volume (vph)	3631	0	434	2600	0	127
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.6	3.3	3.3	3.6	3.3
Storage Length (m)		0.0	100.0		0.0	0.0
Storage Lanes		0	2		0	1
Taper Length (m)			7.5		7.5	
Lane Util. Factor	0.91	1.00	0.97	0.91	1.00	1.00
Friction						0.865
Fit Protected			0.950			
Satd. Flow (prot)	4730	0	3134	4643	0	1558
Fit Permitted			0.950			
Satd. Flow (perm)	4730	0	3134	4643	0	1558
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)						184
Link Speed (k/h)	60			60	60	
Link Distance (m)	224.9			287.2	78.3	
Travel Time (s)	13.5			17.2	4.7	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	150%	150%	150%	150%	150%	150%
Heavy Vehicles (%)	6%	2%	8%	8%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	5920	0	708	4239	0	207
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	5920	0	708	4239	0	207
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	2.0			6.6	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.00	1.04	1.04	1.00	1.04
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Number of Detectors	2		1	2		1
Detector Template	Thru		Left	Thru		Right
Leading Detector (m)	10.0		2.0	10.0		2.0
Trailing Detector (m)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Position(m)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Size(m)	0.6		2.0	0.6		2.0
Detector 1 Type	CI+Ex		CI+Ex	CI+Ex		CI+Ex
Detector 1 Channel						
Detector 1 Extend (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 2 Position(m)	9.4			9.4		
Detector 2 Size(m)	0.6			0.6		
Detector 2 Type	CI+Ex			CI+Ex		
Detector 2 Channel						
Detector 2 Extend (s)	0.0			0.0		
Turn Type	NA		Prot	NA		Free
Protected Phases	4		3	8		
Permitted Phases						Free
Detector Phase	4		3	8		
Switch Phase						





Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Minimum Initial (s)	4.0		4.0	4.0		
Minimum Split (s)	20.0		8.0	20.0		
Total Split (s)	122.0		28.0	150.0		
Total Split (%)	81.3%		18.7%	100.0%		
Maximum Green (s)	118.0		24.0	146.0		
Yellow Time (s)	3.5		3.5	3.5		
All-Red Time (s)	0.5		0.5	0.5		
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0	0.0		
Total Lost Time (s)	4.0		4.0	4.0		
Lead/Lag	Lag		Lead			
Lead-Lag Optimize?	Yes		Yes			
Vehicle Extension (s)	3.0		3.0	3.0		
Recall Mode	None		None	C-Max		
Walk Time (s)	5.0			5.0		
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0		
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0		
Act Effct Green (s)	118.0		24.0	150.0	150.0	
Actuated g/C Ratio	0.79		0.16	1.00	1.00	
v/c Ratio	1.59		1.41	0.91	0.13	
Control Delay	287.6		241.4	3.7	0.2	
Queue Delay	0.0		0.0	0.0	0.0	
Total Delay	287.6		241.4	3.7	0.2	
LOS	F		F	A	A	
Approach Delay	287.6			37.7		
Approach LOS	F			D		
90th %ile Green (s)	118.0		24.0	146.0		
90th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
70th %ile Green (s)	118.0		24.0	146.0		
70th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
50th %ile Green (s)	118.0		24.0	146.0		
50th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
30th %ile Green (s)	118.0		24.0	146.0		
30th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
10th %ile Green (s)	118.0		24.0	146.0		
10th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
Stops (vph)	3565		489	5	0	
Fuel Used(l)	1427		153	109	4	
CO Emissions (g/hr)	26391		2830	2010	77	
NOx Emissions (g/hr)	5136		551	391	15	
VOC Emissions (g/hr)	6120		656	466	18	
Dilemma Vehicles (#)	114		0	0	0	
Queue Length 50th (m)	-965.2		-152.9	0.0	0.0	
Queue Length 95th (m)	#957.1		#193.8	0.0	0.0	
Internal Link Dist (m)	200.9			263.2	54.3	
Turn Bay Length (m)			100.0			
Base Capacity (vph)	3721		501	4643	1558	
Starvation Cap Reductn	0		0	0	0	
Spillback Cap Reductn	0		0	0	0	
Storage Cap Reductn	0		0	0	0	
Reduced v/c Ratio	1.59		1.41	0.91	0.13	

**Intersection Summary**

Area Type: Other

Lanes, Volumes, Timings  
 9: Javier Prado Este

Año 30  
 17/06/2021

Cycle Length: 150	
Actuated Cycle Length: 150	
Offset: 20 (13%), Referenced to phase 8:WBT, Start of Green	
Natural Cycle: 150	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 1.59	
Intersection Signal Delay: 170.6	Intersection LOS: F
Intersection Capacity Utilization 130.5%	ICU Level of Service H
Analysis Period (min) 15	
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	

Splits and Phases: 9: Javier Prado Este



Lanes, Volumes, Timings  
 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

Año 40  
 17/06/2021

	→	↘	←	↙	↖	↑	↗	↘	↓	↙	↖	↗	
Lane Group	EBT	EBR2	WBT	WBR2	NBL2	NBT	NBR2	SBL2	SBT	SBR2	SEL2	NWL2	
Lane Configurations	↑↑↑↑	↗	↑↑↑↑	↗		↗	↗		↗	↗	↗	↗	
Volume (vph)	2740	172	2174	426	612	448	127	891	94	408	242	434	
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	
Lane Width (m)	3.3	3.6	3.3	3.6	3.6	3.0	3.0	3.6	3.3	3.3	3.3	3.3	
Storage Length (m)													
Storage Lanes													
Taper Length (m)													
Lane Util. Factor	0.86	1.00	0.86	1.00	0.95	0.95	1.00	0.95	0.95	1.00	0.97	0.97	
Frnt	0.850		0.850		0.850		0.850		0.850		0.850		
Fit Protected						0.972				0.957	0.950		0.950
Satd. Flow (prot)	5961	1524	5850	1495	0	3211	1478	0	3274	1531	3193	3134	
Fit Permitted						0.972				0.957	0.950		0.950
Satd. Flow (perm)	5961	1524	5850	1495	0	3211	1478	0	3274	1531	3193	3134	
Right Turn on Red	Yes			Yes			Yes			Yes			
Satd. Flow (RTOR)	88		242		75		260						
Link Speed (k/h)	60		60		60		60						
Link Distance (m)	217.7		224.9		218.4		276.0						
Travel Time (s)	13.1		13.5		13.1		16.6						
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	
Growth Factor	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	
Heavy Vehicles (%)	6%	6%	8%	8%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	6%	8%	
Adj. Flow (vph)	5123	322	4064	796	1144	838	237	1666	176	763	452	811	
Shared Lane Traffic (%)													
Lane Group Flow (vph)	5123	322	4064	796	0	1982	237	0	1842	763	452	811	
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	
Lane Alignment	Left	Right	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	
Median Width(m)	3.2		2.0		0.0		0.0						
Link Offset(m)	0.0												
Crosswalk Width(m)	4.8		4.8		4.8		4.8						
Two way Left Turn Lane													
Headway Factor	1.04	1.00	1.04	1.00	1.00	1.09	1.00	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	
Turning Speed (k/h)	15		15		25		15		25		25		
Number of Detectors	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	
Detector Template	Thru	Right	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Thru	Right	Left	Left	
Leading Detector (m)	10.0	2.0	10.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0	10.0	2.0	2.0	2.0	
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Size(m)	0.6	2.0	0.6	2.0	2.0	0.6	2.0	2.0	0.6	2.0	2.0	2.0	
Detector 1 Type	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex	
Detector 1 Channel													
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Detector 2 Position(m)	9.4		9.4		9.4		9.4						
Detector 2 Size(m)	0.6		0.6		0.6		0.6						
Detector 2 Type	CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex		CI+Ex						
Detector 2 Channel													
Detector 2 Extend (s)	0.0		0.0		0.0		0.0						
Turn Type	NA	Free	NA	Free	Split	NA	Free	Split	NA	Free	Prot	Prot	
Protected Phases	2		2		8!		8!		4!		4!		
Permitted Phases	Free		Free		Free		Free		Free		2		
Detector Phase	2		2		8		8		4		4		
Switch Phase													

Lanes, Volumes, Timings  
 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

Año 40  
 17/06/2021







Lane Group	EBT	EBR2	WBT	WBR2	NBL2	NBT	NBR2	SBL2	SBT	SBR2	SEL2	NWL2
Minimum Initial (s)	4.0		4.0		4.0	4.0		4.0	4.0		4.0	4.0
Minimum Split (s)	20.0		20.0		8.0	8.0		20.0	20.0		20.0	20.0
Total Split (s)	69.0		69.0		51.0	51.0		51.0	51.0		69.0	69.0
Total Split (%)	57.5%		57.5%		42.5%	42.5%		42.5%	42.5%		57.5%	57.5%
Maximum Green (s)	65.0		65.0		47.0	47.0		47.0	47.0		65.0	65.0
Yellow Time (s)	3.5		3.5		3.5	3.5		3.5	3.5		3.5	3.5
All-Red Time (s)	0.5		0.5		0.5	0.5		0.5	0.5		0.5	0.5
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0			0.0			0.0		0.0	0.0
Total Lost Time (s)	4.0		4.0			4.0			4.0		4.0	4.0
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Vehicle Extension (s)	3.0		3.0		3.0	3.0		3.0	3.0		3.0	3.0
Recall Mode	C-Max		C-Max		None	None		None	None		C-Max	C-Max
Walk Time (s)	5.0		5.0					5.0	5.0		5.0	5.0
Flash Dont Walk (s)	11.0		11.0					11.0	11.0		11.0	11.0
Pedestrian Calls (#/hr)	0		0					0	0		0	0
Act Effct Green (s)	65.0	120.0	65.0	120.0		47.0	120.0		47.0	120.0	65.0	65.0
Actuated g/C Ratio	0.54	1.00	0.54	1.00		0.39	1.00		0.39	1.00	0.54	0.54
w/c Ratio	1.59	0.21	1.28	0.53		1.77dl	0.16		2.49dl	0.50	0.26	0.48
Control Delay	290.4	0.3	156.6	1.4		291.5	0.2		231.4	1.2	15.2	18.2
Queue Delay	8.7	0.0	8.7	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
Total Delay	299.1	0.3	165.3	1.4		291.5	0.2		231.4	1.2	15.2	18.2
LOS	F	A	F	A		F	A		F	A	B	B
Approach Delay	281.4		138.5			260.4			164.0			
Approach LOS	F		F			F			F			
90th %ile Green (s)	65.0		65.0		47.0	47.0		47.0	47.0		65.0	65.0
90th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
70th %ile Green (s)	65.0		65.0		47.0	47.0		47.0	47.0		65.0	65.0
70th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
50th %ile Green (s)	65.0		65.0		47.0	47.0		47.0	47.0		65.0	65.0
50th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
30th %ile Green (s)	65.0		65.0		47.0	47.0		47.0	47.0		65.0	65.0
30th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
10th %ile Green (s)	65.0		65.0		47.0	47.0		47.0	47.0		65.0	65.0
10th %ile Term Code	Coord		Coord		Max	Max		Max	Max		Coord	Coord
Stops (vph)	3298	0	2951	0		1296	0		1263	0	213	442
Fuel Used(l)	1249	6	619	15		485	4		383	17	20	41
CO Emissions (g/hr)	23099	105	11451	279		8978	77		7091	323	377	759
NOx Emissions (g/hr)	4495	20	2228	54		1747	15		1380	63	73	148
VOC Emissions (g/hr)	5357	24	2655	65		2082	18		1644	75	87	176
Dilemma Vehicles (#)	124	0	121	0		48	0		49	0	0	0
Queue Length 50th (m)	-526.0	0.0	-371.8	0.0		-367.3	0.0		-326.0	0.0	29.5	61.4
Queue Length 95th (m)	#536.2	0.0	#388.2	0.0		#411.5	0.0		#370.5	0.0	39.8	77.8
Internal Link Dist (m)	193.7		200.9			194.4			252.0			
Turn Bay Length (m)		100.0		150.0								
Base Capacity (vph)	3229	1524	3169	1495		1258	1478		1282	1531	1730	1698
Starvation Cap Reductn	39	0	47	0		0	0		0	0	0	0
Spillback Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Storage Cap Reductn	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0
Reduced w/c Ratio	1.61	0.21	1.30	0.53		1.58	0.16		1.44	0.50	0.26	0.48

Intersection Summary

Area Type: Other

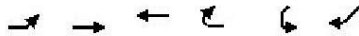
Cycle Length: 120	
Actuated Cycle Length: 120	
Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2:WBEB, Start of Green	
Natural Cycle: 150	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 1.59	
Intersection Signal Delay: 197.2	Intersection LOS: F
Intersection Capacity Utilization 246.1%	ICU Level of Service H
Analysis Period (min) 15	
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	
dl Defacto Left Lane. Recode with 1 though lane as a left lane.	
! Phase conflict between lane groups.	

Splits and Phases: 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

 2	 4
69 s	51 s
 8	 8
51 s	51 s



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Lane Configurations						
Volume (vph)	242	2912	2786	0	0	408
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.6	3.6	3.3
Storage Length (m)	100.0			0.0	0.0	0.0
Storage Lanes	2			0	0	1
Taper Length (m)	7.5				7.5	
Lane Util. Factor	0.97	0.91	0.86	1.00	1.00	1.00
Frts						0.865
Flt Protected	0.950					
Satd. Flow (prot)	3193	4730	5850	0	0	1558
Flt Permitted	0.950					
Satd. Flow (perm)	3193	4730	5850	0	0	1558
Right Turn on Red				Yes		Yes
Satd. Flow (RTOR)						149
Link Speed (k/h)		60	60		60	
Link Distance (m)		412.0	217.7		93.9	
Travel Time (s)		24.7	13.1		5.6	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	172%	172%	172%	172%	172%	172%
Heavy Vehicles (%)	6%	6%	8%	2%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	452	5444	5209	0	0	763
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	452	5444	5209	0	0	763
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		6.6	3.2		0.0	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.04	1.04	1.00	1.00	1.04
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Number of Detectors	1	2	2			1
Detector Template	Left	Thru	Thru			Right
Leading Detector (m)	2.0	10.0	10.0			2.0
Trailing Detector (m)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Position(m)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Size(m)	2.0	0.6	0.6			2.0
Detector 1 Type	CI+Ex	CI+Ex	CI+Ex			CI+Ex
Detector 1 Channel						
Detector 1 Extend (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0	0.0	0.0			0.0
Detector 2 Position(m)		9.4	9.4			
Detector 2 Size(m)		0.6	0.6			
Detector 2 Type		CI+Ex	CI+Ex			
Detector 2 Channel						
Detector 2 Extend (s)		0.0	0.0			
Turn Type	Prot	NA	NA			Free
Protected Phases	7	4	8			
Permitted Phases						Free
Detector Phase	7	4	8			
Switch Phase						



Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SWL	SWR
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	4.0			
Minimum Split (s)	8.0	20.0	20.0			
Total Split (s)	22.0	140.0	118.0			
Total Split (%)	15.7%	100.0%	84.3%			
Maximum Green (s)	18.0	136.0	114.0			
Yellow Time (s)	3.5	3.5	3.5			
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5			
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0	0.0			
Total Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0			
Lead/Lag	Lead		Lag			
Lead-Lag Optimize?	Yes		Yes			
Vehicle Extension (s)	3.0	3.0	3.0			
Recall Mode	None	C-Max	None			
Walk Time (s)		5.0	5.0			
Flash Dont Walk (s)		11.0	11.0			
Pedestrian Calls (#/hr)		0	0			
Act Effct Green (s)	18.0	140.0	114.0		140.0	
Actuated g/C Ratio	0.13	1.00	0.81		1.00	
w/c Ratio	1.10	1.15	1.09		0.49	
Control Delay	129.2	77.6	61.6		1.1	
Queue Delay	0.0	0.0	20.0		0.0	
Total Delay	129.2	77.6	81.6		1.1	
LOS	F	E	F		A	
Approach Delay		81.5	81.6			
Approach LOS		F	F			
90th %ile Green (s)	18.0	136.0	114.0			
90th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
70th %ile Green (s)	18.0	136.0	114.0			
70th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
50th %ile Green (s)	18.0	136.0	114.0			
50th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
30th %ile Green (s)	18.0	136.0	114.0			
30th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
10th %ile Green (s)	18.0	136.0	114.0			
10th %ile Term Code	Max	Coord	Coord			
Stops (vph)	357	119	3948			0
Fuel Used(l)	68	482	445			15
CO Emissions (g/hr)	1253	8915	8237			281
NOx Emissions (g/hr)	244	1735	1603			55
VOC Emissions (g/hr)	291	2067	1910			65
Dilemma Vehicles (#)	0	0	156			0
Queue Length 50th (m)	~76.9	~158.1	~496.9			0.0
Queue Length 95th (m)	#112.4	#160.1	#500.6			0.0
Internal Link Dist (m)		388.0	193.7		69.9	
Turn Bay Length (m)	100.0					
Base Capacity (vph)	411	4730	4764			1558
Starvation Cap Reductn	0	0	189			0
Spillback Cap Reductn	0	0	0			0
Storage Cap Reductn	0	0	0			0
Reduced w/c Ratio	1.10	1.15	1.14			0.49

**Intersection Summary**

Area Type: Other

Lanes, Volumes, Timings  
 6: Javier Prado Este

Año 40  
 17/06/2021

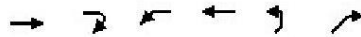
Cycle Length: 140	
Actuated Cycle Length: 140	
Offset: 20 (14%), Referenced to phase 4:EBT, Start of Green	
Natural Cycle: 140	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 1.15	
Intersection Signal Delay: 76.4	Intersection LOS: E
Intersection Capacity Utilization 100.1%	ICU Level of Service G
Analysis Period (min) 15	
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	

Splits and Phases: 6: Javier Prado Este





	→	↘	↙	←	↗	↖
Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Lane Configurations	↑↑↑		↘↘	↑↑↑		↖
Volume (vph)	3631	0	434	2600	0	127
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.6	3.3	3.3	3.6	3.3
Storage Length (m)		0.0	100.0		0.0	0.0
Storage Lanes		0	2		0	1
Taper Length (m)			7.5		7.5	
Lane Util. Factor	0.91	1.00	0.97	0.91	1.00	1.00
Friction						0.865
Fit Protected			0.950			
Satd. Flow (prot)	4730	0	3134	4643	0	1558
Fit Permitted			0.950			
Satd. Flow (perm)	4730	0	3134	4643	0	1558
Right Turn on Red		Yes				Yes
Satd. Flow (RTOR)						207
Link Speed (k/h)	60			60	60	
Link Distance (m)	224.9			287.2	78.3	
Travel Time (s)	13.5			17.2	4.7	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	172%	172%	172%	172%	172%	172%
Heavy Vehicles (%)	6%	2%	8%	8%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	6788	0	811	4861	0	237
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	6788	0	811	4861	0	237
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	2.0			6.6	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.00	1.04	1.04	1.00	1.04
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Number of Detectors	2		1	2		1
Detector Template	Thru		Left	Thru		Right
Leading Detector (m)	10.0		2.0	10.0		2.0
Trailing Detector (m)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Position(m)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Size(m)	0.6		2.0	0.6		2.0
Detector 1 Type	CI+Ex		CI+Ex	CI+Ex		CI+Ex
Detector 1 Channel						
Detector 1 Extend (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Queue (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 1 Delay (s)	0.0		0.0	0.0		0.0
Detector 2 Position(m)	9.4			9.4		
Detector 2 Size(m)	0.6			0.6		
Detector 2 Type	CI+Ex			CI+Ex		
Detector 2 Channel						
Detector 2 Extend (s)	0.0			0.0		
Turn Type	NA		Prot	NA		Free
Protected Phases	4		3	8		
Permitted Phases						Free
Detector Phase	4		3	8		
Switch Phase						



Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NEL	NER
Minimum Initial (s)	4.0		4.0	4.0		
Minimum Split (s)	20.0		8.0	20.0		
Total Split (s)	119.0		31.0	150.0		
Total Split (%)	79.3%		20.7%	100.0%		
Maximum Green (s)	115.0		27.0	146.0		
Yellow Time (s)	3.5		3.5	3.5		
All-Red Time (s)	0.5		0.5	0.5		
Lost Time Adjust (s)	0.0		0.0	0.0		
Total Lost Time (s)	4.0		4.0	4.0		
Lead/Lag	Lag		Lead			
Lead-Lag Optimize?	Yes		Yes			
Vehicle Extension (s)	3.0		3.0	3.0		
Recall Mode	None		None	C-Max		
Walk Time (s)	5.0			5.0		
Flash Dont Walk (s)	11.0			11.0		
Pedestrian Calls (#/hr)	0			0		
Act Effct Green (s)	115.0		27.0	150.0	150.0	
Actuated g/C Ratio	0.77		0.18	1.00	1.00	
v/c Ratio	1.87		1.44	1.05	0.15	
Control Delay	413.4		249.5	30.8	0.2	
Queue Delay	0.0		0.0	0.0	0.0	
Total Delay	413.4		249.5	30.8	0.2	
LOS	F		F	C	A	
Approach Delay	413.4			62.1		
Approach LOS	F			E		
90th %ile Green (s)	115.0		27.0	146.0		
90th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
70th %ile Green (s)	115.0		27.0	146.0		
70th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
50th %ile Green (s)	115.0		27.0	146.0		
50th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
30th %ile Green (s)	115.0		27.0	146.0		
30th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
10th %ile Green (s)	115.0		27.0	146.0		
10th %ile Term Code	Coord		Max	Coord		
Stops (vph)	3814		554	39	0	
Fuel Used(l)	2232		180	219	5	
CO Emissions (g/hr)	41287		3325	4048	89	
NOx Emissions (g/hr)	8034		647	788	17	
VOC Emissions (g/hr)	9574		771	939	21	
Dilemma Vehicles (#)	111		0	0	0	
Queue Length 50th (m)	~1182.8		~177.0	~51.8	0.0	
Queue Length 95th (m)	#1163.5		#218.8	#56.5	0.0	
Internal Link Dist (m)	200.9			263.2	54.3	
Turn Bay Length (m)			100.0			
Base Capacity (vph)	3626		564	4643	1558	
Starvation Cap Reductn	0		0	0	0	
Spillback Cap Reductn	0		0	0	0	
Storage Cap Reductn	0		0	0	0	
Reduced v/c Ratio	1.87		1.44	1.05	0.15	

**Intersection Summary**

Area Type: Other

Cycle Length: 150	
Actuated Cycle Length: 150	
Offset: 20 (13%), Referenced to phase 8:WBT, Start of Green	
Natural Cycle: 150	
Control Type: Actuated-Coordinated	
Maximum v/c Ratio: 1.87	
Intersection Signal Delay: 248.7	Intersection LOS: F
Intersection Capacity Utilization 148.6%	ICU Level of Service H
Analysis Period (min) 15	
~ Volume exceeds capacity, queue is theoretically infinite. Queue shown is maximum after two cycles.	
# 95th percentile volume exceeds capacity, queue may be longer. Queue shown is maximum after two cycles.	

Splits and Phases: 9: Javier Prado Este



**Anexo 07I:** Reportes de resultados Synchro 8.0, variable Bypass.

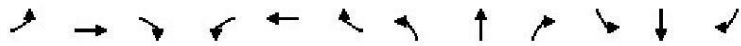
Intersection				
Intersection Delay (sec/veh)	821.8			
Intersection LOS	F			
Approach	EB	WB	NB	SB
Entry Lanes	4	3	2	2
Conflicting Circle Lanes	3	3	3	3
Adjusted Approach Flow (vph)	0	0	1290	1513
Demand Flow Rate (pc/h)	0	0	1316	1543
Vehicles Circulating (pc/h)	1657	1577	1571	1292
Vehicles Exiting (pc/h)	1178	1310	956	1455
Follow-Up Headway (s)	3.186	3.186	3.186	3.186
Ped Vol. Crossing Leg (#/hr)	0	0	0	0
Ped Capacity Adjustment	1.000	1.000	1.000	1.000
Approach Delay (sec/veh)	0.0	0.0	856.3	792.5
Approach LOS	-	-	F	F
Lane	Left		Right	
Designated moves	LT	TR	LT	TR
Assumed Moves	L	TR	L	TR
Right Turn Channelized				
Lane Utilization	0.515	0.485	0.640	0.360
Critical Headway (s)	5.193	5.193	5.193	5.193
Entry Flow Rate (pc/h)	678	638	987	556
Capacity, Entry Lane (pc/h)	235	235	310	310
Entry HV Adjustment Factor	0.981	0.980	0.981	0.980
Flow Rate, Entry (vph)	665	625	968	545
Capacity, Entry (vph)	230	230	304	304
Volume to Capacity Ratio	2.887	2.717	3.180	1.791
Control Delay (sec/veh)	893.1	817.2	1014.6	397.9
Level of Service	F	F	F	F
95th-Percentile Queue (veh)	59	54	87	36

Lanes, Volumes, Timings

Año base

2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

17/06/2021



Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑↑	↑		↑↑↑			↑↑			↑↑	
Volume (vph)	242	164	172	434	43	426	612	448	127	891	94	408
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.0	3.6	3.6	3.0	3.6
Lane Util. Factor	0.91	0.91	1.00	0.91	0.91	0.91	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frt			0.850		0.929			0.984			0.956	
Fit Protected		0.971			0.977			0.975			0.969	
Satd. Flow (prot)	0	3804	1056	0	3952	0	0	3169	0	0	3060	0
Fit Permitted		0.971			0.977			0.975			0.969	
Satd. Flow (perm)	0	3804	1056	0	3952	0	0	3169	0	0	3060	0
Link Speed (k/h)		60			60			60			60	
Link Distance (m)		121.2			311.5			218.0			274.7	
Travel Time (s)		7.3			18.7			13.1			16.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	53%	2%	53%	20%	2%	20%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	263	178	187	472	47	463	665	487	138	968	102	443
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	441	187	0	982	0	0	1290	0	0	1513	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.09	1.00	1.00	1.09	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Sign Control		Yield			Yield			Yield			Yield	

Intersection Summary

Area Type: Other

Control Type: Roundabout

Intersection Capacity Utilization 134.4%

ICU Level of Service H

Analysis Period (min) 15

Intersection					
Intersection Delay (sec/veh) 1309.1					
Intersection LOS F					
Approach	EB	WB	NB	SB	
Entry Lanes	4	3	2	2	
Conflicting Circle Lanes	3	3	3	3	
Adjusted Approach Flow (vph)	0	0	1470	1726	
Demand Flow Rate (pc/h)	0	0	1499	1760	
Vehicles Circulating (pc/h)	1890	1798	1792	1473	
Vehicles Exiting (pc/h)	1343	1493	1090	1659	
Follow-Up Headway (s)	3.186	3.186	3.186	3.186	
Ped Vol. Crossing Leg (#/hr)	0	0	0	0	
Ped Capacity Adjustment	1.000	1.000	1.000	1.000	
Approach Delay (sec/veh)	0.0	0.0	1393.2	1237.4	
Approach LOS	-	-	F	F	
Lane	Left		Right		
Designated moves	LT	TR	LT	TR	
Assumed Moves	L	TR	L	TR	
Right Turn Channelized					
Lane Utilization	0.516	0.484	0.640	0.360	
Critical Headway (s)	5.193	5.193	5.193	5.193	
Entry Flow Rate (pc/h)	773	726	1126	634	
Capacity, Entry Lane (pc/h)	188	188	259	259	
Entry HV Adjustment Factor	0.981	0.981	0.980	0.981	
Flow Rate, Entry (vph)	758	712	1104	622	
Capacity, Entry (vph)	185	185	254	254	
Volume to Capacity Ratio	4.106	3.856	4.347	2.448	
Control Delay (sec/veh)	1447.3	1335.5	1543.6	693.8	
Level of Service	F	F	F	F	
95th-Percentile Queue (veh)	75	70	110	51	



Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	242	164	172	434	43	426	612	448	127	891	94	408
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.0	3.6	3.6	3.0	3.6
Lane Util. Factor	0.91	0.91	1.00	0.91	0.91	0.91	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frt			0.850		0.929			0.984				0.956
Fit Protected		0.971			0.977			0.975				0.969
Satd. Flow (prot)	0	3804	1056	0	3951	0	0	3169	0	0	3060	0
Fit Permitted		0.971			0.977			0.975				0.969
Satd. Flow (perm)	0	3804	1056	0	3951	0	0	3169	0	0	3060	0
Link Speed (k/h)		60			60			60				60
Link Distance (m)		121.2			311.5			218.0				274.7
Travel Time (s)		7.3			18.7			13.1				16.5
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%	114%
Heavy Vehicles (%)	53%	2%	53%	20%	2%	20%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	300	203	213	538	53	528	758	555	157	1104	116	506
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	503	213	0	1119	0	0	1470	0	0	1726	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0				0.0
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0				0.0
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8				4.8
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.09	1.00	1.00	1.09	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Sign Control		Yield			Yield			Yield			Yield	
<b>Intersection Summary</b>												
Area Type:	Other											
Control Type:	Roundabout											
Intersection Capacity Utilization	151.3%						ICU Level of Service H					
Analysis Period (min)	15											



Intersection					
Intersection Delay (sec/veh) 2117.2					
Intersection LOS F					
Approach	EB	WB	NB	SB	
Entry Lanes	4	3	2	2	
Conflicting Circle Lanes	3	3	3	3	
Adjusted Approach Flow (vph)	0	0	1690	1984	
Demand Flow Rate (pc/h)	0	0	1724	2024	
Vehicles Circulating (pc/h)	2173	2067	2061	1692	
Vehicles Exiting (pc/h)	1543	1718	1254	1907	
Follow-Up Headway (s)	3.186	3.186	3.186	3.186	
Ped Vol. Crossing Leg (#/hr)	0	0	0	0	
Ped Capacity Adjustment	1.000	1.000	1.000	1.000	
Approach Delay (sec/veh)	0.0	0.0	2309.4	1953.4	
Approach LOS	-	-	F	F	
Lane	Left		Right		
Designated moves	LT	TR	LT	TR	
Assumed Moves	L	TR	L	TR	
Right Turn Channelized					
Lane Utilization	0.515	0.485	0.639	0.361	
Critical Headway (s)	5.193	5.193	5.193	5.193	
Entry Flow Rate (pc/h)	888	836	1294	730	
Capacity, Entry Lane (pc/h)	144	144	208	208	
Entry HV Adjustment Factor	0.981	0.980	0.981	0.980	
Flow Rate, Entry (vph)	871	819	1269	715	
Capacity, Entry (vph)	141	141	204	204	
Volume to Capacity Ratio	6.172	5.811	6.219	3.508	
Control Delay (sec/veh)	2388.0	2225.8	2391.9	1175.6	
Level of Service	F	F	F	F	
95th-Percentile Queue (veh)	95	88	137	68	

Lanes, Volumes, Timings  
 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

Año 20  
 17/06/2021

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	242	164	172	434	43	426	612	448	127	891	94	408
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.0	3.6	3.6	3.0	3.6
Lane Util. Factor	0.91	0.91	1.00	0.91	0.91	0.91	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frt			0.850		0.929			0.984				0.956
Fit Protected		0.971			0.977			0.975				0.969
Satd. Flow (prot)	0	3804	1056	0	3951	0	0	3169	0	0	3060	0
Fit Permitted		0.971			0.977			0.975				0.969
Satd. Flow (perm)	0	3804	1056	0	3951	0	0	3169	0	0	3060	0
Link Speed (k/h)		60			60			60				60
Link Distance (m)		121.2			311.5			218.0				274.7
Travel Time (s)		7.3			18.7			13.1				16.5
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%	131%
Heavy Vehicles (%)	53%	2%	53%	20%	2%	20%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	345	234	245	618	61	607	871	638	181	1269	134	581
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	579	245	0	1286	0	0	1690	0	0	1984	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0				0.0
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0				0.0
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8				4.8
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.09	1.00	1.00	1.09	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Sign Control		Yield			Yield			Yield			Yield	
<b>Intersection Summary</b>												
Area Type:	Other											
Control Type:	Roundabout											
Intersection Capacity Utilization	171.9%						ICU Level of Service H					
Analysis Period (min)	15											

Intersection					
Intersection Delay (sec/veh) 3394.4					
Intersection LOS F					
Approach	EB	WB	NB	SB	
Entry Lanes	4	3	2	2	
Conflicting Circle Lanes	3	3	3	3	
Adjusted Approach Flow (vph)	0	0	1935	2271	
Demand Flow Rate (pc/h)	0	0	1974	2316	
Vehicles Circulating (pc/h)	2488	2367	2358	1939	
Vehicles Exiting (pc/h)	1767	1965	1434	2183	
Follow-Up Headway (s)	3.186	3.186	3.186	3.186	
Ped Vol. Crossing Leg (#/hr)	0	0	0	0	
Ped Capacity Adjustment	1.000	1.000	1.000	1.000	
Approach Delay (sec/veh)	0.0	0.0	3786.3	3060.5	
Approach LOS	-	-	F	F	
Lane	Left		Right		
Designated moves	LT	TR	LT	TR	
Assumed Moves	L	TR	L	TR	
Right Turn Channelized					
Lane Utilization	0.516	0.484	0.640	0.360	
Critical Headway (s)	5.193	5.193	5.193	5.193	
Entry Flow Rate (pc/h)	1018	956	1482	834	
Capacity, Entry Lane (pc/h)	107	107	163	163	
Entry HV Adjustment Factor	0.980	0.981	0.980	0.981	
Flow Rate, Entry (vph)	998	937	1453	818	
Capacity, Entry (vph)	105	105	159	159	
Volume to Capacity Ratio	9.523	8.943	9.118	5.131	
Control Delay (sec/veh)	3912.5	3651.8	3705.8	1914.2	
Level of Service	F	F	F	F	
95th-Percentile Queue (veh)	115	107	165	86	

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Volume (vph)	242	164	172	434	43	426	612	448	127	891	94	408
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.0	3.6	3.6	3.0	3.6
Lane Util. Factor	0.91	0.91	1.00	0.91	0.91	0.91	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frt			0.850		0.929			0.984				0.956
Fit Protected		0.971			0.977			0.975				0.969
Satd. Flow (prot)	0	3803	1056	0	3951	0	0	3169	0	0	3060	0
Fit Permitted		0.971			0.977			0.975				0.969
Satd. Flow (perm)	0	3803	1056	0	3951	0	0	3169	0	0	3060	0
Link Speed (k/h)		60			60			60				60
Link Distance (m)		121.2			311.5			218.0				274.7
Travel Time (s)		7.3			18.7			13.1				16.5
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%	150%
Heavy Vehicles (%)	53%	2%	53%	20%	2%	20%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	395	267	280	708	70	695	998	730	207	1453	153	665
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	662	280	0	1473	0	0	1935	0	0	2271	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0				0.0
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0				0.0
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8				4.8
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.09	1.00	1.00	1.09	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Sign Control		Yield			Yield			Yield			Yield	
<b>Intersection Summary</b>												
Area Type:	Other											
Control Type:	Roundabout											
Intersection Capacity Utilization	194.9%						ICU Level of Service H					
Analysis Period (min)	15											

Intersection				
Intersection Delay (sec/veh) 5576.8				
Intersection LOS F				
Approach	EB	WB	NB	SB
Entry Lanes	4	3	2	2
Conflicting Circle Lanes	3	3	3	3
Adjusted Approach Flow (vph)	0	0	2219	2605
Demand Flow Rate (pc/h)	0	0	2264	2657
Vehicles Circulating (pc/h)	2852	2714	2704	2222
Vehicles Exiting (pc/h)	2027	2254	1646	2502
Follow-Up Headway (s)	3.186	3.186	3.186	3.186
Ped Vol. Crossing Leg (#/hr)	0	0	0	0
Ped Capacity Adjustment	1.000	1.000	1.000	1.000
Approach Delay (sec/veh)	0.0	0.0	6396.6	4878.5
Approach LOS	-	-	F	F
Lane	Left		Right	
Designated moves	LT	TR	LT	TR
Assumed Moves	L	TR	L	TR
Right Turn Channelized				
Lane Utilization	0.515	0.485	0.639	0.361
Critical Headway (s)	5.193	5.193	5.193	5.193
Entry Flow Rate (pc/h)	1167	1097	1699	958
Capacity, Entry Lane (pc/h)	76	76	122	122
Entry HV Adjustment Factor	0.980	0.980	0.981	0.981
Flow Rate, Entry (vph)	1144	1075	1666	939
Capacity, Entry (vph)	74	74	120	120
Volume to Capacity Ratio	15.429	14.504	13.872	7.822
Control Delay (sec/veh)	6598.3	6182.0	5859.5	3138.8
Level of Service	F	F	F	F
95th-Percentile Queue (veh)	137	128	196	106

Lanes, Volumes, Timings  
 2: Golf Los Incas/Las Palmeras & Javier Prado Este

Año 40  
 17/06/2021

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations		↑↑↑	↑		↑↑↑			↑↑			↑↑	
Volume (vph)	242	164	172	434	43	426	612	448	127	891	94	408
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.0	3.6	3.6	3.0	3.6
Lane Util. Factor	0.91	0.91	1.00	0.91	0.91	0.91	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Frt			0.850		0.929			0.984				0.956
Fit Protected		0.971			0.977			0.975				0.969
Satd. Flow (prot)	0	3805	1056	0	3951	0	0	3169	0	0	3060	0
Fit Permitted		0.971			0.977			0.975				0.969
Satd. Flow (perm)	0	3805	1056	0	3951	0	0	3169	0	0	3060	0
Link Speed (k/h)		60			60			60				60
Link Distance (m)		121.2			311.5			218.0				274.7
Travel Time (s)		7.3			18.7			13.1				16.5
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%	172%
Heavy Vehicles (%)	53%	2%	53%	20%	2%	20%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Adj. Flow (vph)	452	307	322	811	80	796	1144	838	237	1666	176	763
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	759	322	0	1687	0	0	2219	0	0	2605	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			0.0				0.0
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0				0.0
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8				4.8
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.09	1.00	1.00	1.09	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Sign Control		Yield			Yield			Yield			Yield	

Intersection Summary	
Area Type:	Other
Control Type:	Roundabout
Intersection Capacity Utilization	221.5%
ICU Level of Service	H
Analysis Period (min)	15