



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Alternativas de diseño vial para la disminución de congestión de tráfico mediante el software vissim, Óvalo de Habich, Lima - 2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil**

AUTORA:

Novoa Luna, Sheyla Estefani (ORCID: 0000-0003-2141-9284)

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Quiero dedicar la presente tesis a mis padres, Segunda Luna Escobedo y Javier Novoa Flores, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y haberme apoyado siempre.

A mi hermano Miguel Ángel Novoa Luna, que estuvo conmigo siempre dando ánimos y mucho aliento, a mi hermano que en paz descanse Rolando Novoa Luna, que desde un principio siempre confió en mí.

A mi hija Mariana Arleth Atusparia Novoa, por tenerme la paciencia y entender los motivos que a veces no pude estar con ella.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme el don de la perseverancia y por no permitirme rendirme en los momentos difíciles.

Al ingeniero Omart Tello Malpartida por su paciencia, su valioso tiempo, sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral.

INDICE

Carátula.....	i
Índice de contenido.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO	15
III. METODOLOGÍA	25
3.1. Tipo y diseño de investigación	25
3.2. Variables y operacionalización	25
3.3. Población, muestra y muestreo	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.5. Procedimientos	28
3.6. Método de análisis de datos	30
3.7. Aspectos éticos	31
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN	78
VII. CONCLUSIONES	78
VII. RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS	84
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fichas técnicas.....	27
Tabla 2. Validación.....	27
Tabla 3. Fichas técnica N° 2.....	36
Tabla 4. Cantidad de vehículos por acceso	49
Tabla 5. Parámetros de Wiedemann por defecto de Vissim	51
Tabla 6. Parámetros de Wiedemann de Vissim utilizados.....	51
Tabla 7. Cuadro resumen de resultados de las corridas del software Vissim	53
Tabla 8. Resultados de herramientas Statkey para la Ruta 1	55
Tabla 9. Resultados de herramienta Statkey para la Ruta 2.....	55
Tabla 10. Resultados de herramienta Statkey para la Ruta 3.....	56
Tabla 11. Resultados de herramienta Statkey para la Ruta 4.....	56
Tabla 12. Resultados de herramienta Statkey para la Ruta 5	57
Tabla 13. Resultados de herramienta Statkey para la Ruta 6.....	57
Tabla 14. Señales verticales.....	59
Tabla 15. Señales horizontales	59
Tabla 16. Incoherencia en el diseño.....	60
Tabla 17. Características de la pintura blanca	63
Tabla 18. Características de la pintura amarilla	64
Tabla 19. Nivel de servicio del óvalo Habich	65
Tabla 20. Tiempo de cruce de intersección	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 21. Rutas de acceso al óvalo Habich.....	¡Error! Marcador no definido.1
Tabla 22. Volumen vehicular (cantidad de vehículos).....	73
Tabla 23. Cálculo de nodos	¡Error! Marcador no definido.5

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelos según nivel de detalle de análisis.	19
Figura 2. Intervalos y espacionamientos en una corriente de tráfico.	21
Figura 3. Concepto de variables entre vehículos.	22
Figura 4. Geometría de un óvalo.	29
Figura 5. Lugar de grabación hecha por una cámara.	33
Figura 6. Foto desde arriba hecha con la ayuda de un dron.	34
Figura 7. Puntos en el cual se encontraban los policías de tránsito.	34
Figura 8. Movimientos permitidos en la Avenida Alfredo Mendiola de Norte a Sur.	37
Figura 9. Movimientos permitidos en la Avenida Alfredo Mendiola de Sur a Norte.	37
Figura 10. Movimientos permitidos en la Avenida Eduardo de Habich de Este a Oeste.	38
Figura 11. Movimientos permitidos en la Avenida Lima de Oeste a Este.	38
Figura 12. Parámetros geométricos de una rotonda.	39
Figura 13. Panorama de la Avenida Alfredo Mendiola.	40
Figura 14. Panorama de la Avenida Eduardo de Habich.	41
Figura 15. Sección de vía de la Avenida Alfredo Mendiola de Norte a Sur.	44
Figura 16. Sección de vía de la Avenida Alfredo Mendiola de Sur a Norte.	44
Figura 17. Sección de vía de la Avenida Eduardo de Habich de este a oeste.	44
Figura 18. Sección de vía de la Avenida Lima de este a oeste.	45
Figura 19. Selección de carriles en el Óvalo de Habich.	46
Figura 20. Composición del tráfico.	47
Figura 21. Área con velocidad reducida.	47
Figura 22. Ubicación de las líneas de parada semafórica.	48
Figura 23. Rutas estáticas.	49
Figura 24. Parámetros de simulación.	50
Figura 25. Zonificación del distrito de San Martín de Porres.	58
Figura 26. Simulación del óvalo Habich en el software Vissim.	64
Figura 27. Topografía de la zona del proyecto.	67
Figura 28. Replanteo.	68
Figura 29. Conflictos vehiculares de la rotonda propuesta.	69

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Flujo de diseño según Manual Roundabouts	66
Gráfico 2. Tiempo de cruce de intersección (segundos).....	70
Gráfico 3. Rutas de acceso al óvalo Habich	72
Gráfico 4. Volumen vehicular (cantidad de vehículos)	73
Gráfico 5. Cálculo de nodos.....	76

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar en qué medidas las alternativas de diseño vial disminuyen la congestión de tráfico. El tipo de investigación es aplicada y el diseño es cuasiexperimental. La población estuvo compuesta por las intersecciones de las avenidas que se encontraron en el óvalo de Habich, cuya muestra fue la intersección de la Av. Alfredo Mendiola con Av. Eduardo de Habich. Como herramientas de análisis se utilizaron las fichas técnicas. En esta investigación se ha utilizado los datos obtenidos en campo para realizar la microsimulación en el software Vissim. Como principal conclusión respecto al tiempo de cruce de intersección se determinó que el tiempo válido es de 123 segundos, con la presencia de policías de tránsito y semáforos; respecto a las rutas de acceso, todas las rutas deben de tener mayor visibilidad en las señales y letreros informativos, como también utilizar la mayor medida permitida en sus carriles para el aumento de capacidad de vehículos, respecto al volumen vehicular, para la disminución de este, se debería de implementar más señales y semáforos, como también hallar nuevas rutas de acceso, respecto al número de nodos, evitar que el número de servicio sea el "F", ya que el tiempo de demora sería mayor.

Palabras Clave: alternativas de diseño vial, congestión de tráfico, óvalo de Habich

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine to what extent road design alternatives reduce traffic congestion. The type of research is applied and the design is quasi-experimental. The population was made up of the intersections of the avenues that were found in the Habich oval, whose sample was the intersection of Av. Alfredo Mendiola with Av. Eduardo de Habich. The technical sheets were used as analysis tools. In this research, the data obtained in the field has been used to perform the microsimulation in the Vissim software. As the main conclusion regarding the intersection crossing time, it was determined that the valid time is 123 seconds, with the presence of traffic police and traffic lights; Regarding the access routes, all routes must have greater visibility in the signs and informational signs, as well as use the greatest measure allowed in their lanes to increase vehicle capacity, with respect to vehicle volume, to decrease this , more signals and semaphores should be implemented, as well as finding new access routes, regarding the number of nodes, avoiding that the service number is the "F", since the delay time would be longer.

Keywords: road design alternatives, traffic congestion, Habich oval

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años en toda América, la congestión vehicular se ha convertido en un gran problema. Los inconvenientes se han exhibido en las planificaciones urbanas de las ciudades de los países que están en crecimiento, afectando así a la calidad de vida de los ciudadanos. Su principal expresión es la demora de la circulación de las rutas de los vehículos, el cual se ve reflejado en el gran tiempo que se toma un viaje vehicular, el alto gasto de combustible y la contaminación sonora, visual y atmosférica. “El incremento de tráfico de manera desordenada representa afectaciones para el desarrollo de las ciudades, la sustentabilidad, turismo, productividad y el estilo de vida de sus pobladores” [1]

En la mayoría de las ciudades donde se realizan análisis sobre movilidad vehicular, se utilizan contadores mecánicos activados por tubos neumáticos, este sistema presenta notables desventajas, no permiten clasificar los volúmenes por tipo de vehículo y por movimiento de giro; no hacen el conteo de peatones ni ciclistas, resultan ser costosos por el desgaste que sufren y están propuesto al desprendimiento y vandalismo. Así mismo los peatones, que llegan ser parte del contexto social, suelen pasar varias horas del día en medio de la congestión vehicular, viéndolo incluso como un verdadero dolor de cabeza. Pasajeros y conductores deben enfrentarse a diario con el desorden y la contaminación. Las personas están sometidas a ese mismo rigor, así que pueden acumular, y pueden terminar estresados. “Una de las alternativas para poder combatir la congestión de tráfico vial, es realizar una gestión de la demanda que mitigue y/o controle la congestión de vehículos en las zonas congestionadas, y a un futuro se genere una regularización de movilidad de forma sistemática y controlada” [2]

En la actualidad, en Lima, se puede observar el excesivo aumento del tráfico y de la congestión de vehicular en los últimos años. Existen diferentes problemas de inspección para el tráfico vehicular, que son generados por un mal diseño de la problemática y mal propuesta de soluciones que segura ayudar con la disminución de esta. El tráfico se ha vuelto un problema tan serio que algunas personas prefieren transportarse a pie a sus puntos de llegada, que esperar sentada más de media hora en un vehículo. Cada año mueren 1.25 millones de personas alrededor

del mundo, gracias a los accidentes vehiculares, este es una de las consecuencias también de la congestión de tráfico. [3]

Considerando que esta evaluación requiere un manejo de gran cantidad de información se utilizará el software vissim 9.0, que nos permitirá realizar una microsimulación del comportamiento operacional del flujo vehicular y podremos analizar la situación actual del tráfico de dicho lugar, dándonos un resultado puntual de las condiciones del tráfico; y esto se aplicará en el óvalo Habich.

Entonces el problema general es: ¿En qué medida las alternativas de diseño vial disminuyen la congestión de tráfico mediante el software vissim 9.0, Óvalo Habich, Lima – 2020?

La presente investigación permitirá determinar las soluciones para disminuir a la problemática de congestión de tráfico en el óvalo de Habich, procedimiento que se podría ejecutar en otros lugares que existan similares condiciones de tráfico.

Por otra parte, esta investigación permitirá, solucionando el problema de la congestión de tráfico, disminuir el tiempo de viaje como también el tiempo de espera de los usuarios que circulen por dicho ovalo. También ayudará a minimizar a la contaminación sonora y ambiental.

El objetivo general del proyecto de investigación es: Determinar en qué medida las alternativas de diseño vial disminuyen la congestión de tráfico, mediante el software vissim 9.0, Óvalo Habich, Lima – 2020.

Dentro de los objetivos específicos encontramos:

- Determinar en qué medida las alternativas de diseño vial disminuyen el tiempo de espera, Óvalo Habich – 2020
- Determinar en qué medida las alternativas de diseño vial hallan el cálculo de velocidades, Óvalo Habich, Lima – 2020
- Determinar en qué medida las alternativas de diseño vial disminuyen el volumen vehicular, Óvalo de Habich, Lima – 2020
- Determinar en qué medida las alternativas de diseño vial realiza el cálculo de nodos, Óvalo de Habich, Lima – 2020.

La hipótesis principal es: Las alternativas de diseño vial disminuye la congestión de tráfico mediante el software vissim 9.0, Óvalo Habich, Lima - 2020.

Desprendiéndose en hipótesis específicos:

- Las alternativas de diseño vial disminuyen el tiempo de espera, Óvalo Habich, Lima – 2020 Las alternativas de diseño vial disminuyen hallan el cálculo de velocidades, Óvalo Habich, Lima – 2020
- Las alternativas de diseño vial disminuyen el volumen vehicular, Óvalo de Habich, Lima – 2020
- Las alternativas de diseño vial realizan el cálculo de nodos, Óvalo de Habich, Lima – 2020

II. MARCO TEÓRICO

Contamos con los siguientes antecedentes que se relacionan con los indicadores correspondientes:

Delzo (2018), en su investigación titulada *Propuesta de diseño geométrico y señalización del tramo 5 de la red vial vecinal empalme ruta AN-111-Tingo Chico, provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, Departamento de Huánuco*. Tuvo como objetivo de investigación, plantear el planteamiento geométrico de 10 kilómetros a la altura de asfaltado y la señalización del Tramo 5 (Nuevas Flores – Quivilla – Tingo Chico, Emp. R3N) de la trama vial vecinal Empalme Ruta AN-111 – Huamanín – Progreso – Poque – Llata – Cochapata - Nuevas Flores, Provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, Huánuco. Fue un estudio de tipo aplicado experimental. La población fue la región Huánuco. La muestra fue 24,500 habitantes de Huánuco. Los principales resultados fueron, que la trama, hoy en día es una trocha carrozable, que viene hacer un camino de tercera clase a la altura de asfaltado trazada en 40 Kph incrementando en 15 Kph la velocidad con la que se desplaza el consumidor hoy en día. Se ha declarado un ancho de calzada 6 m y pendientes longitudinales en la ordenanza de 3.5%. Se concluyó que el tráfico de la carretera mencionado en el IMDA de aquí a 17 años sería de 245 vehículos por día entre, ellos el 85% serían de transportes ligeros y el 15% de transporte pesados; y así también que la proyección planeada tiene un largo de 10.6 kilómetros iniciando en la progresiva 58 + 300 y terminando en la progresiva 68 + 907 [4].

Cereceda y Román (2018), en su investigación titulada *Rediseño geométrico aplicando la canalización de las intersecciones de la Av. Universitaria con la Av. Los Alisos y de la Av. Universitaria con la Av. Naranjal para reducir la congestión vehicular*. Tuvo como objetivo de investigación analizar dos cruces de la Avenida Universitaria con la Avenida. Los Alisos y la Av. Naranjal. Fue un estudio de tipo aplicado experimental, la población de estudio fue la intersección de la Av. Universitaria con la Av. Los Alisos y de la Av. Universitaria con la Av. Naranjal; los instrumentos empleados fueron el software Synchro 8.0 y el cuestionario. Los principales resultados fueron, referente a la intersección de la Avenida Universitaria con la Avenida Naranjal, el cálculo manual nos arrojó 121 segundos de atraso y nivel de servicio F, mientras la validación con la Synchro arrojó, 174 segundos y

nivelación de función F, cuando se hizo la modelación arrojó una propuesta de demora de 68s, y un nivel de servicio E. Se concluyó que los cálculos de campo no se adecuan exactamente al programa SYNCHRO 8.0 debido a la falta de educación vial y a la conducción temeraria practicada en su mayoría en las calles limeñas y que en la Avenida Universitaria cuentan con varios paraderos de vehículos y dicha avenida solo cuenta con dos carriles. [5]

Pérez y Salazar (2013), en su investigación titulada *Analysis of vehicular traffic flow using a macroscopic model*. Tuvo como objetivo de investigación especificar la corriente vehicular en una congestión de tráfico y así se relaciona la ecuación que une el comportamiento característico del flujo vehicular y la densidad de dicho tráfico, también llamado con el nombre de relación fundamental. Fue un estudio de tipo aplicado, la población fue una vía urbana de Medellín, los instrumentos empleados fueron las ecuaciones de movimiento de vehículos. Los principales resultados fueron que si se puede aumentar el número del transporte que transita por la vía de una carretera (siempre y cuando que el acceso eso este controlado por un semáforo u otro medio de inspección), esto se puede hacer sin que se llega alborotar el tránsito vehicular. Se concluyó que la velocidad de un transporte debe estar relacionada con la densidad de dicho tráfico, a mayor congestión de tráfico la velocidad de los carros será menor y así viceversa, entonces, $s_j'(x) \leq 0$. [6]

Gonzales, Ruiz y Flores (2015), en su investigación titulada *Modelo predictivo microscópico de ruido y de tráfico urbano CMPTRU*. Tuvo como objetivo de investigación, obtener el nivel de aplastamiento sonoro en los lugares de agrícola los cuales pueden ser utilizados para hallar los niveles de contaminación de sonora como también para determinar las limitaciones del tráfico de la vía. Fue una investigación de diseño aplicada. Los principales resultados fueron que el aplastamiento sonora es hallado en diversos sitios a lo largo de la vía y en 7.5 metros del medio de la vía, como también las medidas son referentes a compresiones sonoras iguales (la media) durante un segundo ($L_{peq}(s)$) y en simulación determinamos la media de la L_p del instante a cada $\frac{1}{4}$ de s durante en el tiempo de 1 segundo. Se concluyó que el problema reside al nivel del modelo de procreación, de la extensión y a la hora de moldear la corriente de tránsito [7].

Solano y Terrones (2017), en su investigación titulada *Aplicación de la simulación matemática empelando el software vissim como herramienta en el control de tráfico en la intersección de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren, Distrito de Trujillo-La Libertad, Año 2017*. Tuvo como objetivo de investigación calcular si el uso de la simulación matemática utilizando vissim como instrumento en la inspección de transito ayuda al remedio vial en el cruce de la avenida César Vallejo y avenida José Mari Euguren. Fue una investigación de diseño cuasiexperimental, la población, fue los carros que se movilizan por la vía. El instrumento empleado fue la recolección de datos. Los principales resultados que se deberá de renovar la geometría vial de las vías de la Av. César Vallejo que basan en agrandar la berma del medio a 2.40 m. y cerrarlo con vallas que no accedan a la entrada de las personas en zonas que ellos no deberían de transitar; dichas vías medirán 3.3 metros, la cual entraría en el grupo de segunda clase; se colocará 4 paraderos en dicha avenida. Se concluyó que se debe de hacer una geometría muy bien proporcionada de la avenida César Vallejo, para llegar a conseguir una gran cantidad de elocuencia de cada uno de los transportes; se pondrá bases de hormigón verticalmente de 1,2 metros con un radio 7.5 centímetros, para prevenir a los ambulantes afueras de dichas, por el motivo que estas personas, llegan a instalarse en el espacio de las vías y también prevenir que las personas caminen por zonas que no deben.

Layza y Mejía (2017), en su investigación titulada *Transito y congestión vehicular en la contaminación sonora en vías de transporte público*. Tuvo como objetivo de investigación brindar información en el cual nos hable sobre la contaminación acústica, hecha por el estado de los vehículos en la ciudad de Trujillo. La investigación es de enfoque cuantitativo, del tipo correlacional, y el diseño de investigación es no experimental. La muestra fue el total de la población, 10 vías saturadas, en las cuales a través de un muestreo no probabilístico – discrecional se eligió un tramo de aproximadamente 200 metros en cada una de las vías. Los instrumentos empleados fueron las fichas de registro que ayudo a realizar algunas medidas de la nivelación del sonido en 10 sitios importantes en cada vía saturada mediante un sonómetro Tipo I y de forma simultánea se recogió datos del tránsito y congestión de los vehículos. Los principales resultados fueron que de la parte que se va a estudiar, de la avenida Los Incas hasta la venida Larco tiene velocidades

medias espaciales mínimo de 36 kilómetros por hora, el cual vendrían ser congestionada. Se concluyó que la congestión vehicular y el tránsito son relacionadas de manera recta y que el 30% de las vías repletas estudiadas tiene relación con la contaminación auditiva; otro 30% de vías da una relación de manera recta y de mucho significado de las cambiantes de la congestión de los vehículos y la contaminación auditiva [9].

Burgos (2017), en su investigación titulada *Análisis de alternativas de solución a la congestión vehicular en la autopista sur por Avenida Bosa (Bogotá-Colombia) con ayuda del software de microsimulación de tráfico Synchro*. Tuvo como objetivo de investigación, con la ayuda del software Synchro examinar opciones para el remedio a la congestión de tráfico en la avenida Bosa. Fue una investigación cuantitativa, porque se trabajó con el apoyo de la recolección de datos, se utilizó trabajos experimentales, empleando vínculo de correlación y de causalidad entre variables. Los principales resultados fueron que la ciclorruta permanece que se trabajó con el apoyo de la recolección de datos, se utilizó trabajos experimentales, empleando vínculo de correlación y de casualidad entre las variables. Se concluyó que la masa vehicular de mayor petición en el cruce de la Vía Sur y avenida Bosa es igual a 6424 vehículos mezclados por hora desde la capacidad dada, y que la mayor hora pedida es de 6:45 de la mañana hasta las 7:45 de la mañana [10].

Rodríguez (2015), de su investigación titulada *Evaluación del congestionamiento vehicular en intersecciones viales*. Tuvo como objetivo de investigación plantear un análisis para así poder reconocer la diversidad de elementos y así poder proyectar diferentes alternativas factibles para terminar o reducir la problemática. Fue un estudio de tipo descriptivo, instrumentos empleados fueron las páginas webs. Los principales resultados fueron, que las posibles soluciones para dicho problema son: la implementación de corredores no convencionales en cruces (USC), contraflujo, ejemplo de volteo en U, implementación de glorietas, medidas de mitigación para el congestionamiento vehicular. Se concluyó que hay diversidad en encontrar respuestas para poder subir el nivel de función de las vías, para arreglar el tráfico en estas, aunque el total de respuestas dadas pueden ser la solución a la problemática que se tiene, por ende, que se debe de tener claro todas las características que tiene la fabricación de un proyecto geométrico con la ayuda de

estudios anteriores y las propiedades de la zona de estudio, para poder contar con la respuesta correcta [11].

En relación con el marco teórico, se muestran algunos hallazgos importantes y a continuación se detallan:

La relación entre la velocidad de circulación y la seguridad es un aspecto altamente debatido entre la comunidad científica, los usuarios de las vías y los responsables de la puesta en marcha de políticas [36]

Modelos de seguimiento vehicular: estos modelos se basan en las decisiones de dos vehículos llamados, líder y seguidor. Dentro de los modelos encontraremos al modelo de la General Motors, distancia segura (Guipps), modelo de Wiedemann, modelo de la regresión lineal.

Dentro de los tipos de modelación de tráfico tenemos:

- Modelo microscópico: individualmente se analizan el movimiento de todos los vehículos, agregando a los factores propios de la relación con los vehículos restantes.
- Modelo macroscópico: explica la relación que hay entre velocidades, intensidad y densidad – variables, las cuales conciernen todo el grupo de carros en la corriente de la vía [12].
- Modelo mesoscópico: incorpora algunas características del modelo microscópico y macroscópico. Este modelo reconoce a un grupo de vehículos como una sola unidad, mientras que, para los giros, tiempos de entrada y salida son utilizados de manera igual, según el dispositivo simulado [13].

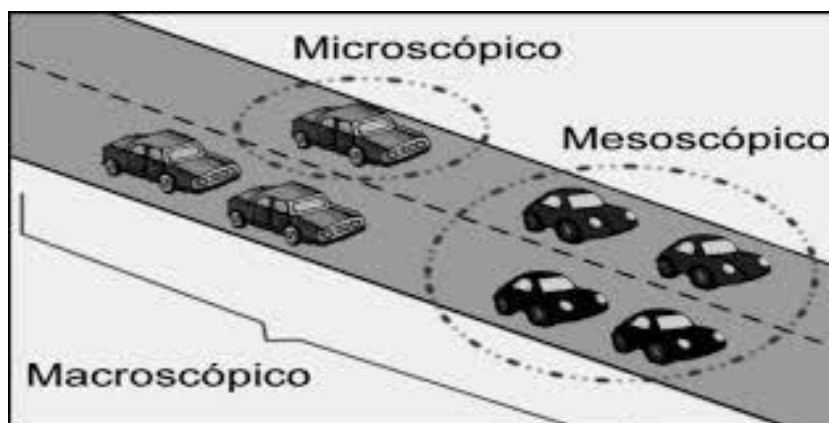


Figura 1. Modelos según nivel de detalle de análisis.

Dentro de las variables básicas de tráfico, encontramos:

- Flujo (q): también llamado volumen. Es el número n de carros que circulan en el punto s_0 durante el periodo T . Normalmente, se expresa en vehículos por hora [veh/h], lo que no implica necesariamente medir durante una hora.

$$q = \frac{n}{T}$$

- Velocidad media temporal (v_t): es el promedio aritmético de las velocidades instantáneas (pendientes de las trayectorias s - t) de los n vehículos que pasaron por s_0 durante el período T . Se suele calcular en kilómetros por hora [km/h].

$$v_t = \frac{1}{n} \sum_i v_i$$

- Intervalo medio (h): También llamado como headway. Es la media de los intervalos de tiempo h_i dividida en las pasadas de puntos homólogos de los vehículos (v.g., parachoques traseros). Mayormente se calcula en segundos [s].

$$h = \frac{1}{n} \sum_i h_i = \frac{T}{n} = \frac{1}{q}$$

Por consiguiente, el intervalo medio equivale al inverso del flujo que pasa por un punto de la vía en un período T .

- Concentración (k): llamada también densidad. Viene hacer el equivalente espacial del flujo. Incumbe a la cantidad n de vehículos observados en el instante t_0 en todo el tramo L . Se calcula en números de vehículos por kilómetro [veh/km].

$$k = \frac{n'}{L}$$

- Velocidad media espacial (v_s): se halla a partir del promedio de los tiempos t_i de viaje que le toma a cada vehículo recorrer un tramo L , en [km/h].

$$v_s = \frac{L}{\bar{t}} = \frac{L}{\frac{1}{n'} \sum_i t_i} = \frac{1}{\frac{1}{n'} \sum_i \left(\frac{t_i}{L}\right)} = \frac{1}{\frac{1}{n'} \sum_i \left(\frac{1}{v_i}\right)}$$

En conclusión, la velocidad media espacial concierne a la medida armónica de la rapidez fugaz de los carros en la parte de la vía (pendientes de las trayectorias $s-t$ en t_0)

- Espaciamiento promedio (s): llega hacer la media de los espaciamientos s_i examinados dividido en los puntos homólogos de los carros. Se calcula en metros [m].

$$s = \frac{1}{n'} \sum_i s_i = \frac{L}{n'} = \frac{1}{k}$$

El espaciamiento promedio es el inverso de la concentración de vehículos en un tramo L .

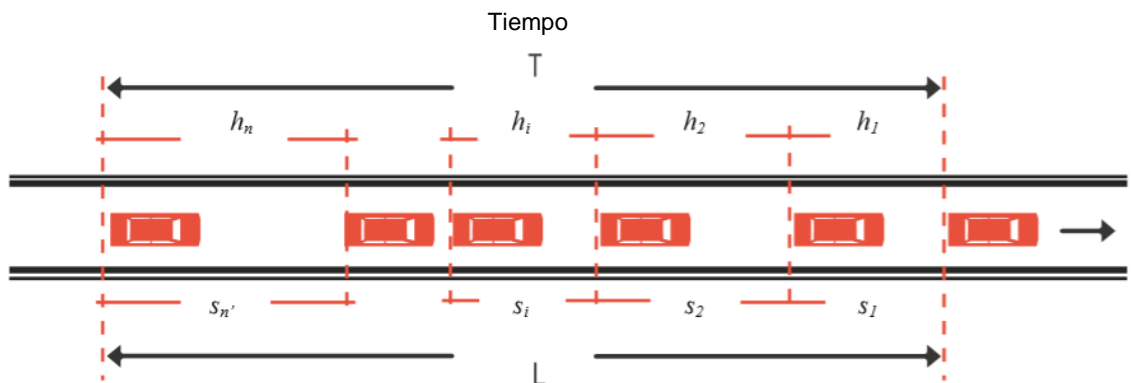


Figura 2. Intervalos y espaciamientos en una corriente de tráfico.

En la figura 5, observamos que las dimensiones espaciales (L , s_i) y temporales (T , h_i) no son coincidentes.

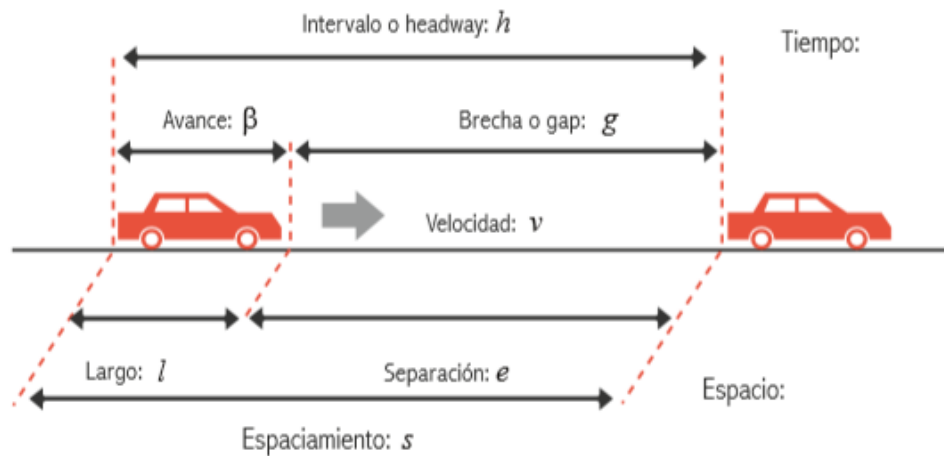


Figura 3. Concepto de variables entre vehículos.

“El software VISSIM es un modelo de microsimulación que se creó para diseñar el flujo vehicular y el trabajo que realizan los vehículos del sector público; el software ayuda con un modelo a simbolizar a todos los que usan las vías públicas como también estudia sus inflexiones: taxi, micros, u otros vehículos públicos, esto es gracias a que es un software líder en lo que se trata de simulación microscópica del tráfico. Aquellos modelos de conducta vehicular, científicamente avanzados y aprobados, brindan una simulación real de los agentes. Por ende, el software vissim 9.0 es un instrumento valioso que ayuda la revisión de las diversas opciones apoyada en el diseño y la planificación del tránsito y vehículos” [14]

Las redes de carreteras en VISSIM se pueden crear como carril orientado o orientado al espacio, es decir, los vehículos pueden moverse en cualquier lugar de la carretera sin restricciones de carril. Se pueden crear tipos de vehículos y se puede permitir el adelantamiento de vehículos en ambos lados. Todas estas funciones ayudan en el modelado de tráfico heterogéneo. VISSIM tiene muchas ventajas sobre otros programas de micro-simulación [37]

El software VISSIM determina la capacidad de carreteras de varios carriles en condiciones de flujo de tráfico mixto. Los datos de flujo de tráfico recopilados en una sección de una autopista dividida de cuatro carriles se utilizan para desarrollar la curva de flujo de velocidad. El mismo conjunto de datos de campo se usa en VISSIM y la curva de velocidad-flujo simulada se compara con la curva de campo.

Se descubrió que VISSIM en su forma original sobreestima tanto la velocidad como la capacidad de la carretera [38]

Uno de los softwares basados en modelos de seguimiento estocásticos y velocidades dinámicas que se utilizan para realizar las simulaciones es VISSIM. Este software presenta una interfaz visual de alta calidad que permite la observación del comportamiento del tráfico en diferentes escenarios incluyendo rotondas, y características geométricas, de tráfico y de comportamiento que han sido evaluadas. De esta forma, permite simular el comportamiento de cada vehículo dentro de la red [35]

La estimación de las emisiones de la red de transporte requiere multiplicar las estimaciones de la actividad de los vehículos en la carretera (por tipo de fuente y modo de operación) por las tasas de emisión aplicables para el tipo de fuente observado y las condiciones de operación. La combinación de ejecuciones de modelos de microsimulación con modelos de emisiones puede hacer posible evaluaciones rápidas en la planificación de la calidad del aire en el transporte [40]

El Vissim también sirve para la construcción de la red de carreteras, en Vissim, la red de carreteras se construye estrictamente de acuerdo con el mapa base. Es necesario determinar la escala antes de crear y conectar enlaces. La ruta de conducción del vehículo también debe ser creado con anticipación [33]

Para crear la representación más precisa de la situación actual en el software de simulación Vissim, es necesario medir la carga de tráfico en el campo. Visitar y observar el campo era necesario para reconocer todas las peculiaridades del área de estudio e imprimirlas en el modelo [34]

Por otro lado, la estimación de las emisiones de los vehículos en función del funcionamiento del vehículo segundo a segundo permite la integración de un modelo de simulación de tráfico microscópico con el último modelo de emisiones de fuentes móviles de la Agencia de Protección Ambiental de EE [39]

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, nivel explicativo. “La investigación aplicada se singulariza porque halla el modo o uso de los estudios obtenidos, a la hora que obtenemos otros estudios, luego de activar y organizar la practica fundamentada en investigación” [15]. La investigación usó teorías que se aplicaron, además buscó el establecimiento de causa-efecto.

El diseño de la investigación cuasiexperimental. “La finalidad del diseño cuasiexperimental es igual que la de experimentación, sin embargo, en esta, la persona que investiga, solo puede escoger modelos a raíz de sus cualidades intrínsecas de los sujetos que no llegan hacer directamente manejable (su sexo, edad, nivel educativo, etc)” [16]. Ya que en la investigación manipularemos dos variables.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Alternativas de diseño vial

Definición conceptual: “El modelo de una vía es la edificación de caminos y vías resistente, para una necesidad y bien del pueblo” [17]

Definición operacional: Con los datos obtenidos, se eligió la modelación adecuada, y se realizó una microsimulación para obtener las alternativas de diseño vial. [18]

Variable Dependiente: Disminución de congestión de tráfico mediante el software vissim

Definición conceptual: “La palabra congestión se puede definir como “causa y consecuencias de embotellar o embotellarse”, por ende “embotellar” se define como “atascar el paso o la comunicación de algo” que, en este caso vendría hacer el tránsito vehicular. Normalmente lo llaman así, por el hecho que se aprecia demasiados vehículos transitando y cada uno de estos lo hacen demasiado lento” [19]

Definición operacional: Realizamos pruebas de campo mediremos el tiempo de espera. Con los datos obtenidos de campo se calculó las velocidades, volumen, intensidad, en el software vissim 9.0 [20].

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es un grupo de tipos como también cosas que llegan a tener una o varias características en común, se encuentran en una superficie o propiedad, que cambian por el andar del tiempo [21]. Para este proyecto de investigación la población son las intersecciones de las avenidas que se encuentran en el Óvalo Habich.

Muestra

Es una parte que destaca de la población, con la cual se estudiará para llevar a cabo una investigación. Se debe de cumplir con una serie de pasos para hallar las propiedades de la muestra, podrían ser lógicas, formulas, etc. [22]. Para este proyecto de investigación se consideró como muestra la intersección de la Av. Alfredo Mendiola con Av. Eduardo de Habich, ya que es la intersección más afectada por la problemática, y además es la intersección en donde se movilizan los diferentes tipos de vehículos.

Muestreo

Los muestreos no aleatorios es una elección sin ningún procedimiento, tiene un punto de vista experto/autoridad, es un muestreo semi-probabilísticos, por cuotas y consecutivos. No permiten calcular errores de muestreo [23]. El presente proyecto de investigación tiene un muestreo no aleatorio, ya que la opción de los métodos no se fundamenta en la probabilidad, sino más bien en las causas vinculadas con las características del estudio elaborado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La observación experimental crea información que es supervisada por el investigador, ya que el investigador puede operar la o las variables. Es una valiosa técnica de investigación científica. Como instrumento se puede usar la hoja o ficha de registro de datos [24].

La técnica que se utilizó para este trabajo de investigación es la observación experimental, ya que operaremos las variables.

Instrumentos

Se considera a los instrumentos de recolección de datos como el medio que halla las técnicas, que se llegan a elaborar la recolección de los datos o las informaciones que se necesitan en el estudio con el fin de elaborarlos con la ayuda de métodos estadísticos y cuantificarlos [25].

El instrumento a utilizar en el presente proyecto de investigación es la ficha técnica de recolección de datos, que nos permitió recolectar los datos necesarios para la investigación, en este caso las fichas técnicas son las siguientes:

Anexo	N° de Ficha Técnica	Indicador
Anexo 3	Ficha Técnica N° 1	Cálculo de velocidades
Anexo 4	Ficha Técnica N° 2	Volumen vehicular (cantidad de vehículos)
Anexo 5	Ficha Técnica N° 3	Tiempo de espera (seg.)
Anexo 6	Ficha Técnica N° 4	Cálculo de nodos

Tabla 1. Fichas técnicas.

Validez

El juicio de expertos es un dictamen con base de personas con experiencias en el tema, personas que son vistas por otras personas como diestro destacados en éste, y que ayuden brindando información, evidencias y valoraciones. La elección de las personas que conforman parte del juicio de expertos en un proceso muy importante [26].

La validez para este proyecto de investigación se efectuó mediante la técnica del juicio de expertos, ya que las fichas técnicas de recolección de datos, fueron evaluadas por un grupo de expertos en el tema.

VALIDACIÓN			
Nombre y Apellido	CID	Sello y firma	Porcentaje
Ing.			
Ing.			
Ing.			
Promedio			

Tabla 2. Validación

Confiabilidad:

Grado en que un instrumento brinda conclusiones firmes y con sentido, es por ende que su uso dado a reiterar al mismo sujeto pueda dar conclusiones iguales [27].

Se validará la confiabilidad del presente proyecto de investigación mediante la licencia del software Vissim 9.0

3.5. Procedimientos

3.5.1. Fase 1: Recolección de datos de campo

- Aforo vehicular: Se realizó una videograbación desde el puente peatonal Municipal San Martín, ya que nos brinda el panorama completo del óvalo, dicha grabación nos hizo notar la presencia de policías de tránsito dirigiendo el tránsito vehicular, como también la señalización que hay (semáforos).
- Movimientos permitidos en el Óvalo: gracias a la videograbación, nos dimos cuenta de cuantos movimientos se permite dar en dicho óvalo, y porque avenida tenemos que pasar para llegar a nuestro destino. Se plasmó los movimientos permitidos en figuras, obtenidas gracias a la ayuda del Google Earth. Una vez obtenidas todos los movimientos permitidos, podremos ver cual tiene más flujo vehicular y cual no; como también que tipos de vehículos transitan por cada movimiento permitido.
- Geometría del sistema: se procede a realizar un levantamiento topográfico, y obtener medidas como el radio de entrada interno, radio de entrada externo, radio de salida interno, radio de salida externo, diámetro del óvalo, como también las cantidades de carriles y el ancho de cada uno.

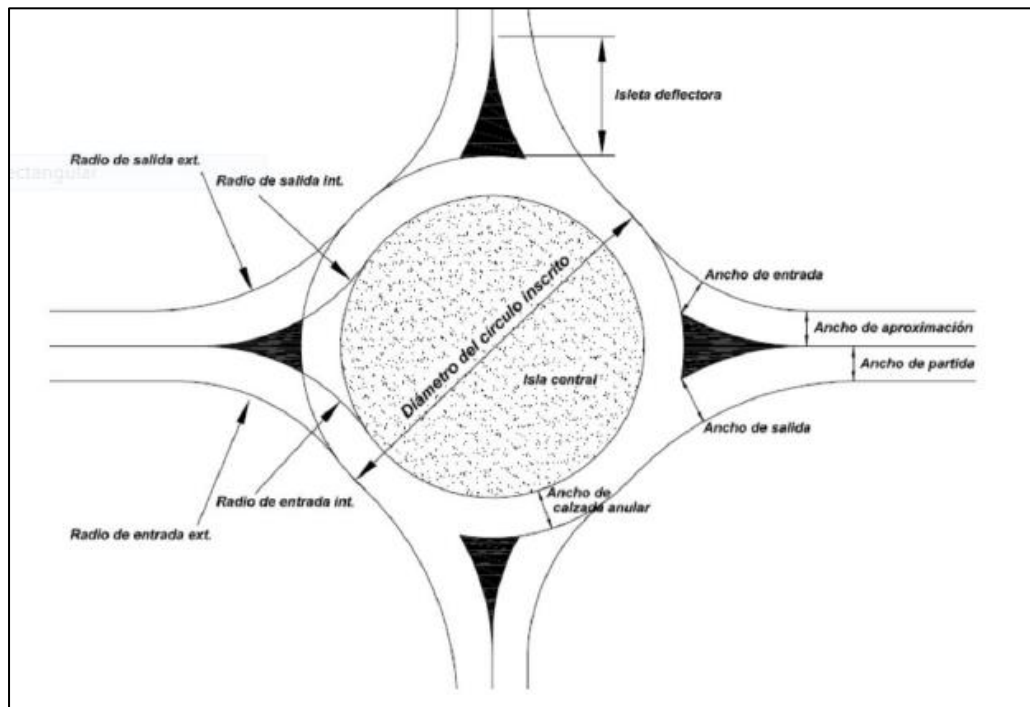


Figura 4. Geometría de un óvalo.

- Flujograma: se obtiene datos de campo, como cuáles son los puntos donde hay más flujo vehicular en ciertas horas claves y de cuanto dicho flujo.
- Tiempos de cruce de intersección: gracias a la obtención de los datos de los movimientos permitidos en el óvalo Habich, hallamos el tiempo de demora en los cruces.

3.5.2. Fase 2: Construcción del modelo

La información obtenida en la recolección de datos de campo, nos ayudó a identificar y representar a través del software vissim 9.0 (microsimulación) las condiciones de tránsito que existe en el óvalo de Habich, gracias a esos datos construiremos el modelo, en el cual nos brindará una animación del tránsito y flujo vehicular existente en dicho lugar.

3.5.3. Fase 3: Calibración del modelo

Se realizará diversas simulaciones hasta que se llegue a la validación, comparando dichas simulaciones y los parámetros de eficiencia de

flujo vehicular en diferentes días. Nos brindó la vista exacta del flujo vehicular en el óvalo Habich que se repite todos los días.

- Link y conectores: con la ayuda del levantamiento topográfico, se realizará las gráficas de las secciones transversales, el diseño, ancho y cantidad de carriles.
- Distribución de velocidades planificadas: con la ayuda del software se estableció rangos de velocidades con rutas modeladas
- Composición del tráfico: los modelos predeterminados en el software visim 10.0 nos brindó los tipos de vehículos en nuestro modelo
- Demanda de vehículos: gracias a la videograbación, a través de la opción “Vehicle inputs” se ingresó los volúmenes de cada acceso al óvalo Habich. Dichos volúmenes se ingresaron de acuerdo al tipo de vehículo (autos, transporte público, camiones, etc) y a los diferentes tipos de vehículos.

3.5.4 Fase 4: Propuesta de un nuevo diseño geométrico

Se realizó un nuevo diseño geométrico, se generaron nuevas rutas, se implementó un sistema de semaforización, con la finalidad de disminuir el tráfico; de acuerdo a las normas y leyes.

3.5.5. Fase 5: Evaluación de resultados

Se elaborará fichas técnicas de recolección de datos, que nos permitió elaborar tablas, cuadros de comparación de resultados de la disminución de congestión de tráfico en base a nuestros indicadores, tiempo de espera, cálculo de velocidades, volumen vehicular, intensidad de tráfico; para concluir con que se relaciona más la congestión de tráfico.

3.6. Método de análisis de datos

Método de análisis se entiende por el proceso mediante el cual se organiza y manipula la información recogida por los investigadores para establecer relaciones, interpretar, extraer significados y conclusiones [28].

La estadística descriptiva está constituida por el conjunto de instrumentos y temas relacionados con la descripción de colecciones de observaciones estadísticas, ya se refieran al total de la población o a una muestra de la misma [29].

Para este proyecto de investigación se utilizó clasificación y tabulaciones de la información, mediante cuadros y tablas. Se aplicó para el análisis estadístico, estadísticas descriptivas, que comprenden comparación de resultados, promedios, desviación estándar.

3.7. Aspectos éticos

En el presente proyecto de investigación se ha llegado a coleccionar información y datos de diferentes tipos de origen, como también de investigaciones previas, siendo un apoyo para la presente, las cuales fueron referenciadas de acuerdo a la Norma ISO 690: 2010 (E), respetando así la autoría de todas y el pensamiento de los autores descritos.

El uso de Turnitin sirve para descubrir la deshonestidad académica ha sido garantizado por diversos trabajos anteriores. Por ello, es muy relevante que esta herramienta está el efecto convincente que trabaja sobre los estudiantes, lo que recompensa en un aumento de trabajos únicos [30]. Como también se utilizó el TURNITIN para la respectiva comprobación de similitud con investigaciones anteriores

En esta investigación se respetará el derecho de autor, teniendo en cuenta la honestidad y total transparencia en todo el proyecto, de inicio a fin y se respetará la propiedad intelectual en la licencia del software vssim 9.0.

IV. RESULTADOS

4.1. Desarrollo del procedimiento

4.1.1. Recolección de datos de campo

4.1.1.1. Área de estudio

Se evaluó las carencias en el diseño, implementación y cuidado de los diversos mecanismos viales en la ciudad de Lima. Luego de analizar cada uno de las opciones, se elige como área de estudio el Óvalo de Habich (intersección de la Avenida Alfredo Mendiola con Avenida Eduardo de Habich).

En el Anexo N° 7, adjuntamos el plano de ubicación y curvas de nivel, que se obtuvo gracias al levantamiento topográfico.

4.1.1.2. Aforo vehicular

Para poder hallar el aforo vehicular de dicho óvalo, se tuvieron una serie de criterios y consideraciones:

- El aforo vehicular lo hallamos gracias a una videograbación que fue realizada con la ayuda de una cámara, el cual se tomó desde el puente peatonal “Municipal San Martín”, como también nos ayudamos con la grabación de un dron que nos sirvió para una vista más amplia.



Figura 5. Lugar de grabación hecha por una cámara



Figura 6. Foto desde arriba hecha con la ayuda de un dron

Se seleccionó el Puente Municipal San Martín, ya que fue el puente más cercano al área de estudio y el cual nos permitió grabar y tomar apuntes de un panorama más global. A la hora de realizar las grabaciones, se percató que no todos los días se contaba con la presencia de los policías de tránsito, había días en el cual había hasta 3 policías, el cual hacía que regule el flujo vehicular; como también había días en el cual no se presenciaba ni un policía de tránsito, el cual generaba que el tránsito vehicular empeore.



Figura 7. Puntos en el cual se encontraban los policías de tránsito

Teniendo en cuenta que el Óvalo de Habich es una intersección sin un sistema semafórica, la presencia de los policías de tránsito nos indica que el flujo vehicular es mayor al que fue diseñado.

Para la toma del aforo vehicular, se ha programado 9 horarios, los cuales se han considerados los más críticos, para evaluar como es el flujo vehicular en estos diferentes periodos de tiempo, de 6am a 7am, de 7am a 8am, de 8am a 9am, de 9am a 10am, 1pm a 2pm, de 2pm a 3pm, de 5pm a 6pm, de 6pm a 7pm, de 7pm a 8pm.

También dentro del aforo vehicular (conteo vehicular) se ha considerado los siguientes tipos de vehículos, autos, bus interprovincial, micro (couster), camión rural, moto lineal, mototaxi, taxis; se consideraron solo estos tipos de vehículos ya que fueron lo más vistos en la videograbación.

Se procedió a realizar el aforo vehicular en tres días diferentes por tres semanas. Los días fueron el lunes 31 de agosto del 2020, jueves 03 de septiembre del 2020, sábado 05 de septiembre del 2020, lunes 07 de septiembre del 2020, miércoles 09 de septiembre del 2020, sábado 12 de septiembre del 2020, lunes 14 de septiembre del 2020, jueves 17 de septiembre del 2020, sábado 19 de septiembre del 2020. De los nueve días programados, sólo 4 días se encontraron a tres policías de tránsito que ayudaron con la circulación del flujo vehicular. Se considera cada policía de tránsito como un semáforo, ya que brindan el mismo trabajo referente al flujo vehicular.

El formato que se utilizó para la recolección de datos del aforo vehicular, fue la ficha técnica N° 2.

CONTEO VEHICULAR							
HORA	TIPOS DE VEHICULOS						
	AUTOS	BUS INTERPROVINCIAL	MICRO (COUSTER)	CAMIÓN RURAL	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	TAXIS
6 a 7 am							
7 a 8 am							
8 a 9 am							
9 a 10 am							
1 a 2 pm							
2 a 3 pm							
5 a 6 pm							
6 a 7 pm							
7 a 8 pm							
TOTAL							

Tabla 3. Fichas técnica N° 2

- Se tomaron los tiempos en segundos tomando como muestra 50 vehículos en 6 rutas: Ruta 1, desde la Avenida Alfredo Mendiola hasta la Avenida Eduardo de Habich con una longitud de 390.67m; ruta 2, de la Avenida Lima hasta la Avenida Eduardo de Habich con una longitud de 273.78; ruta 3, de la Avenida Eduardo de Habich hasta la Avenida Lima, de este a oeste, con una longitud 280.91m; ruta 4, de la Avenida Eduardo de Habich hasta la Avenida Alfredo Mendiola, de norte a sur, con una longitud de 207.52m; ruta 5, de la Avenida Alfredo Mendiola continuando de frente de norte a sur, con una longitud 274.80m; ruta 6 de la Avenida Lima hasta la Avenida Alfredo Mendiola de norte a sur con una longitud de 154.74m.

4.1.1.3. Movimientos permitidos en el Óvalo

Como es normal en todo óvalo, cada uno de sus vías conduce a 4 movimientos, girar a la izquierda, girar a la derecha, continuar en la dirección de la vía principal, y un giro en U, para tomar la otra avenida. En este caso, el flujo vehicular que transita de norte a sur: se toma la primera salida del óvalo realizando un giro hacia la izquierda, ingresando a la Avenida Alfredo Mendiola; en la segunda salida se puede seguir de frente de norte a sur por la Avenida Alfredo Mendiola; en la tercera salida es de la Avenida Lima ir de frente hasta la Avenida Eduardo de Habich; la cuarta salida entrar por la Avenida Alfredo Mendiola, dar la vuelta por el óvalo y

salir por la Avenida Eduardo de Habich; la quinta salida es de la Avenida Alfredo Mendiola doblar a la derecha saliendo por la Lima.



Figura 8. Movimientos permitidos en la Avenida Alfredo Mendiola de Norte a Sur

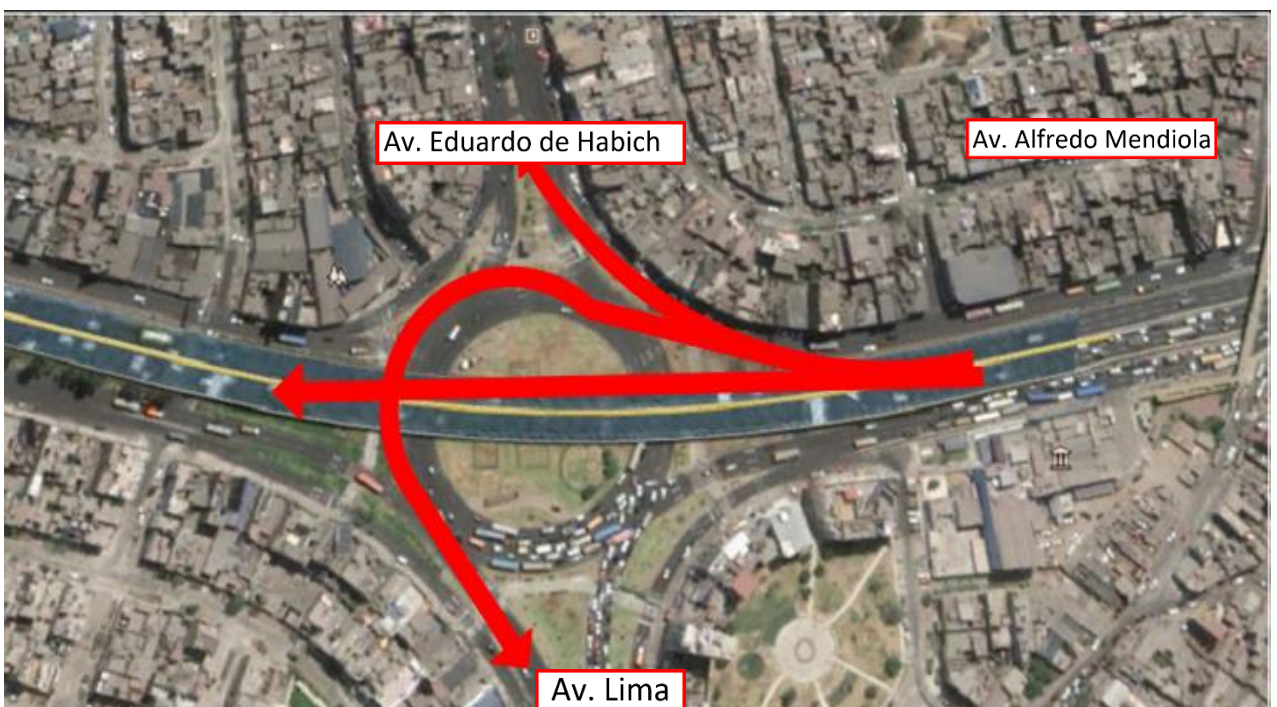


Figura 9. Movimientos permitidos en la Avenida Alfredo Mendiola de Sur a Norte



Figura 10. Movimientos permitidos en la Avenida Eduardo de Habich de Este a Oeste



Figura 11. Movimientos permitidos en la Avenida Lima de Oeste a Este

4.1.1.4. Geometría del sistema

La definición geométrica se completa con las provisiones para peatones y ciclistas, y que consisten básicamente en la definición y el acondicionamiento de itinerarios y puntos de cruce [31].

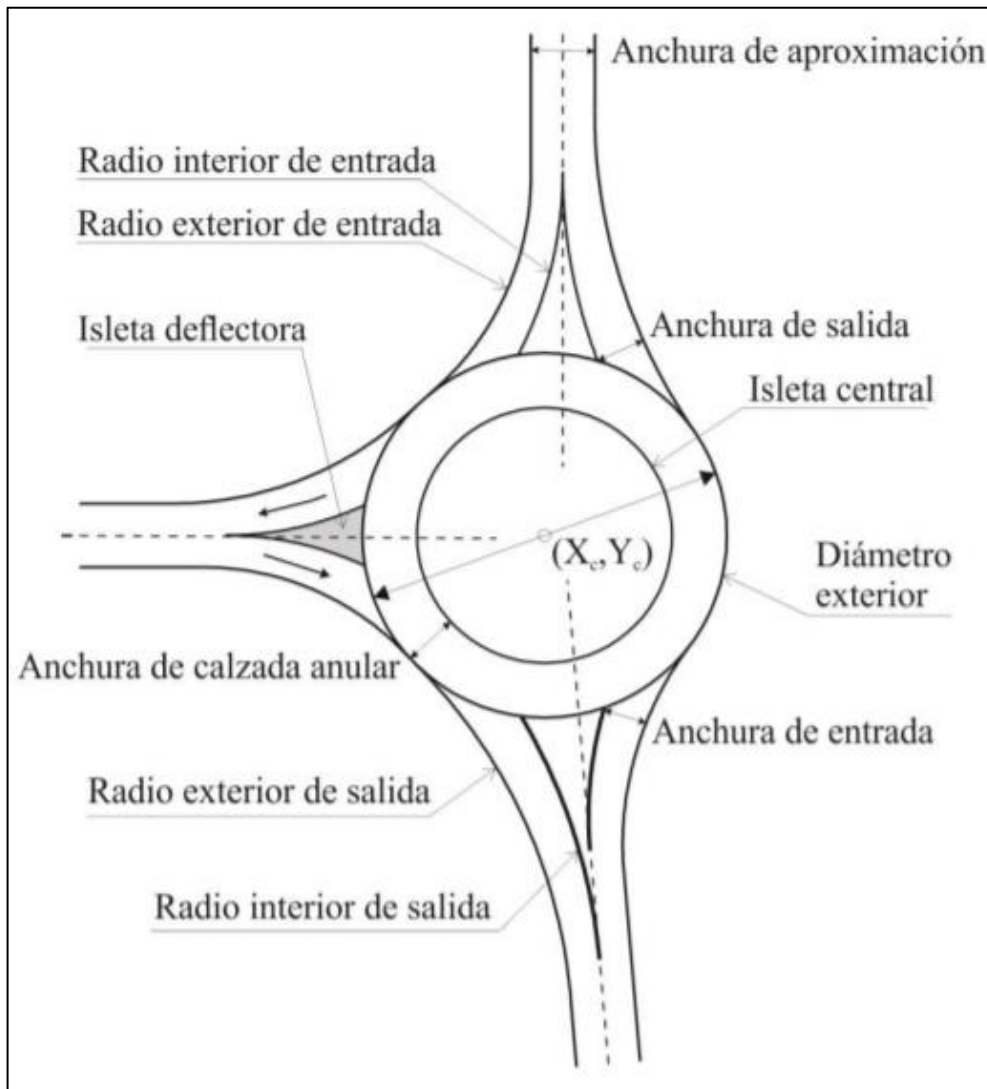


Figura 12. Parámetros geométricos de una rotonda

De lo 4 accesos del Óvalo Habich encontramos las siguientes características:

- Avenida Alfredo Mendiola, de norte a sur: tiene un radio de entrada interno de 29.04m, radio de entrada externo de 118.86m, una longitud de isleta deflectora de 81.37 y 4 carriles, 2 de 3.50m cada uno y 2 de 2.95m de ancho cada uno.
- Avenida Alfredo Mendiola, de sur a norte: tiene un radio de entrada interno de 36.19m, radio de entrada externo de 130.93m, una longitud de isleta deflectora de 43.45m y 4 carriles, 2 de 3.35m y 2 de 3.20m de ancho cada uno.

- Avenida Eduardo de Habich, de este a oeste: tiene un radio de entrada interno de 11.20m, radio de entrada externo de 47.18m, una longitud de isleta deflectora de 67.84m y 3 carriles de 3.70m de ancho cada uno.
- Avenida Lima, de oeste a este: tiene un radio de entrada interno de 36.44m radio de entrada externo de 122.05m, una longitud de isleta deflectora de 57.18m y 3 carriles de 3.53m de ancho cada uno.

También, el diámetro mayor del círculo tiene una longitud de 119.83m y el diámetro menor de 87.29m

Se adjunta en el anexo N° 8, el Plano fotográfico del óvalo Habich, y el Plano topográfico y de vías (geometría detallada del ovalo Habich) en el Anexo N° 9.

4.1.1.5. Proceso de datos de campo

- Videograbación:



Figura 13. Panorama de la Avenida Alfredo Mendiola



Figura 14. Panorama de la Avenida Eduardo de Habich

4.1.1.6. Flujograma

En el Anexo N°10 se puede apreciar el flujograma de las vías tomadas en cuenta de la zona de estudio. Se tomaron datos en la hora punta, de 7:00 am a 8:00 del día lunes 31 de agosto del 2020, y se obtuvieron los siguientes flujos vehiculares:

- Avenida Alfredo Mendiola, se contabilizó un total de 3879 vehículos en la dirección de norte a sur, los cuales se distribuyeron: de frente hacia la misma Avenida Alfredo Mendiola un total de 2020 unidades; hacia la Avenida Lima 679 unidades; hacia la Avenida Eduardo de Habich un total de 391 unidades; hacia la Avenida Alfredo Mendiola de sur a norte un total de 789 unidades.
- Avenida Lima en dirección de oeste a este, se contabilizó un total de 2734 vehículos, los cuales se distribuyeron: hacia la Avenida Alfredo Mendiola un total de 1537 unidades; hacia de la Avenida Eduardo de Habich 821 unidades; hacia la Avenida Alfredo Mendiola en dirección de sur a norte 376 unidades.

- Avenida Eduardo de Habich en dirección de este a oeste, se contabilizó un total de 1446 vehículos, los cuales se distribuyeron: hacia la Avenida Alfredo Mendiola de norte a sur, un total de 537 unidades; hacia la Avenida Lima un total de 638 unidades; hacia la Avenida Alfredo Mendiola de sur a norte, un total de 271.

Muy aparte de la distribución del flujo vehicular en las vías, en el Anexo N°10, se podrá visualizar la tabla de detalle de composición de estos flujos vehicular.

- Para la entrada a la Avenida Alfredo Mendiola de norte a sur: se contabilizó un total de 2020 vehículos que iban hacia la misma Avenida Alfredo Mendiola, de los cuales 586 eran autos, 15 eran bus interprovincial, 1153 eran micros (couster), 1 era camión rural, 77 eran motos lineales, 0 eran mototaxi, 188 eran taxis. De los 679 vehículos que se dirigían a la Avenida Lima, 340 eran autos, 0 eran bus interprovincial, 258 eran micros (couster), 0 eran camión rural, 9 eran motos lineales, 0 eran mototaxis, 72 eran taxis. De los 391 vehículos que se dirigían a la Avenida Alfredo Mendiola de sur a norte, 211 eran autos, 5 eran bus interprovincial, 250 eran micros (couster), 0 eran camión rural, 36 eran motos lineales, 0 eran mototaxi, 80 eran taxis. De los 789 vehículos que se dirigían a la Avenida Eduardo de Habich, 221 eran autos, 3 eran bus interprovincial, 250 eran micros (couster), 0 eran camión rural, 5 eran motos lineales, 0 eran mototaxi, 310 eran taxis.
- Para la entrada a la Avenida Lima de oeste a este: se contabilizó un total de 1537 vehículos que iban hacia la Avenida Alfredo Mendiola, de los cuales 579 eran autos, 4 eran bus interprovincial, 438 eran micros (couster), 0 eran camión rural, 25 eran motos lineales, 0 eran mototaxis, 491 eran taxis. De los 821 vehículos que se dirigían a la Avenida Eduardo de Habich, 278 eran autos, 0 eran bus interprovincial, 227 eran micros (couster), 25 eran motos lineales, 0 eran mototaxi, 291 eran taxis. De los 376 vehículos que se dirigían a la Avenida Alfredo Mendiola de sur a norte, 128 eran autos, 0 eran bus interprovincial, 152 eran micros (couster), 2 eran camiones rurales, 4 eran motos lineales, 0 eran mototaxi, 90 eran taxis.
- Para la entrada a la Avenida Eduardo de Habich en dirección de este a oeste, se contabilizó un total de 537 vehículos que iban hacia la Avenida Alfredo

Mendiola de norte a sur, 171 eran autos, 1 era bus interprovincial, 161 eran micros (couster), 0 camion rural, 68 eran motos lineales, 0 mototaxi, 136 eran taxis. De los 638 vehículos, que se dirigían hacia la Avenida Lima, 293 eran autos, 0 eran bus interprovincial, 182 eran micros (couster), 0 era camión rural, 18 eran motos lineales, 0 eran mototaxis, 145 eran taxis. De los 271 vehículos, que se dirigían hacia la Avenida Alfredo Mendiola de sur a norte 102 eran autos, 2 eran bus interprovincial, 51 eran micros (couster), 2 eran camión rural, 20 eran motos lineales, 15 eran mototaxi, 79 eran taxis.

4.1.1.7. Tiempos de cruce de intersección

En la tabla N° 3 se podrá visualizar los tiempos de cruce de las intersecciones, tomando en cuenta las rutas descrita en el punto 4.1.2. de la presente tesis. En esta tabla se puede visualizar las demoras tomadas para cada ruta descrita. Para la ruta 1 que va desde la Avenida Alfredo Mendiola hasta la Avenida Eduardo de Habich, nos dio un tiempo de 125.34 segundos; para la ruta 2, que va desde la Avenida Lima hasta la Avenida Eduardo de Habich, nos dio un tiempo de 110.50 segundos; para la ruta 3, que va desde la Avenida Eduardo de Habich hasta la Avenida Lima, nos dio un tiempo de 147.6 segundos; ruta 4, que va desde la Avenida Eduardo de Habich hasta la Avenida Alfredo Mendiola, de norte a sur, nos dio un tiempo de 83.6 segundos; para la ruta 5, de la Av. Alfredo Mendiola continuando de frente de norte a sur, nos dio un tiempo de 168.82segundos; para la ruta 6, de la Av. Lima hasta la Av. Alfredo Mendiola de norte a sur, nos dio un tiempo de 123 segundos.

Después los datos obtenidos se utilizarán en la fase de calibración.

4.1.1.8. Link y conectores

Para la construcción del modelo se ha tomado como referencia todo el carril existente en el óvalo Habich, referente al diseño, medidas y cantidad de carriles se hayo gracias a la información de los planos obtenidos por el levantamiento topográfico.

Gracias al levantamiento topográfico realizado en las vías del óvalo, se ha desarrollado las siguientes secciones transversales:

En la vía de la Avenida Alfredo Mendiola de norte a sur, cuenta con 4 carriles, 2 carriles de 3.50 m cada uno, y 2 carriles de 2.95 m cada uno.



Figura 15. Sección de vía de la Avenida Alfredo Mendiola de Norte a Sur

En la vía de la Avenida Alfredo Mendiola de sur a norte cuenta con 4 carriles, 2 carriles de 3.35m cada uno y 2 carriles de 3.20m cada uno,

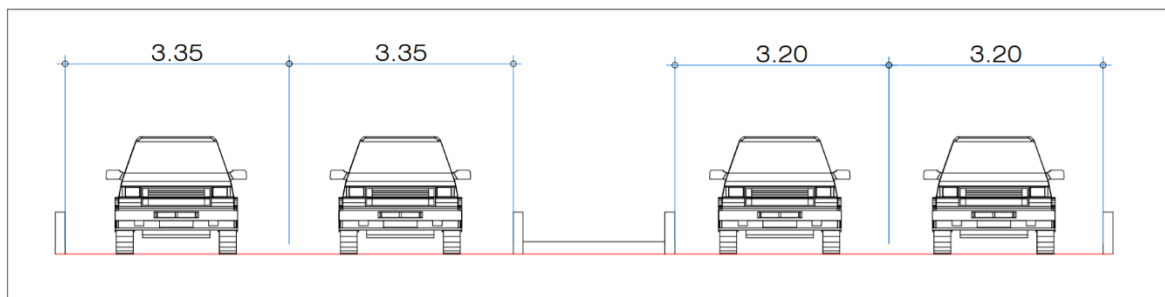


Figura 16. Sección de vía de la Avenida Alfredo Mendiola de Sur a Norte

En la vía de la Avenida Eduardo de Habich de este a oeste cuenta con 3 carriles de 3.70m cada uno,

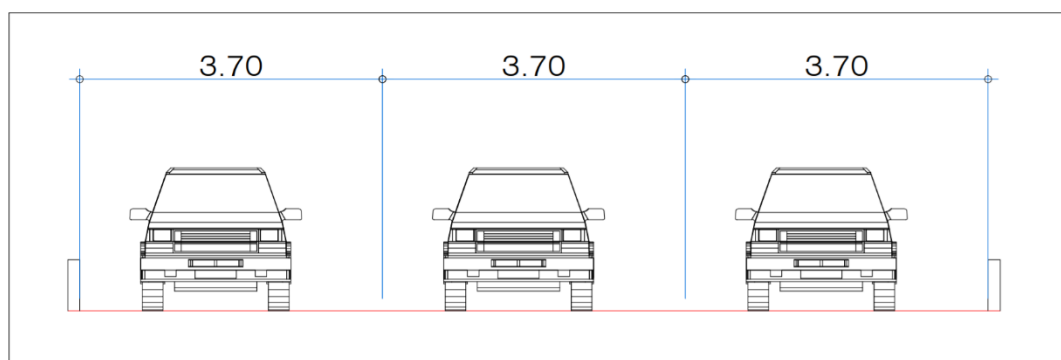


Figura 17. Sección de vía de la Avenida Eduardo de Habich de este a oeste

En la vía de la Avenida Lima de oeste a este cuenta con 3 carriles, de 3.53m cada uno.

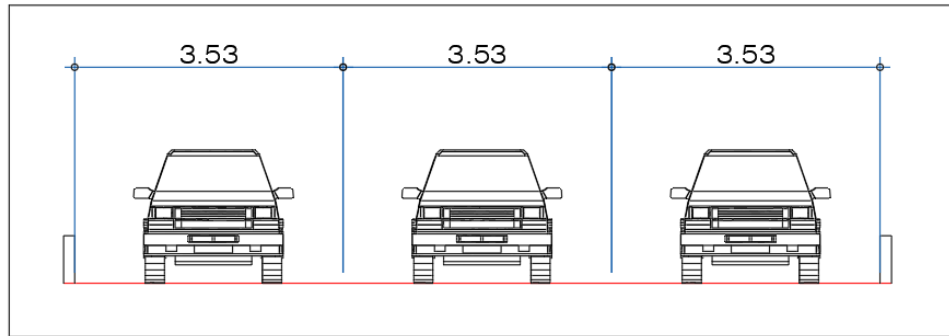


Figura 18. Sección de vía de la Avenida Lima de este a oeste

4.1.2. Construcción del modelo

El proyecto de investigación hecho en el Óvalo Habich ubicado en el distrito de San Martín de Porres tiene un principal objetivo que es determinar las condiciones que existen en dicha área de estudio. Dicha investigación se realiza en diferentes fases, partiendo desde los trabajos previos al modelado en donde se define el área de estudio y la elección del tipo de modelación (microsimulación).

El primer paso es el recopilar y procesar los datos que se obtuvieron en campo, datos como el aforo vehicular, que se llegó hacer gracias al conteo vehicular en las horas con mayor tránsito, el cual nos ayuda a identificar y representar a través del software el estado de tránsito existente en las horas con mayor demanda en el flujo vehicular.

Gracias a la información de campo y con la ayuda del software de microsimulación PTV Vissim v. 9.0, se diseñará el modelo, el cual nos brindará una animación del tránsito y flujo vehicular que existe.

Después de la construcción del modelo hecho con la ayuda del software se procederá a la fase de calibración con varias simulaciones hasta alcanzar a la validación comparando las simulaciones y los parámetros de eficacia de flujo vehicular en los diferentes días.

La fase de calibración nos ayuda ver una visión exacta del flujo vehicular en el óvalo nos da la acierta que el flujo vehicular del óvalo se repite todos los días.

La fase final del proyecto de investigación se orienta al análisis del modelo ya calibrado evaluando las alternativas de mejora que nos permiten optimizar el estado de la circulación y la disminución de las demoras en el flujo vehicular.

El software vissim nos ayuda a fijar rangos de velocidad para las rutas que se van a modelar. En nuestro caso el diseño de modelación se ha considerado reductores de velocidad en los ingresos del óvalo y los giros propios del óvalo, donde los vehículos minimizan su velocidad de 60km/h hasta llegar a rangos de entre 15km/h y 25 km/h. Vissim nos facilita la distribución de la velocidad no sea línea y tome valores intermedios.

Las velocidades 15 km/h y 25km/h fueron halladas gracias a la distancia recorrida por los vehículos en un cierto tiempo determinado.

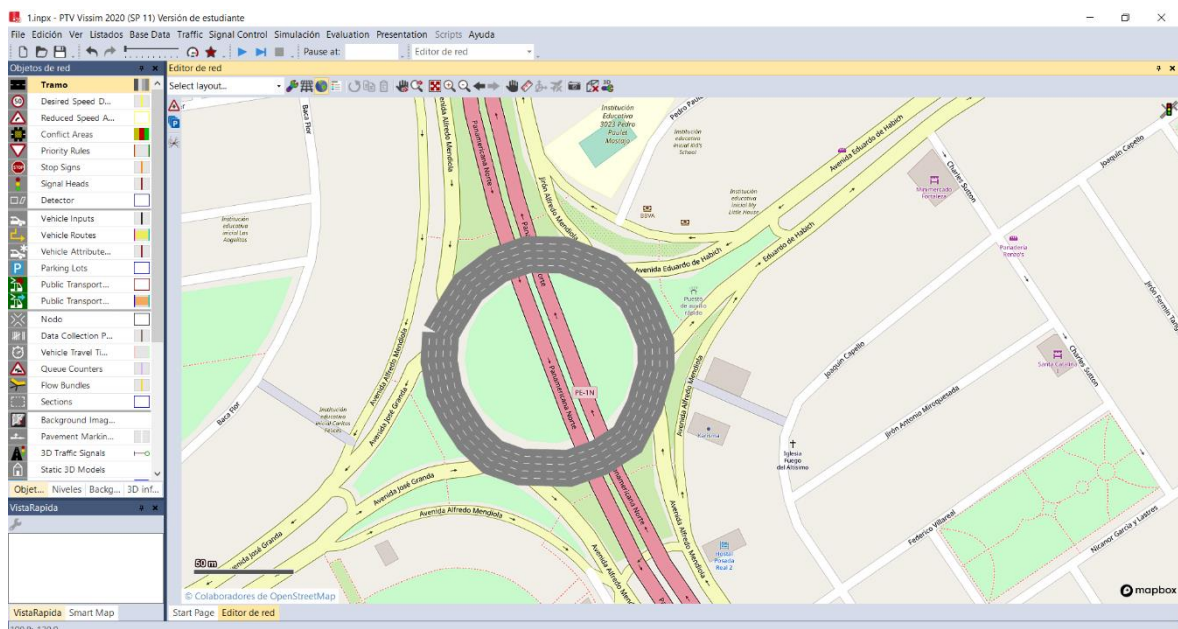


Figura 19. Selección de carriles en el Óvalo de Habich

a. Composición del tráfico

Los tipos de vehículos que se han considerado en nuestro modelo se han originado con los modelos obtenidos en el programa, para simular el tránsito del micro (couster) se han descargado de la página de Vissim el modelo vehicular tipo van.

Para cada acceso hacia la rotonda se ha considerado 7 tipos de vehículos. Los vehículos a considerar son: autos, bus interprovincial, micro (couster), camión rural, moto lineal, mototaxi, taxis.

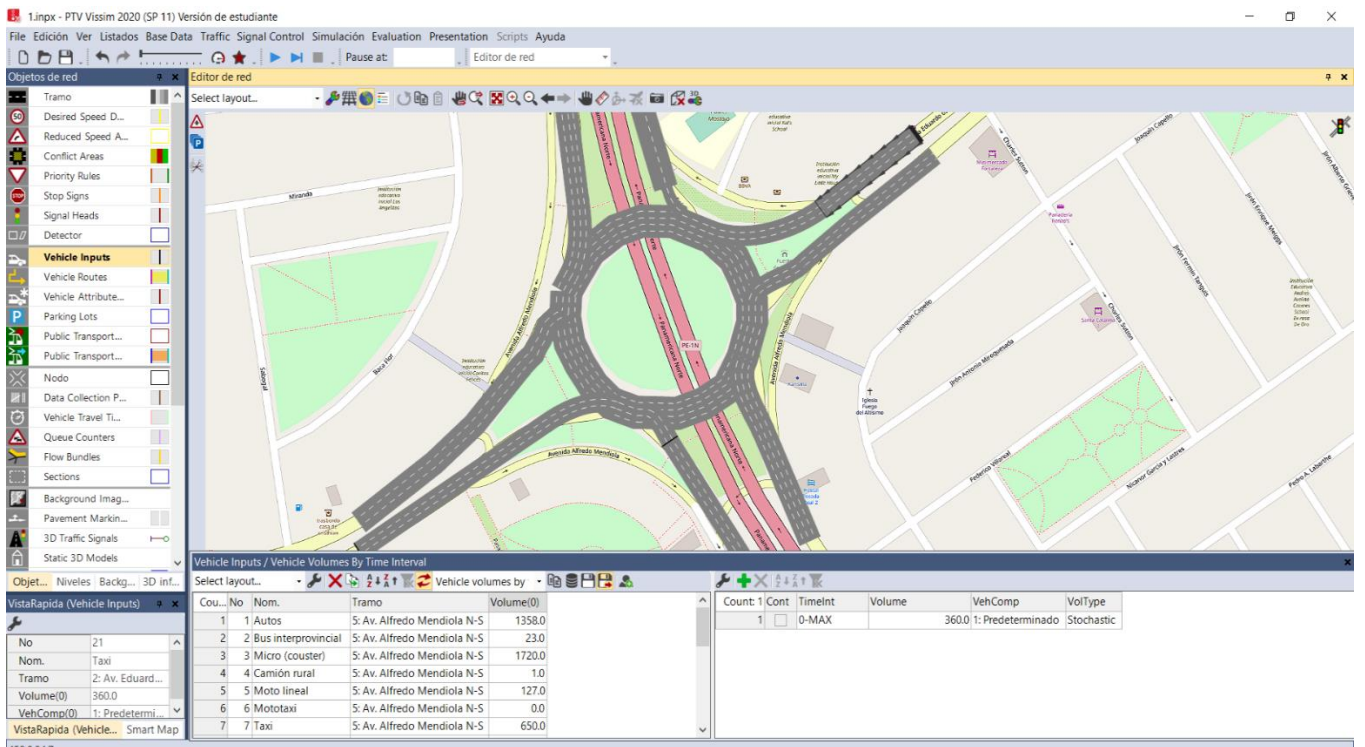


Figura 20. Composición del tráfico

b. Áreas con velocidad reducida

Para el modelo se ha considerado las zonas donde se reduce la velocidad por el radio de giro reducido en el acceso de ingreso del Óvalo. Estas zonas son las curvas presentes en el modelo evaluado (ingresos y salidas del óvalo).

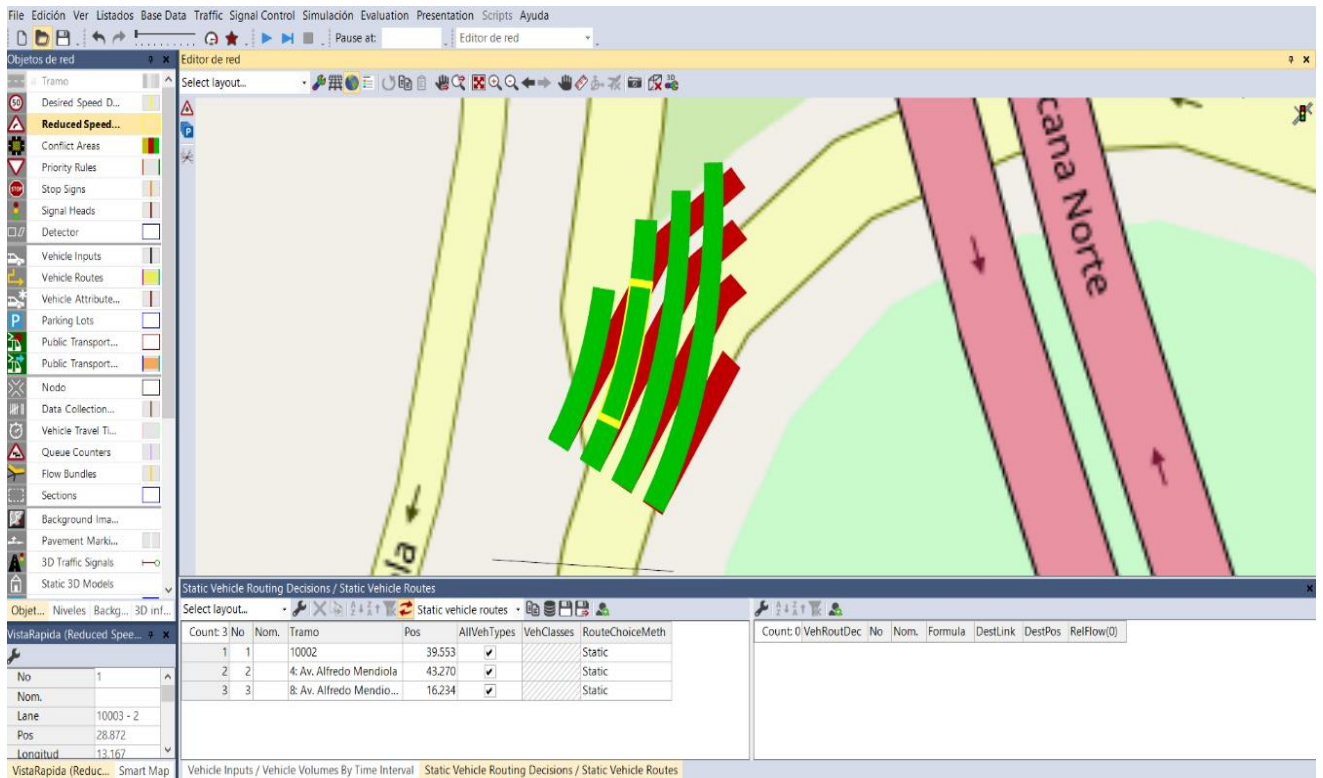


Figura 21. Área con velocidad reducida

c. Señales de control (ciclos y fases del semáforo)

A la hora que se realizó las videograbaciones para obtener los aforos vehiculares se observaron policías de tránsito en los puntos indicados de la Fig. 13. Vissim no cuenta con una herramienta para incluir en el modelo a policías de tránsito que determinen paradas semafóricas, por lo tanto, se utilizó la herramienta “Signal Heads” del software para modelar este tipo de regulación. Esta herramienta nos facilita distribuir los tiempos de paradas semafóricas conforme al reglaje de los tiempos de regulación del policía de tránsito.

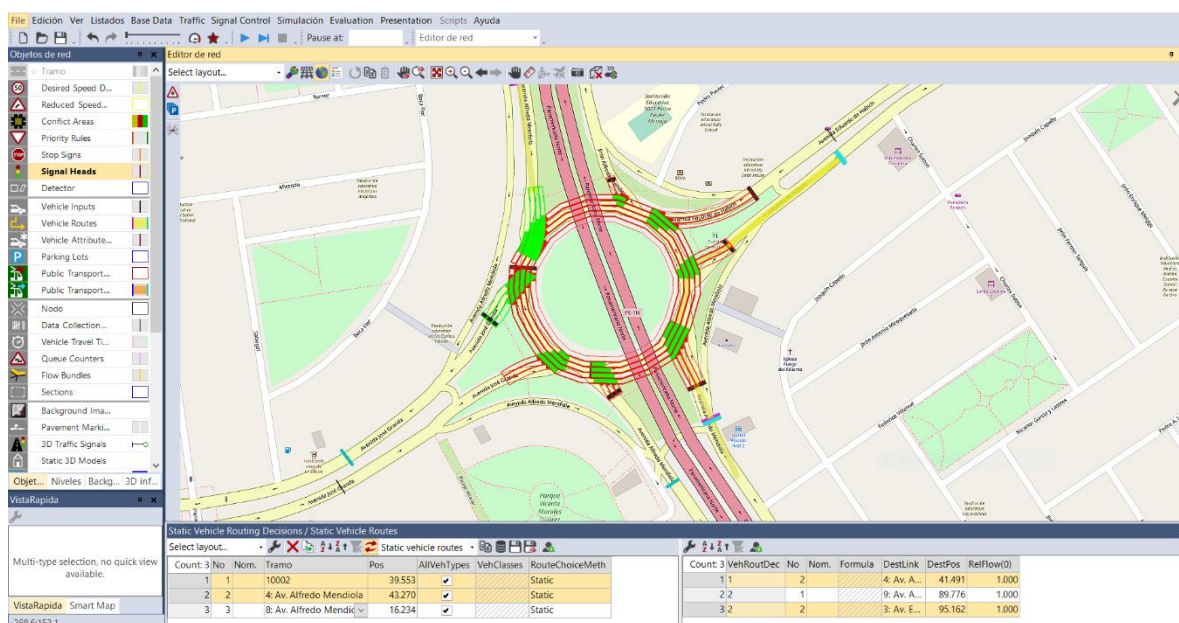


Figura 22. Ubicación de las líneas de parada semafórica

d. Demanda de vehículos

Los datos del conteo del aforo vehicular se procesan en el software Vissim mediante la opción “Vehicle inputs” ingresando los volúmenes por cada acceso al óvalo Habich. Los volúmenes se ingresaron diferenciando los tipos de vehículos (autos, bus interprovincial, micro, camión rural, moto lineal, mototaxi) y los diferentes accesos en el óvalo Habich.

Accesos	Cantidad de vehículos
Acceso a la Av. Alfredo Mendiola N-S	3879
Acceso a la Av. Lima OE-E	2734
Acceso de la Av. Eduardo de Habich	1446

Tabla 4. Cantidad de vehículos por acceso

La distribución específica del flujo vehicular se puede verificar de una manera más amplia en el flujograma del anexo 10.

e. Rutas estáticas

Las rutas estáticas determinan todos los recorridos posibles desde un punto de partida que ejecuta el vehículo al ingresar al óvalo. Mediante esta opción presente en software Vissim con el nombre “Vehicle roads” se logró dividir el flujo vehicular que ingresaba a la rotonda, se evitó que el software defina rutas predeterminadas y que modele las rutas identificadas en campo.

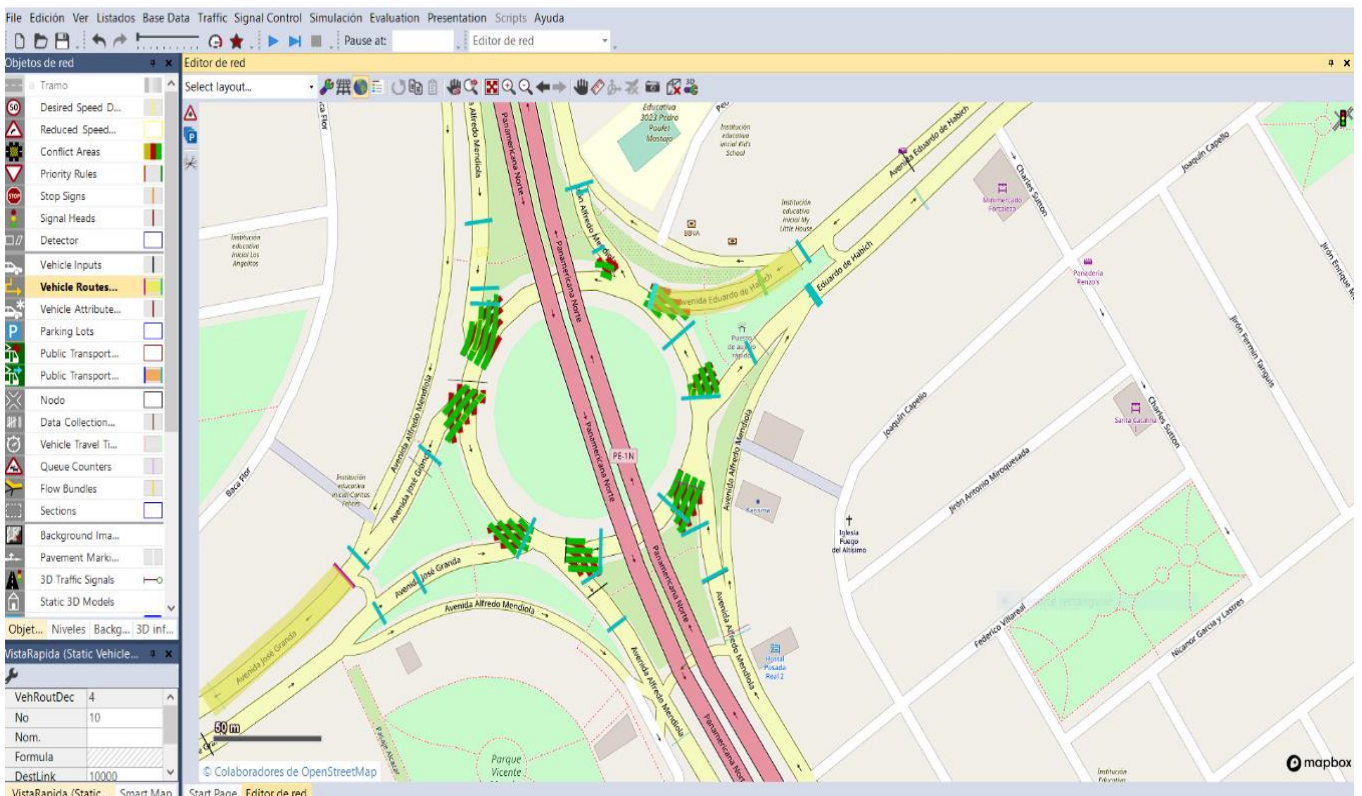


Figura 23. Rutas estáticas

f. Parámetros de evaluación

Los parámetros de simulación se han determinado en base a un tiempo de 1 hora (3600s).

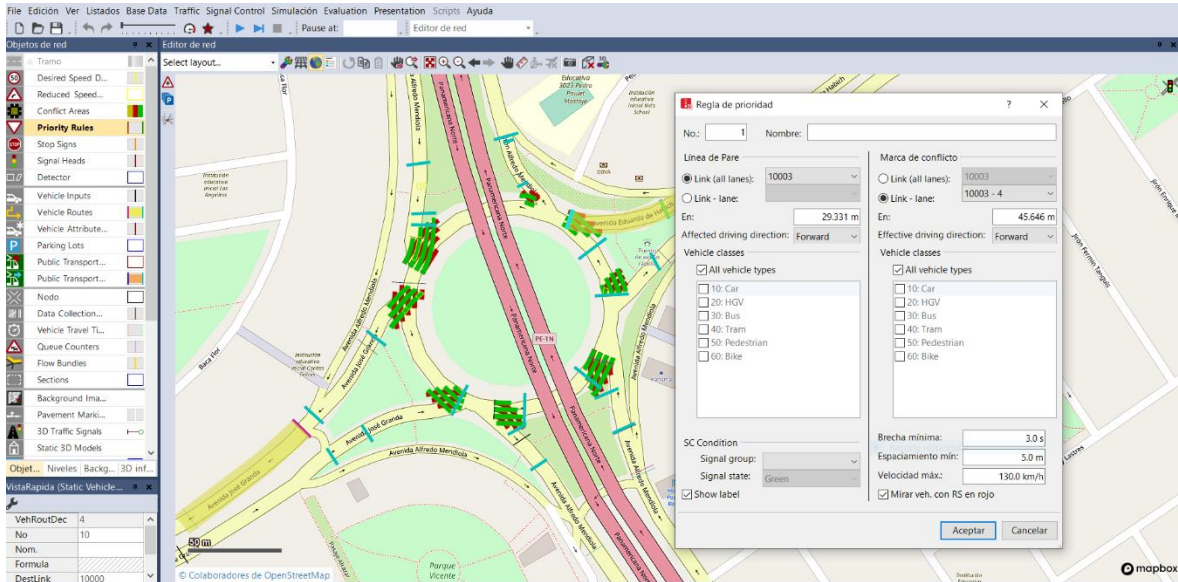


Figura 24. Parámetros de simulación

4.1.3. Calibración del modelo

Luego de construir la red representando las características y condiciones operativas de la red en estudio, usando los datos de aforo del día lunes 31 de Agosto, se ajustara y rediseñara buscando las condiciones reales de flujo vehicular existentes.

Comúnmente, los modelos de microsimulación se han estructurado con parámetros propios del entorno geográfico en el cual se desarrolló el modelo. Por esta razón, los parámetros se asumen como válidos siempre y cuando la información de las características del tránsito como son los tiempos de viaje sean lo suficiente representativos.

Para el proceso de calibración se ha considerado lo siguientes datos:

- Se han realizado 50 corridas. Esta cantidad es mayor a las 15 corridas sugeridas por la FHWA (2004).
- Vissim, por defecto brinda los siguientes parámetros de Wiedemann 74

Car following model

Wiedemann 74

Model parameters

Average standstill distance: 2.00 m

Additive part of safety distance: 2.00

Multiplic. part of safety distance: 3.00

Tabla 5. Parámetros de Wiedemann por defecto de Vissim

Los utilizados para el óvalo Habich usamos los siguientes:

Car following model

Wiedemann 74

Model parameters

Average standstill distance: 1.00 m

Additive part of safety distance: 2.00

Multiplic. part of safety distance: 2.50

Tabla 6. Parámetros de Wiedemann de Vissim utilizados

Los parámetros de Wiedemann representan de manera lógica la realidad del estilo de manera lógica la realidad del estilo de manejo del conductor de Lima Metropolitana. En el camino de todo el proceso de modelamiento de la microsimulación se obtuvo resultados cercanos a los obtenidos en campo, al modificar los parámetros de Wiedemann se logró similitudes en los resultados de software con los resultados obtenidos en campo.

Estos parámetros alteran las demoras del modelo ya que acortan la distancia de separación entre vehículos, modificando los tiempos de viaje y las longitudes de cola.

Para poder obtener los resultados de las 50 corridas se identificó tres rutas de acceso principales a la rotonda las cuales cuentan con el mayor de flujo vehicular y son las que originan el mayor congestionamiento alrededor de la rotonda. La

primera ruta que se consideró fue de la Avenida Alfredo Mendiola hasta la Avenida Eduardo de Habich; la segunda ruta fue, de la Avenida Lima hasta la Avenida Eduardo de Habich; la tercera ruta fue, de la Avenida Eduardo Habich hasta la Avenida Lima; la cuarta ruta fue, se la Avenida Eduardo de Habich hasta la Avenida Alfredo Mendiola; la quinta ruta fue, de la Avenida Alfredo Mendiola continuando de frente de norte a sur; la sexta ruta fue, de la Avenida Lima hasta la Avenida Alfredo Mendiola de norte a sur. De todo esto, se obtuvo los siguientes resultados:

Tiempo de viaje promedio (seg)												
Número de datos	RUTA 01: Av. Alfredo Mendiola hacia Av. Eduardo de Habich		RUTA 02: Av. Lima hasta la Av. Eduardo de Habich		RUTA 03: Av. Eduardo de Habich hacia Av. Lima		RUTA 04: Av. Eduardo de Habich hasta la Av. Alfredo Mendiola		RUTA 05: Av. Alfredo Mendiola continuando de frente de norte a sur		RUTA 06: Av. Lima hasta la Av. Alfredo Mendiola	
	Vissim	Campo	Vissim	Campo	Vissim	Campo	Vissim	Campo	Vissim	Campo	Vissim	Campo
1	48	47	44	42	164	185	164	185	164	185	164	185
2	50	49	43	47	160	165	160	165	160	165	160	165
3	46	52	37	40	168	175	168	175	168	175	168	175
4	49	67	47	49	186	168	186	168	186	168	186	168
5	48	57	43	51	164	164	164	164	164	164	164	164
6	55	54	44	57	165	153	165	153	165	153	165	153
7	51	56	46	50	153	145	153	145	153	145	153	145
8	52	60	50	47	149	168	149	168	149	168	149	168
9	47	54	49	42	155	158	155	158	155	158	155	158
10	50	57	32	32	145	163	145	163	145	163	145	163
11	53	52	40	55	159	178	159	178	159	178	159	178
12	56	47	41	59	152	157	152	157	152	157	152	157
13	47	49	44	45	157	152	157	152	157	152	157	152
14	49	57	41	41	181	177	181	177	181	177	181	177
15	50	55	34	35	168	175	168	175	168	175	168	175
16	53	58	37	38	157	165	157	165	157	165	157	165
17	51	49	40	42	172	176	172	176	172	176	172	176
18	54	47	38	49	157	148	157	148	157	148	157	148
19	57	47	44	55	150	163	150	163	150	163	150	163
20	50	50	39	52	145	159	145	159	145	159	145	159
21	53	55	36	51	163	168	163	168	163	168	163	168
22	51	53	40	49	175	188	175	188	175	188	175	188
23	51	52	38	47	167	174	167	174	167	174	167	174
24	50	47	39	41	159	179	159	179	159	179	159	179
25	48	46	40	32	177	167	177	167	177	167	177	167
26	66	52	48	32	173	166	173	166	173	166	173	166
27	50	53	46	35	185	168	185	168	185	168	185	168
28	49	60	36	36	161	160	161	160	161	160	161	160

29	52	55	50	41	160	151	160	151	160	151	160	151
30	48	56	44	46	154	163	154	163	154	163	154	163
31	47	60	41	45	149	152	139	135	165	168	157	158
32	45	53	38	43	148	155	156	154	145	150	154	155
33	48	52	37	41	139	137	145	150	184	180	155	150
34	55	56	42	30	168	167	169	185	181	179	165	158
35	53	58	45	35	169	165	170	165	175	180	175	174
36	58	60	39	42	170	160	155	135	149	157	155	154
37	41	62	37	45	180	175	165	149	180	192	185	175
38	55	61	42	38	185	184	155	148	174	175	174	170
39	58	59	43	39	145	130	167	169	168	174	165	160
40	48	45	41	45	185	175	150	149	176	140	145	155
41	49	56	40	46	145	135	157	168	175	164	138	135
42	55	58	39	38	139	135	169	154	165	178	167	165
43	59	62	43	35	157	155	149	165	149	158	149	155
44	66	65	37	33	139	131	154	153	159	149	154	165
45	61	48	39	34	169	161	139	137	167	138	180	178
46	49	45	38	45	149	148	165	162	158	148	181	183
47	44	43	37	46	181	185	181	180	149	147	167	169
48	45	43	41	37	169	155	165	131	168	167	168	170
49	48	46	42	46	145	175	158	148	167	145	148	175
50	49	45	45	49	175	142	154	164	149	165	175	180
MEDIA	86	89	69	72	270	270	268	269	273	274	271	275
LONGITUD DE RUTA (m)	390.67		273.78		280.91		207.52		274.8		154.74	
DIFERENCIA DE MEDIAS	-3.433333333		-3.133333333		-0.433333333		-1.2		-1.6		-4.133333333	

Tabla 7. Cuadro resumen de resultados de las corridas del software Vissim

El cuadro anterior representa la cantidad de corridas realizadas por cada ruta. Los criterios de evaluación fueron los tiempos de viaje promedio obtenidos del software Vissim, la distancia recorrida en metros y los tiempos de viaje promedio obtenidos en campo.

Para poder evaluar la calibración del modelo se hallaron las medias correspondientes de Vissim y de campo a cada ruta planteada y se utilizó la herramienta denominada Statkey.

Esta realiza un análisis estadístico a dos conjuntos de muestras llamada "Randomization test for a difference in means" siguiendo los siguientes pasos:

- Paso 1: Hallar la diferencia entre las medias de ambos conjuntos de muestras.

- Paso 2: Computa el número de formas en que puede ser dividido el total de datos en agrupaciones dependiendo del número de datos de cada conjunto de muestra. Aquí Statkey utiliza la siguiente ecuación:

$$W = \frac{N!}{n_1! + n_2!}$$

Donde:

W: Numero de formas de agrupación de datos.

N: Número total de datos

n1: Número total de datos del grupo 1

n2: Número total de datos del grupo 2

- Paso 3: Determina, considerando el total de los nuevos arreglos formados, la cantidad de agrupaciones que poseen una media igual o mayor a la de cada conjunto de muestras.
- Paso 4: Calcula la probabilidad de que las agrupaciones que poseen una media igual o mayor a la de cada conjunto de muestras.
- Paso 5: Calcula la probabilidad de que las agrupaciones representativas (las que poseen medias mayores o iguales a los grupos iniciales) representen el valor de media obtenido en el software con respecto a lo recolecto de campo con un 95% de confiabilidad.

Se realizó el análisis ingresando ambos conjuntos de muestras a la herramienta Statkey y se verifico si la diferencia entre las medias de cada conjunto de muestras queda dentro del intervalo permitido para ser considerado como válido.

La diferencia entre la media de Vissim y la de campo debe estar dentro del área de no rechazo que brinda la herramienta de Sttkey

- **Ruta 1, Avenida Alfredo Mendiola hasta la Avenida Eduardo de Habich:**
La diferencia de medias en esta ruta fue de -3.433, este valor se encuentra en el intervalo permitido según se muestra en la siguiente figura:

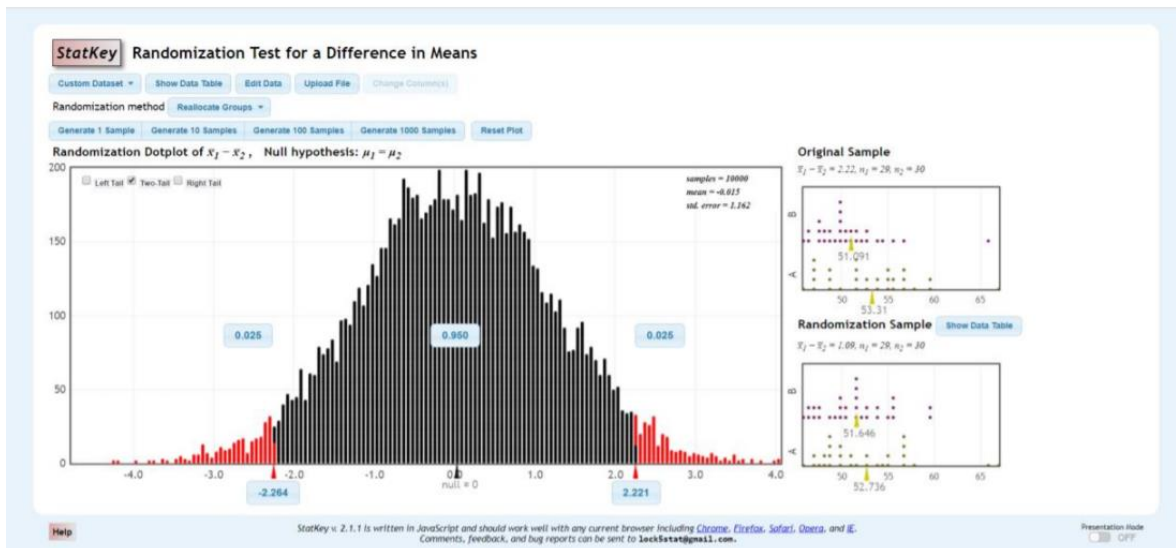


Tabla 8. Resultados de herramientas Statkey para la Ruta 1

- **Ruta 2, Avenida Lima hasta la Avenida Eduardo de Habich:** La diferencia de medias en esta ruta fue de -3.133, este valor se encuentra en el intervalo permitido según se muestra en la siguiente figura:

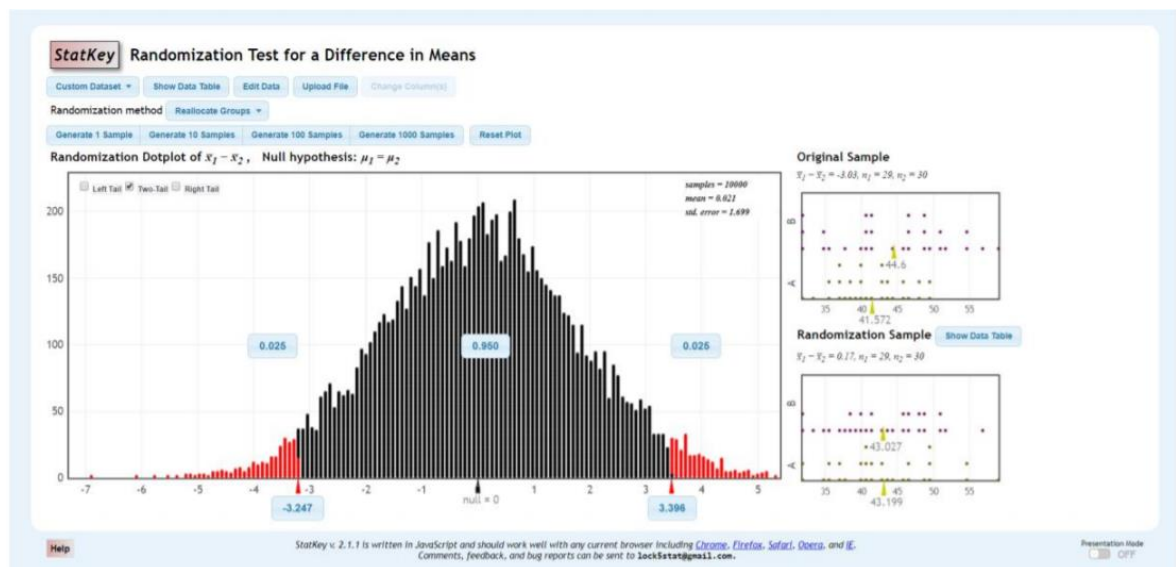


Tabla 9. Resultados de herramienta Statkey para la Ruta 2

- **Ruta 3, Avenida Eduardo de Habich hasta la Avenida Lima:** La diferencia de medias en esta ruta fue de -0.433, este valor se encuentra en el intervalo permitido según se muestra en la siguiente figura:

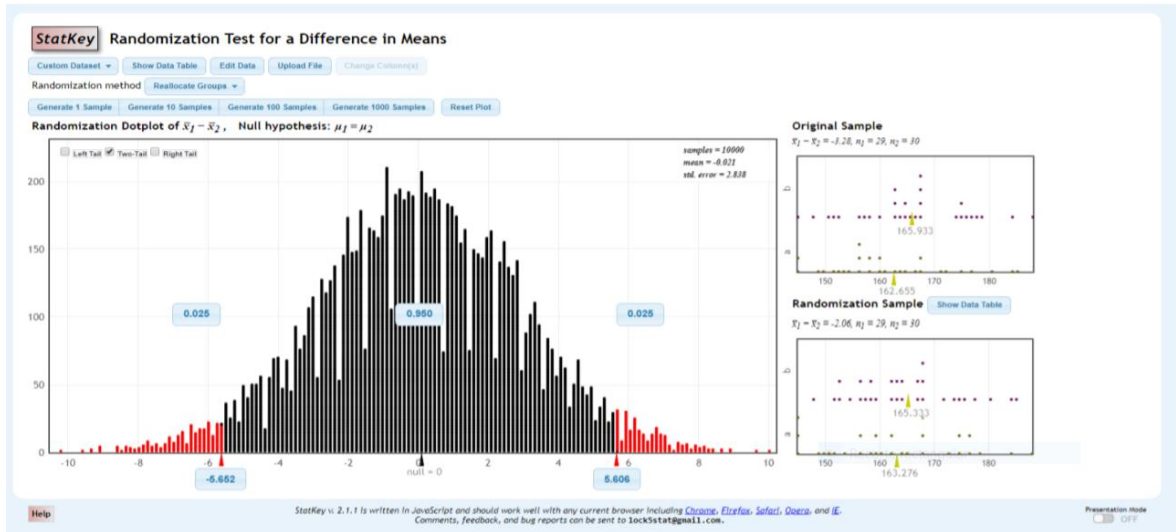


Tabla 10. Resultados de herramienta Statkey para la Ruta 3

- **Ruta 4, Avenida Eduardo de Habich hasta la Avenida Alfredo Mendiola:** La diferencia de medias en esta ruta fue de -1.2, este valor se encuentra en el intervalo permitido según se muestra en la siguiente figura:

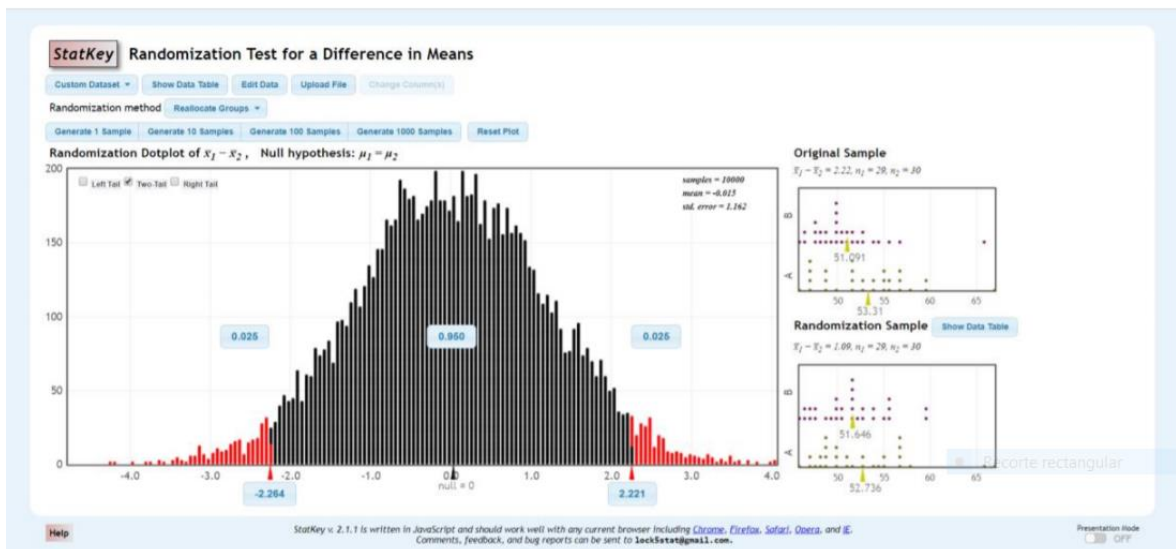


Tabla 11. Resultados de herramienta Statkey para la Ruta 4

- **Ruta 5, Avenida Alfredo Mendiola continuando de frente de norte a sur:** La diferencia de medias en esta ruta fue de -1.6, este valor se encuentra en el intervalo permitido según se muestra en la siguiente figura:

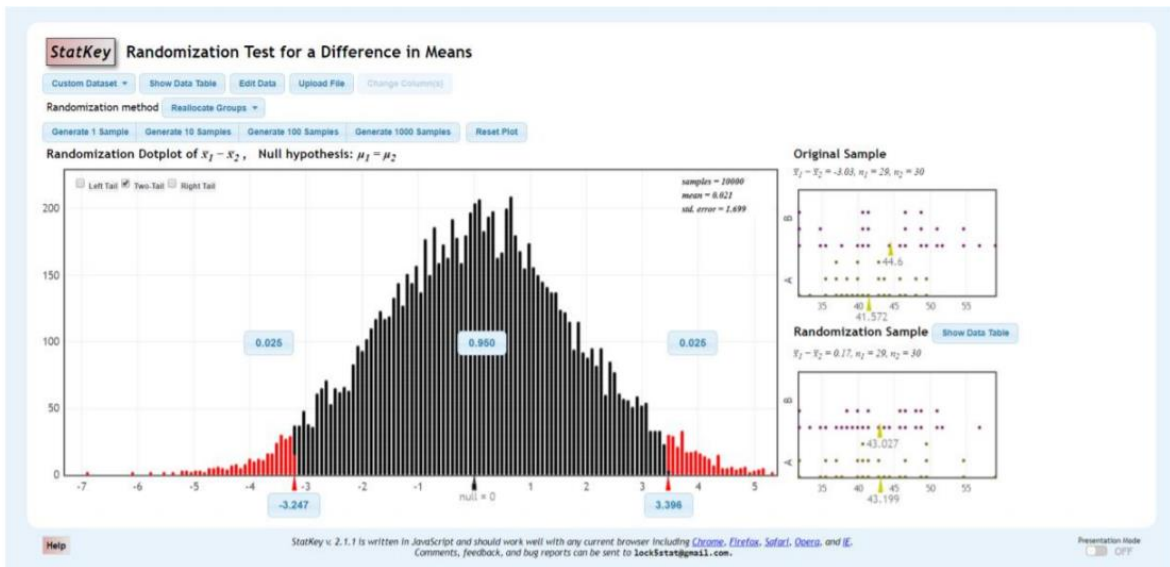


Tabla 12. Resultados de herramienta Statkey para la Ruta 5

- **Ruta 6, Avenida Lima hasta la Alfredo Mendiola continuando de frente de norte a sur:** La diferencia de medias en esta ruta fue de -4.133, este valor se encuentra en el intervalo permitido según se muestra en la siguiente figura:

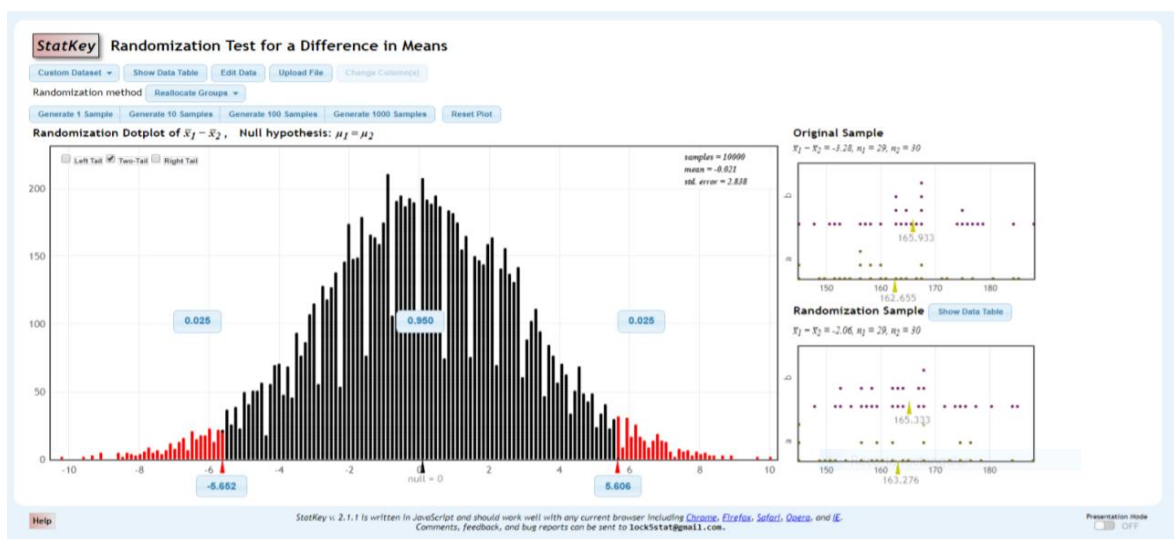


Tabla 13. Resultados de herramienta Statkey para la Ruta 6

De igual manera que en la calibración, identificamos que, en cada uno de los análisis realizados, la diferencia entre las medias de los conjuntos de muestras está dentro de las zonas de no rechazo indicadas por la herramienta Statkey. Por ende, se afirma que el modelo está validado.

4.1.4. Propuesta de un nuevo diseño geométrico

4.1.4.1. Zonificación y uso de suelo

La zona de estudio se ubica en el distrito de San Martín de Porres, y según planos obtenidos por la municipalidad el uso de suelo de la zona de estudio

- Residencial de Densidad Media
- Zona de Recreación de Pública
- Zona Comercial
- Comercio Vecinal
- Educación Básica

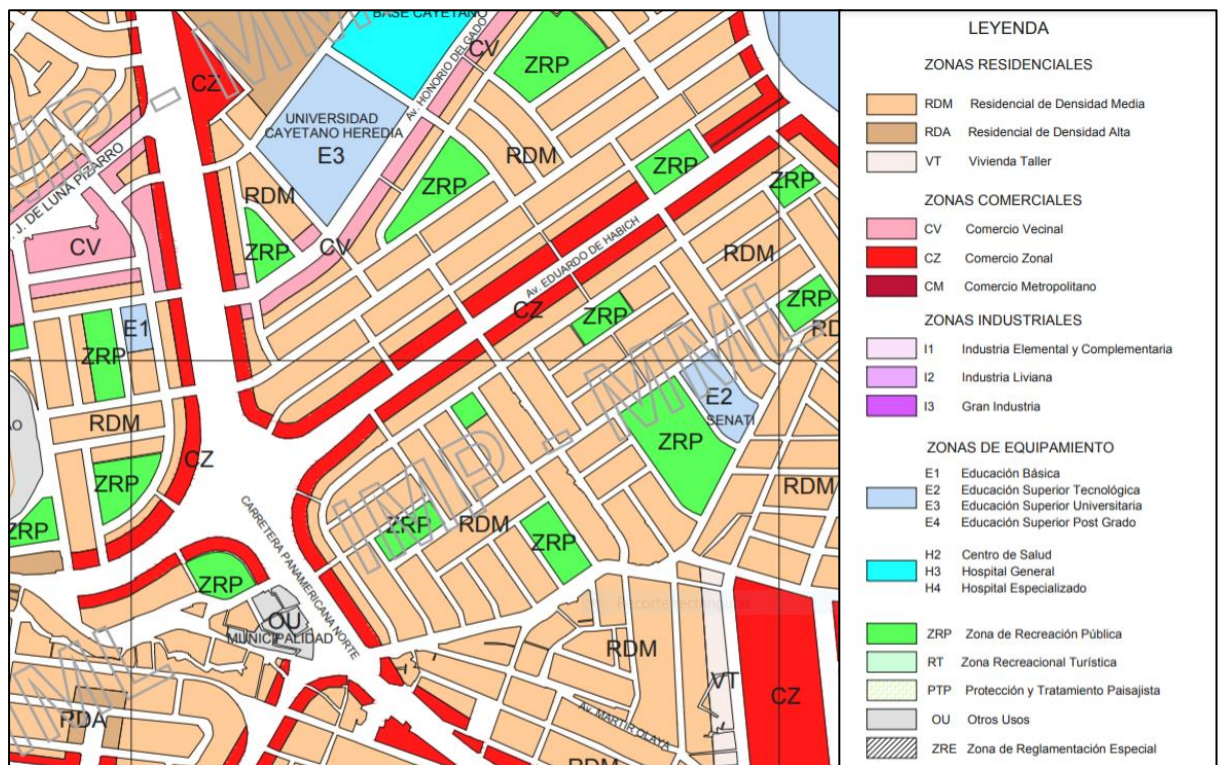


Figura 25. Zonificación del distrito de San Martín de Porres

Para poder realizar el diseño adecuado, primero debe conocerse exactamente las condiciones actuales del sistema de red vial; las cuales se especifican específicamente en el Anexo 9 (Plano Topográfico y de vías – geometría detallada del área de estudio).

4.1.4.2. Inventario de señales horizontales y verticales

La señalética identificada en el lugar de estudio será clasificada en señalización horizontal y señalización vertical.

4.1.4.3. Señalización horizontal existente

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la señalización horizontal se traduce como marcas en el pavimento o demarcaciones, estas pueden ser: líneas horizontales y transversales, símbolos y letras, flechas, que se adhieren o aplican sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes (EG,2013).

Se realizó un conteo de señales verticales y horizontales respectivamente, cuyas fotografías se encuentran en la carpeta de anexos y se especifican en el siguiente cuadro:

Señales Verticales		
Señalización	Cantidad	Observaciones
Ceda el paso	3	Se encuentra opacadas
Ciclo Vía	2	No tiene buena visibilidad
Paradero prohibido	2	No tiene buena visibilidad y no cumple con el Manual de Dispositivos de Control de Tráfico de Calles y Carreteras
Cruce de peatones	3	Insuficiente cantidad de señales
Prohibidos vehículos pesados	1	Obstrucción de señales por paneles publicitarios
Paradero	2	No tiene buena visibilidad

Tabla 14. Señales verticales

Señales Horizontales		
Señalización	Cantidad	Observaciones
Línea Central Discontinua	1	Las líneas se encuentran en estado crítico pues no tiene visibilidad
Línea de carril	1	No tiene buena visibilidad
Línea de borde de pavimento	1	Las líneas de borde se encuentran deterioradas
Líneas de pare	1	Las líneas de pare no tiene buena visibilidad
Líneas de paso peatonal	1	Las líneas de pase peatonal se encuentran deterioradas

Tabla 15. Señales horizontales

Además de identificar las señalizaciones verticales y horizontales existentes, se identificaron diferentes incoherencias en el diseño del óvalo. En la Tabla 16 se muestra las incoherencias y las respectivas observaciones de cada una de ellas y además se ilustra cada incoherencia.

Descripción	Observaciones
Caseta	Obstruye la visibilidad de otras señales
Reductor de velocidad	No cumple con su función en cual es disminuir la velocidad
Rampa	Mal diseñada (uso como ciclo vía)
Ciclo vía	Diseño inadecuado del ciclo vía

Tabla 16. Incoherencia en el diseño

4.1.4.4. Resumen de cumplimiento con estándares de diseños nacionales e internacionales

El proyecto de investigación tiene la finalidad de cumplir con las siguientes normas:

a) Roundabouts: An informational Guide (2010). Esta guía elaborada por el Programa Nacional Cooperativo de Investigación de Carreteras (NCHRP), explica la planificación, diseño, construcción, mantenimiento y operación de las rotondas, su finalidad es brindar parámetros de diseño y seguridad para la implementación de rotondas. Se usó como base para determinar algunos parámetros necesarios en la elaboración del diseño geométrico del óvalo propuesto.

b) Roundabouts – A Practical Manual (Junio 2009), en este manual proporcionado por el Ministerio de transporte y gestión del agua de Holanda, se encuentran los diversos tipos de rotondas y sus características. Sin embargo, da mayor énfasis a las rotondas, las cuáles en base a su experiencia han dado mejores resultados. Por lo tanto, el objetivo de este manual es difundir el conocimiento y la amplia experiencia, especialmente de Países europeos, con respecto a la aplicación y diseño de rotondas, tanto para vía única, rotondas y para rotondas de varios carriles. El manual se usó para la elección del tipo de rotonda y elaboración del diseño geométrico del mismo, determinando el diseño de los elementos que conforman la rotonda.

c) Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, es un documento técnico oficial publicado por el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), el cual, incluye diseños gráficos de las señales de tránsito

(reglamentarias, preventivas y de información), lo cual la hace una herramienta necesaria debido a que establece la necesaria uniformidad en el diseño y uso de dispositivos de control de tránsito en el Perú. Este manual se usó para elaborar el diseño de la señalización horizontal y vertical requerida, de acuerdo al diseño geométrico elaborado.

d) Highway Capacity Manual 2010, este manual proporciona una colección de técnicas que permiten estimar la capacidad y el nivel de servicio de las instalaciones de transporte, que incluye las carreteras e intersecciones; así como instalaciones de tránsito, bicicletas y peatones, se hizo uso de este manual, para 35 Diseño de Turbo Rotonda determinar el nivel de servicio en el óvalo Huarochirí antes y después de modificar el diseño, para evaluar la efectividad del diseño propuesto.

e) Normas Peruanas: Las normas peruanas no contemplan el diseño geométrico de rotondas.

4.1.4.5. Especificaciones de los materiales

4.1.4.5.1. Señalización

La señalización que contempla el diseño geométrico propuesto será elaborada de acuerdo al Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras del MTC, en el cuál se encuentran las disposiciones para la ejecución de cada tipo de señalización de manera integral, tal como se indicó en la sección concerniente a especificaciones técnicas.

Señalización vertical:

Su implementación se hizo con base al estudio de ingeniería vial realizado, para evitar una deficiente colocación de señales verticales, debido a que un uso excesivo de las mismas en un tramo corto genera contaminación visual, siendo de esa manera poco efectivas.

A continuación, se detallan las características necesarias de la señalización que contempla el nuevo diseño geométrico:

a. Señalización Reglamentaria

- De forma circular inscrita en una placa cuadrada o rectangular, excepto la señal PARE de forma octogonal y la señal CEDA EL PASO de forma triangular con un vértice hacia abajo (MTC,2016).
- El tamaño de estas señales se determina de acuerdo a la velocidad máxima de operación, puesto que, a partir de ella se determina las distancias mínimas a las que la señal será vista y leída (MTC, 2016).

b. Señalización de Prevención y temporales de construcción, conformado por dispositivos de control vertical, con el fin de advertir ciertas condiciones de la vía que impliquen peligro al usuario (MTC,2016). Deberán cumplir lo establecido en el reglamento con lo siguiente:

- Deberán ser de forma cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo formando un rombo, de fondo color amarillo y letras negras, y en situaciones donde se requiere mayor visibilidad diurna de color amarillo fluorescente (MTC,2016).
- Al igual que el tamaño de la señalización reglamentaria, las dimensiones de esta, dependen de la velocidad máxima de operación (MTC,2016).

c. Señalización de Información

- De forma rectangular o cuadrado con excepciones de acuerdo a lo establecido en el reglamento (MTC, 2016).
- El tamaño de la señal depende de los elementos que se incluirán dentro de la señal y el tamaño de letra que se usará, de fondo azul con letras, flechas y marco de color blanco, por ser zona urbana (MTC, 2016).

4.1.4.5.2. Señalización

De acuerdo a lo indicado en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito automotor para calles y carreteras en vigencia (MTC,2016) deberá ser pintura de tránsito blanca en los bordes y señales en el pavimento y amarilla en el eje de la vía adecuada para superficies pavimentadas, y deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Pintura de tráfico blanca (símbolos, leyendas, flechas, líneas de retención, etc): la pintura a usar en marcas viales será de color blanco y deberá cumplir con los siguientes requisitos

Pigmento en peso	Min.57%
Vehículo	Caucho cloradoalquirico
%Vehículo no volátil	Min. 41%
Solventes	12.1
Viscosidad	75 a 85 (unidades Krebs)
Fineza	Escala Hegman
Tiempo de secado	Al taco 5 - 10 minutos, completo para el libre tránsito de vehículos + 5 minutos
Resistencia de agua	No presenta señales de decoloración , no presenta ablandamiento, ni pérdida de adherencia
Apariencia de película seca	No presenta arrugas, granos ni agujeros
Resistencia a la abrasión seca	35 lts/ml
Reflectancia direccional	Buena
Poder cubriente	Bueno
Flexibilidad	Buena
La pintura a utilizar contendrá micro esferas de vidrio, a continuación, se describe sus características	

Tabla 17. Características de la pintura blanca

Pintura de tráfico amarilla para señalización de líneas separadoras de sentido: la pintura de sardineles en vereda será de color amarillo y adecuada para superficies de sardineles de vereda por lo que deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Tipo de pigmento principal	Amarillo de cromo carbonato de calcio Talco
Pigmento en peso	Min.57%
Vehículo	Caucho clorado-alquídic
%Vehículo no volátil	Min.41%
Solventes	Aromáticos
Densidad	75 a 85 (unidades Krebbs)
Fineza	Escala Hegman, Min.3
Tiempo de secado	Al tacto: 5 - 10 minutos
	libre tránsito de vehículos (25 +- 5)

Resistencia de agua	No presenta señales de cuarteado, ni decoloración. No presenta ampollamiento ni pérdida de agua
Apariencia de película seca	No presenta arrugas, ampollas, cuarteado ni pegajosidad. No presenta granos ni agujeros
Resistencia a la abrasión seca en litros /mils	35
Reflectancia direccional	Buena
Poder cubriente	Bueno
Flexibilidad (Mandil cónico 1/2")	Buena

Tabla 18. Características de la pintura amarilla

4.1.4.5.3. Nivel de servicio

El cálculo del Nivel Servicio del Óvalo Habich se hizo bajo los lineamientos de HCM (Highway Capacity Manual) y del software Software Vissim, para este cálculo se tuvo como datos de entrada al flujo vehicular, velocidades permitidas, la cantidad de carriles de la vía, el ancho de cada carril y la dirección de los flujos. En la Figura 26 se muestra la simulación del óvalo Habich haciendo uso del Software Vissim.

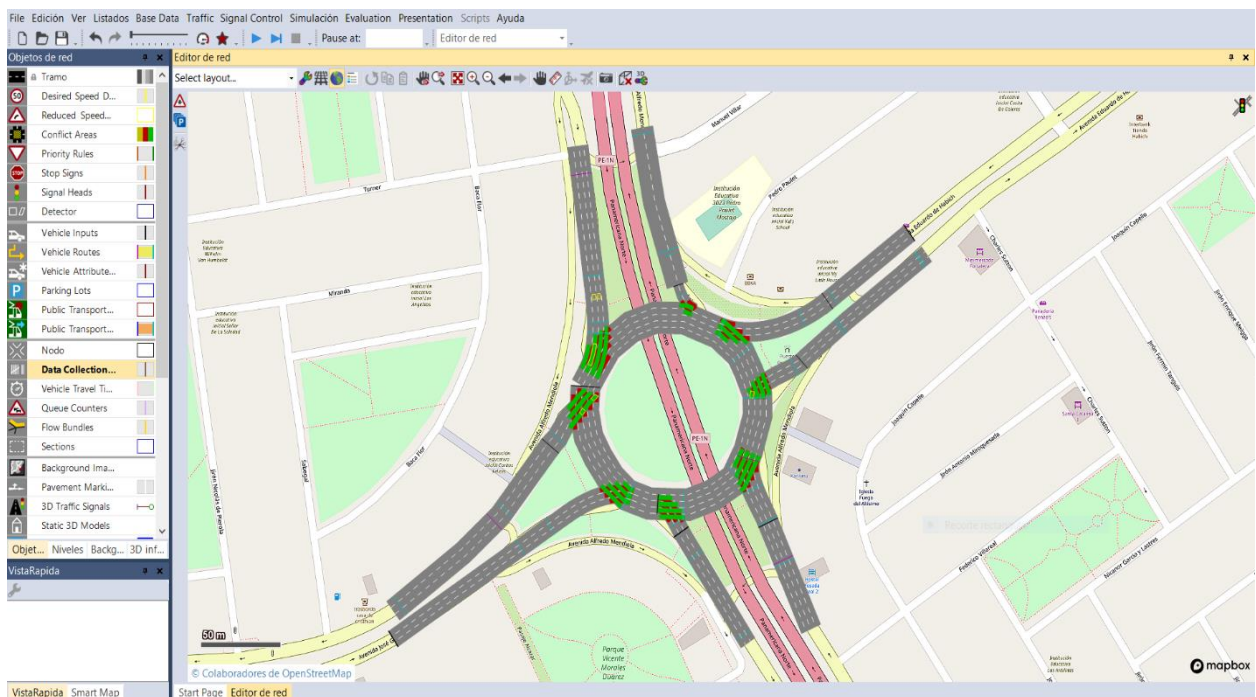


Figura 26. Simulación del óvalo Habich en el software Vissim

Con la finalidad de estimar el Nivel de Servicio que presentaba la intersección del óvalo Habich manualmente, se trabajó bajo los lineamientos del HCM (Highway Capacity Manual). Es así que se siguió la metodología que se presenta en el

capítulo 21 del Highway Capacity Manual (HCM 210). Para el cálculo del nivel de servicio se tuvo como datos iniciales el factor de hora pico (PHF), el porcentaje de vehículos pesados para movimientos en dirección este y oeste y el porcentaje vehículos pesados para movimientos hacia el norte y hacia el sur.

A partir de los dos modos del cálculo del nivel de servicio que presentaba la vía se obtuvo un nivel de servicio F, el cual es un indicador de que las condiciones del flujo vehicular en el óvalo estudiado se encontraban muy saturadas por la congestión vehicular, por lo tanto, no ofrecía un adecuado servicio para los usuarios de la vía como se puede mostrar en la tabla 19.

DIRECCIÓN	NIVEL DE SERVICIO POR CARRIL			
NORTE	F			
SUR	DERECHA	F	IZQUIERDA	F
OESTE	DERECHA	F	IZQUIERDA	F
ESTE	DERECHA	F	IZQUIERDA	F

Tabla 19. Nivel de servicio del óvalo Habich

4.1.4.5.4. Situación propuesta

El diseño de los diferentes tipos de rotondas se realiza según el siguiente flujo. Propuesto por: Partners for Roads / Manual Roundabouts (2009). Donde también se enuncia que, la capacidad de la rotonda está determinada por el diseño geométrico general.

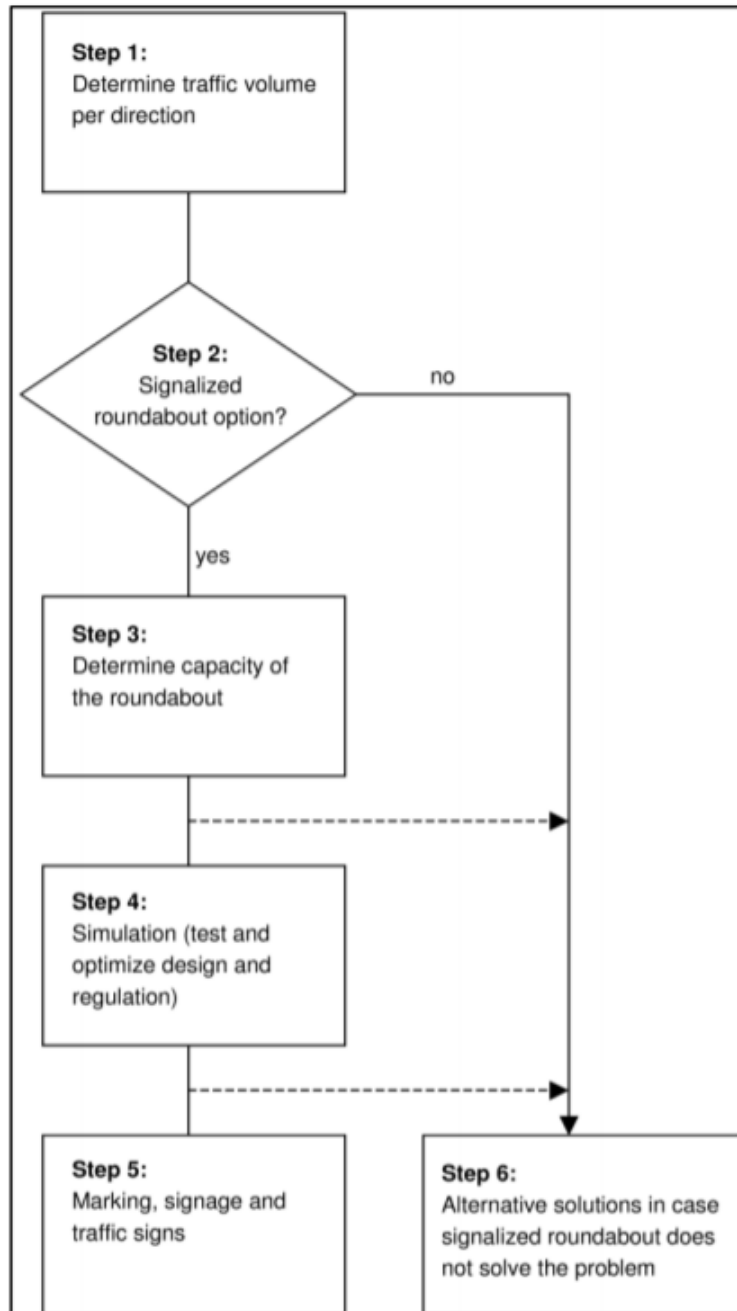


Gráfico 1. Flujo de diseño según Manual Roundabouts

Sin embargo, en el presente proyecto se procedió a ser más específicos en el procedimiento del diseño y verificación de este. Es por ello que este nuevo diseño geométrico se realizó en diferentes fases las cuales fueron:

- Análisis de Datos Obtenidos
- Obtención de Topografía
- Diseño Geométrico de Turbo rotonda

- Simulación de Flujo Vehicular - Diseño Propuesto y Nuevo LOS

Análisis de datos obtenidos

Del estudio de tráfico se observó que en la hora pico el flujo predominante está conformado por automóviles particulares y micros (couster)

Obtención de topografía

Para el desarrollo del proyecto se realizó un levantamiento topográfico para la obtención de la topografía de la zona requerida. De esta manera se obtuvieron las curvas de Nivel cada 1 metro. Asimismo, una vez obtenido las curvas de nivel se procedió a generar la superficie con ayuda del software Civil 3D.

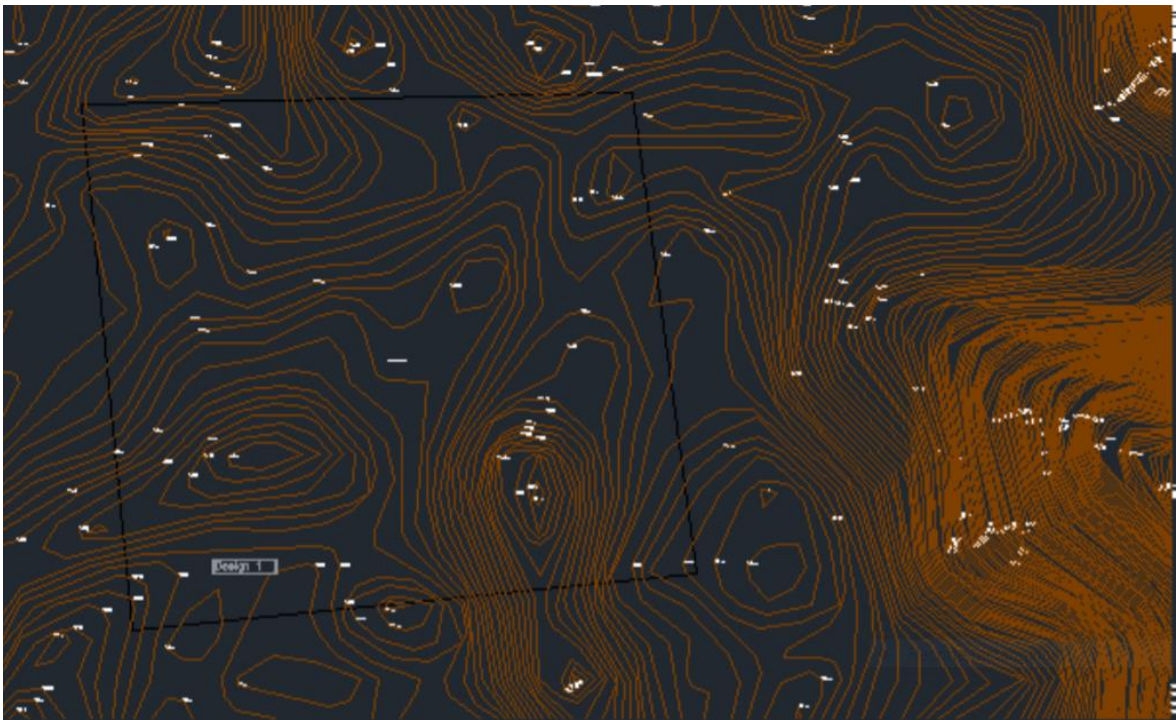


Figura 27. Topografía de la zona del proyecto

Diseño geométrico de rotonda

En primera instancia el diseño geométrico se realizó bajo los lineamientos que se encontraban en TORUS, sin embargo, se tuvieron que realizar modificaciones para poder cumplir los lineamientos del DG-2018 y el Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads. Asimismo, se propuso una nueva señalética Horizontal y Vertical.

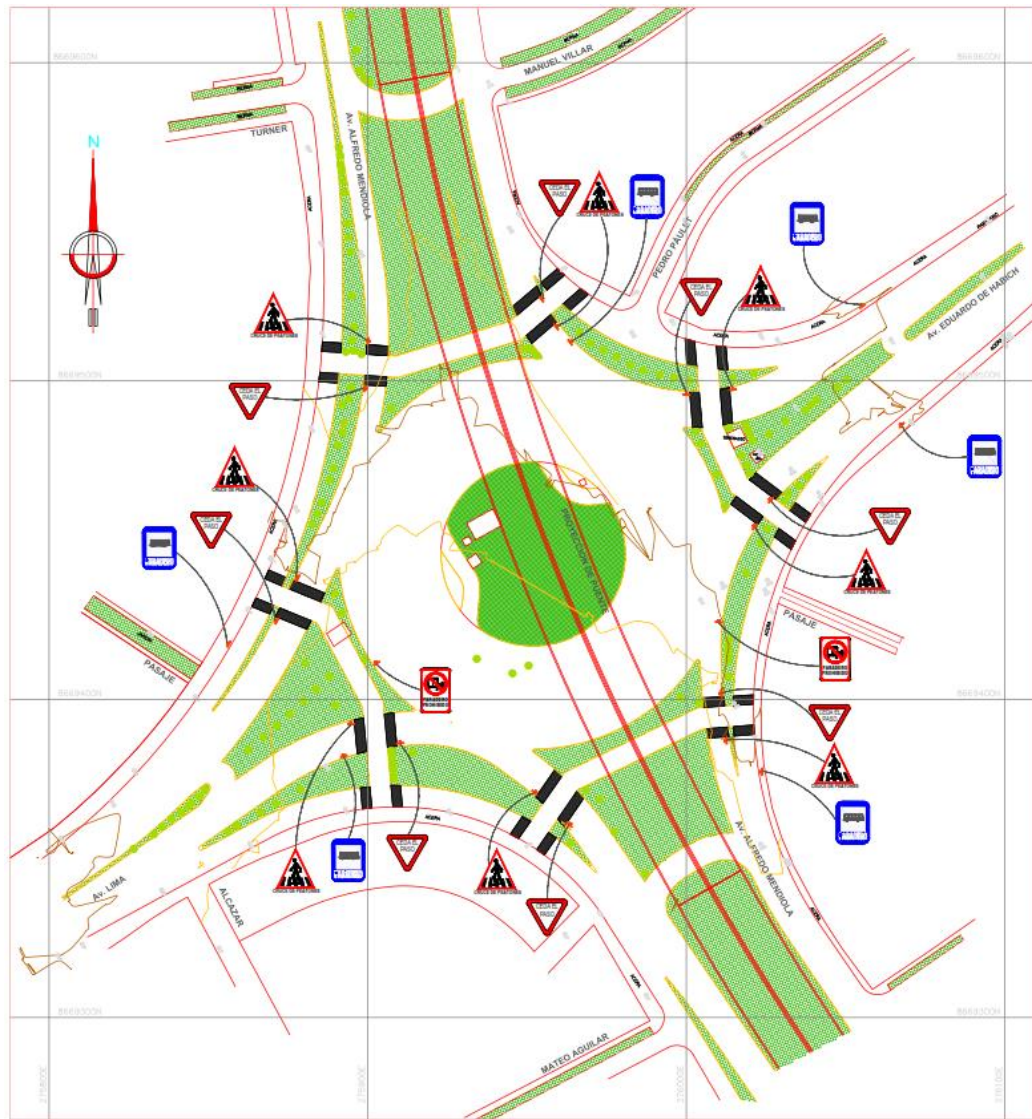


Figura 28. Replanteo

Simulación de flujo vehicular de diseño propuesto

Una vez obtenido el diseño final, se procedió a representarlo en VISSIM para poder evaluar el flujo vehicular. Es así que, para esta propuesta el nuevo nivel de servicio es "C" Además, se determinaron los conflictos vehiculares con el nuevo diseño propuesto, los cuales se muestran en la siguiente figura, y se obtuvo un total de 21 conflictos vehiculares.

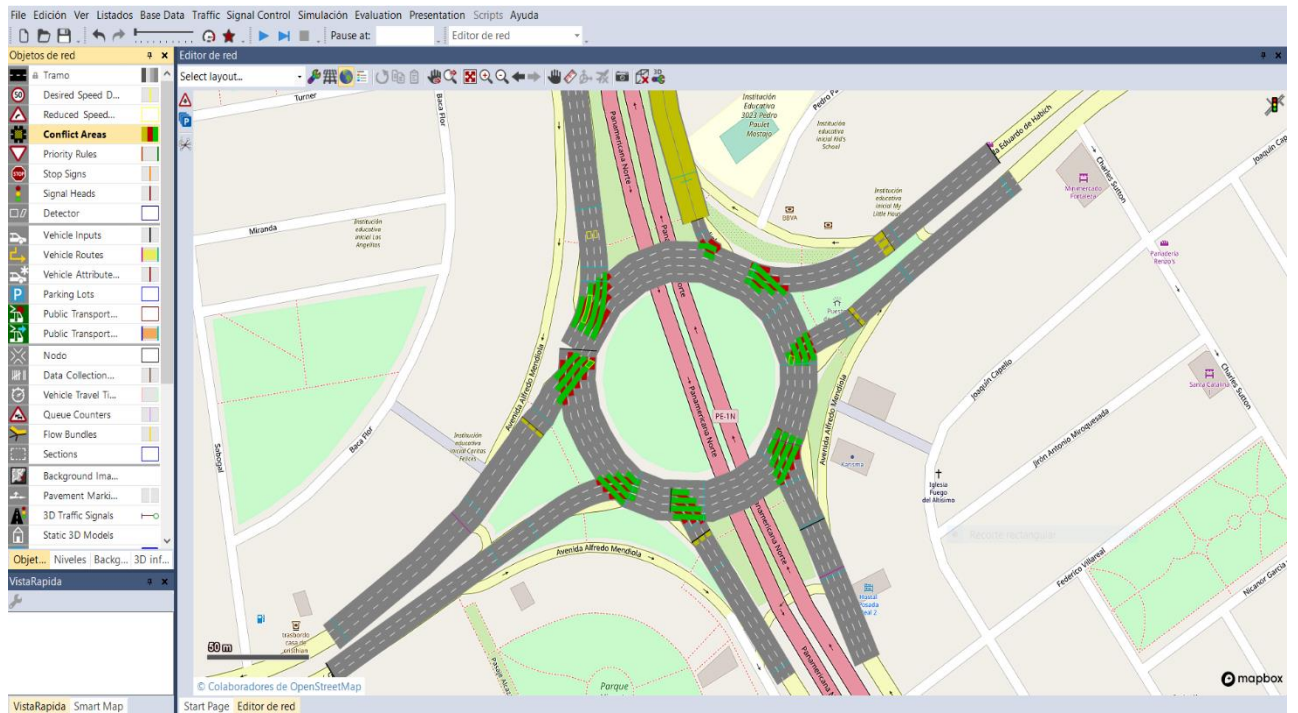


Figura 29. Conflictos vehiculares de la rotonda propuesta

4.2. Resultados

NUMERO DE RUTA	RUTA	TIEMPO
1	Av. Alfredo Mendiola hasta la Av. Eduardo de Habich	125.34 s
2	Av. Lima hasta la Av. Eduardo de Habich	110.50 s
3	Av. Eduardo de Habich hasta la Av. Lima	147.60 s
4	Av. Eduardo de Habich hasta la Av. Alfredo Mendiola de norte a sur	83.60 s
5	Av. Alfredo Mendiola continuando de frente de norte a sur	168.82 s
6	Av. Lima hasta Av. Alfredo Mendiola de norte a sur	123 s

Tabla 20. Tiempo de cruce de intersección

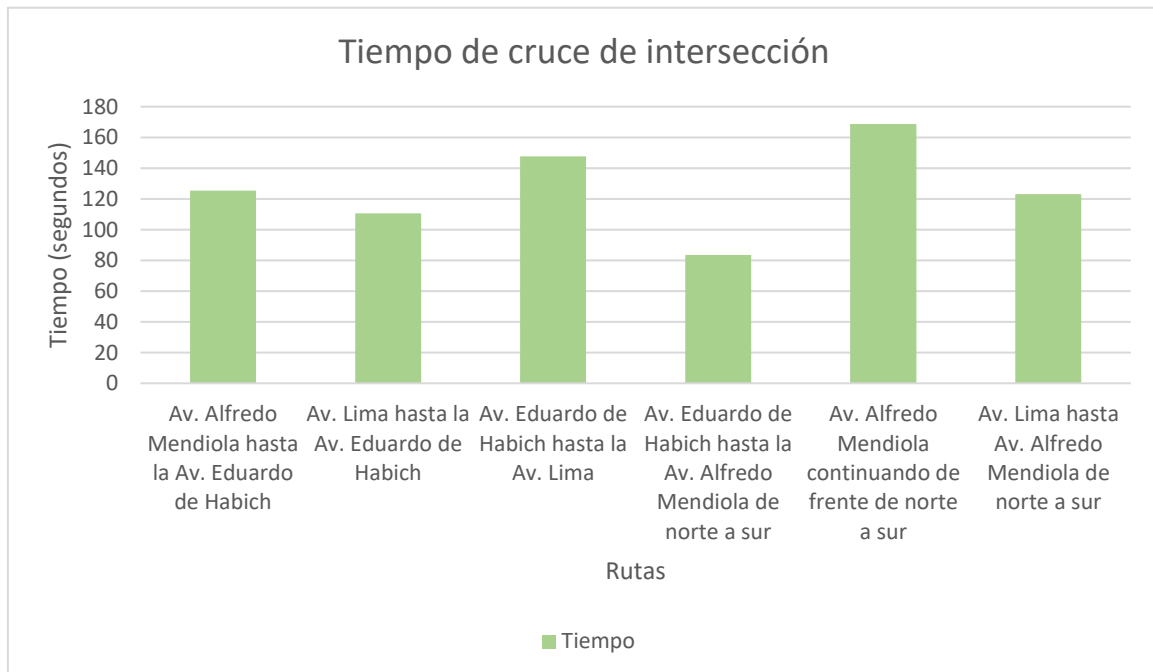


Gráfico 2. Tiempo de cruce de intersección (segundos)

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo con la tabla 20 y gráfico 2, nos muestra los resultados de la toma de datos sobre el volumen vehicular hecho en campo, nos dice que de los tres accesos (Av. Alfredo Mendiola, Av. Lima, Av. Eduardo de Habich), el vehículo con más cantidad fue el micro (custer) en el acceso a la Av. Alfredo Mendiola, teniendo 1153 unidades; y entre los vehículos con menos cantidad fueron el bus interprovincial, camión rural y el mototaxi, llegando a tener 0 unidades en los tres accesos. Teniendo como resultado en los tres accesos un total de 8059 vehículos

Por esta razón se acepta la hipótesis 1, ya que un replanteo de diseño vial si influye en el tiempo de cruce de intersección, ya que este ayudaría a disminuir en tiempo (segundo) de intersección.

RUTAS	Radio de entrada interno	Radio de entrada externo	Longitud de isleta deflectora	Carriles	
				Cantidad	Medida
Av. Alfredo Mendiola de norte a sur	29.04m	118.86m	81.37m	4	2 de 3.50m y 2 de 2.95m
Av. Alfredo Mendiola de sur a norte	36.19m	130.93m	43.45m	4	2 de 3.35m y 2 de 2.20m
Av. Eduardo de Habich de este a oeste	11.20m	47.18m	67.84m	3	3.70m
Av. Lima oeste a este	36.44m	122.05m	57.18m	3	3.53m

Tabla 21. Rutas de acceso al óvalo Habich

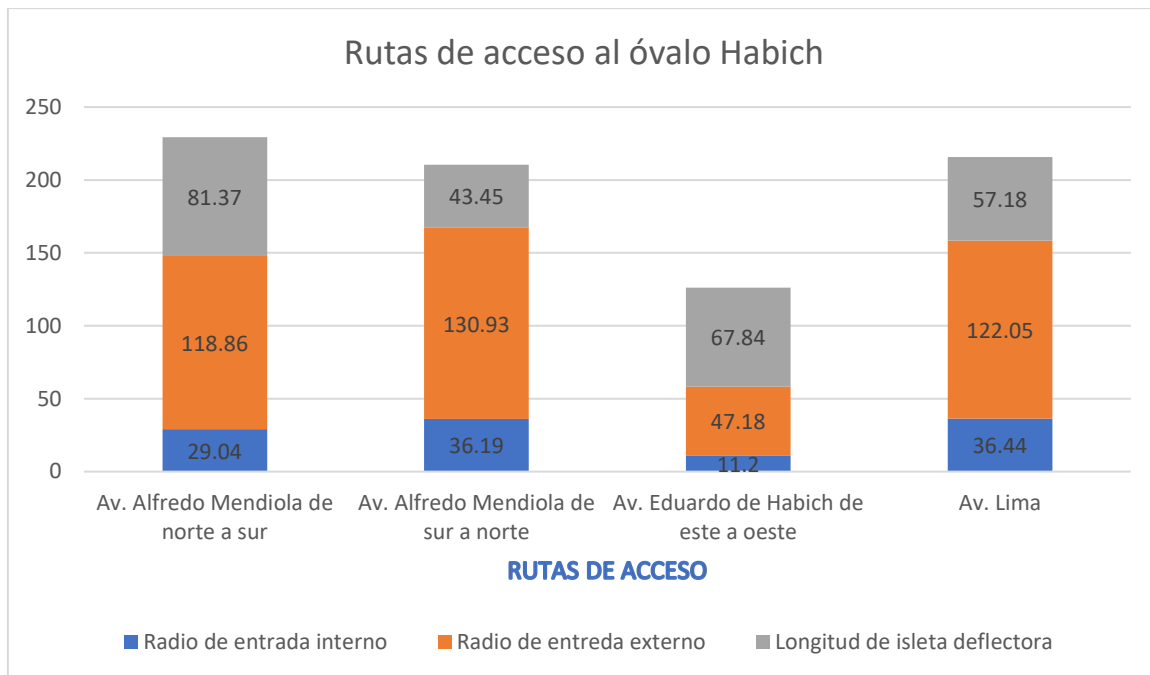


Gráfico 3. Rutas de acceso al óvalo Habich

INTERPRETACIÓN:

En la tabla 21 y gráfico 3, nos muestra los resultados de las rutas de los accesos al óvalo Habich, con sus respectivas medidas, nos dice que de los cuatro accesos (Av. Alfredo Mendiola de norte a sur, Av. Alfredo Mendiola de sur a norte, Av. Eduardo de Habich de este a oeste, Av. Lima), el acceso que tuvo más radio de entrada interno fue la Av. Lima, y el de menos fue la Av. Eduardo de Habich de este a oeste; el acceso que tuvo más radio de entrada externo es la Av. Alfredo Mendiola de sur a norte y el de menos fue la Av. Eduardo de Habich de este a oeste; la ruta de acceso que tuvo más longitud de isleta deflectora fue la Av. Alfredo Mendiola de norte a sur y la de menos fue la Av. Alfredo Mendiola de sur a norte.

Por esta razón se acepta la hipótesis 2, ya que gracias al replanteo de diseño vial se llegaron a hallar las cuatro rutas de acceso con sus diferentes medidas, dichas fueron las que se dirigían directamente al óvalo de Habich.

	Acceso a la Av. Alfredo Mendiola				Acceso a la Av. Lima			Acceso a la Av. Eduardo de Habich		
	Continua Av. Alfredo Mendiola	Av. Lima	Av. Alfredo Mendiola S-N	Av. Eduardo de Habich	Av. Alfredo Mendiola N-S	Av. Eduardo de Habich	Av. Alfredo Mendiola S-N	Av. Alfredo Mendiola N-S	Av. Lima	Av. Alfredo Mendiola S-N
Autos	586	340	211	221	579	278	128	171	293	102
Bus Interprovincial	15	0	5	3	4	0	0	1	0	2
Micro (couster)	1153	258	50	250	438	227	152	161	182	51
Camión rural	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Moto Lineal	77	0	36	5	25	25	4	68	18	20
Mototaxi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Taxi	188	72	80	310	491	291	90	136	145	79

Tabla 22. Volumen vehicular (cantidad de vehículos)

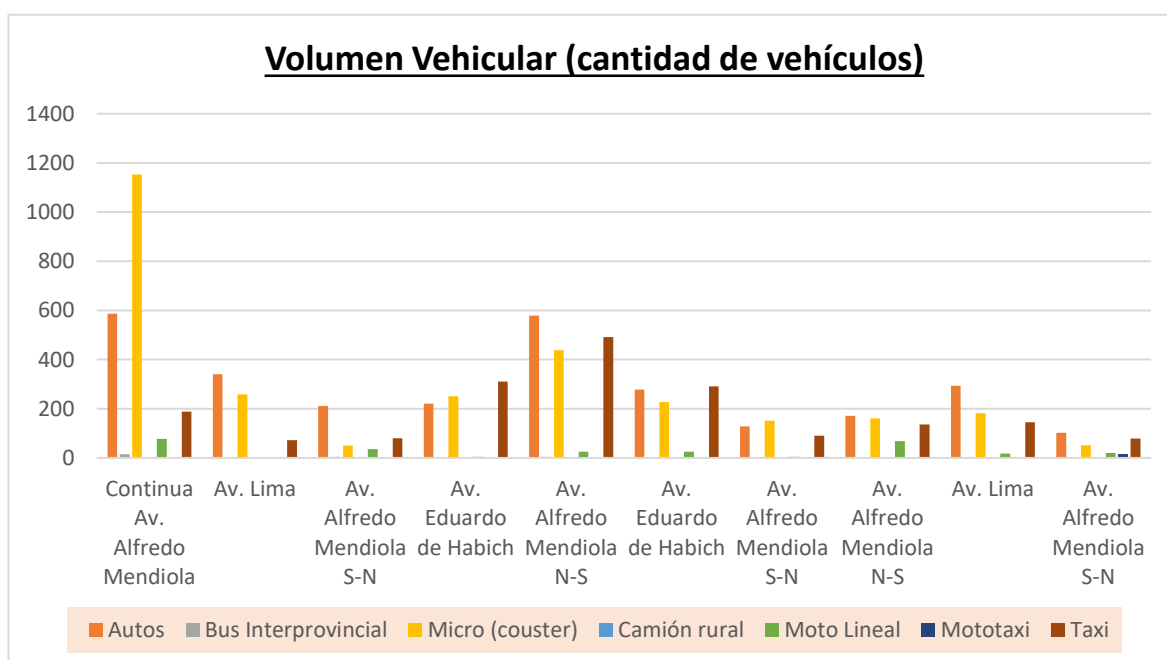


Gráfico 4. Volumen vehicular (cantidad de vehículos)

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo con la tabla 20 y gráfico 2, nos muestra los resultados de la toma de datos sobre el volumen vehicular hecho en campo, nos dice que de los tres accesos (Av. Alfredo Mendiola, Av. Lima, Av. Eduardo de Habich), el vehículo con más cantidad fue el micro (custer) en el acceso a la Av. Alfredo Mendiola, teniendo 1153 unidades; y entre los vehículos con menos cantidad fueron el bus interprovincial,

camión rural y el mototaxi, llegando a tener 0 unidades en los tres accesos. Teniendo como resultado en los tres accesos un total de 8059 vehículos.

Por esta razón se acepta la hipótesis 3, ya que, al realizar el replanteo del plano de diseño vial, obtuvimos más carriles y ocasiona que ya no exista aglomeración de vehículos.

Cálculo de Nodos				
Número de corridas	Intervalo de simulación (seg)	Volumen de vehículos	Demora promedio de los vehículos (seg/veh)	Nivel de Servicio
1	600-4200	5254	80.33	LOS_F
2	600-4200	5072	79.87	LOS_F
3	600-4200	5101	82.22	LOS_F
4	600-4200	5082	81.51	LOS_F
5	600-4200	5370	81.06	LOS_F
6	600-4200	5317	80.59	LOS_F
7	600-4200	5334	80.43	LOS_F
8	600-4200	5367	80.14	LOS_F
9	600-4200	5151	83.74	LOS_F
10	600-4200	5431	78.11	LOS_F
11	600-4200	5284	81.41	LOS_F
12	600-4200	5324	81.71	LOS_F
13	600-4200	5375	78.81	LOS_F
14	600-4200	5185	86.44	LOS_F
15	600-4200	5107	84.98	LOS_F
16	600-4200	5086	79.64	LOS_F
17	600-4200	5150	81.06	LOS_F
18	600-4200	5175	83.58	LOS_F
19	600-4200	5314	80.06	LOS_F
20	600-4200	5549	78.71	LOS_F
21	600-4200	5486	76.98	LOS_F
22	600-4200	5213	82.68	LOS_F
23	600-4200	5071	80.45	LOS_F
24	600-4200	5308	81.75	LOS_F
25	600-4200	5022	75.65	LOS_F
26	600-4200	5312	80.49	LOS_F
27	600-4200	5009	84.61	LOS_F
28	600-4200	5237	79.04	LOS_F

29	600-4200	5217	83.76	LOS_F
30	600-4200	5242	80.49	LOS_F
31	600-4200	5375	80.59	LOS_F
32	600-4200	5185	80.43	LOS_F
33	600-4200	5107	80.14	LOS_F
34	600-4200	5086	83.74	LOS_F
35	600-4200	5150	78.11	LOS_F
36	600-4200	5175	81.41	LOS_F
37	600-4200	5314	79.64	LOS_F
38	600-4200	5549	81.06	LOS_F
39	600-4200	5486	83.58	LOS_F
40	600-4200	5072	80.06	LOS_F
41	600-4200	5101	78.71	LOS_F
42	600-4200	5082	76.98	LOS_F
43	600-4200	5370	82.68	LOS_F
44	600-4200	5071	80.45	LOS_F
45	600-4200	5308	81.75	LOS_F
46	600-4200	5022	81.51	LOS_F
47	600-4200	5312	81.06	LOS_F
48	600-4200	5009	80.43	LOS_F
49	600-4200	5308	80.14	LOS_F
50	600-4200	5022	83.74	LOS_F
Media	600-4200	5225	81	LOS_F
Desviación estándar	600-4200	138	2.35	-
Valor mínimo	600-4200	5009	75.65	-
Valor máximo	600-4200	5549	86.44	-

Tabla 23. Cálculo de nodos

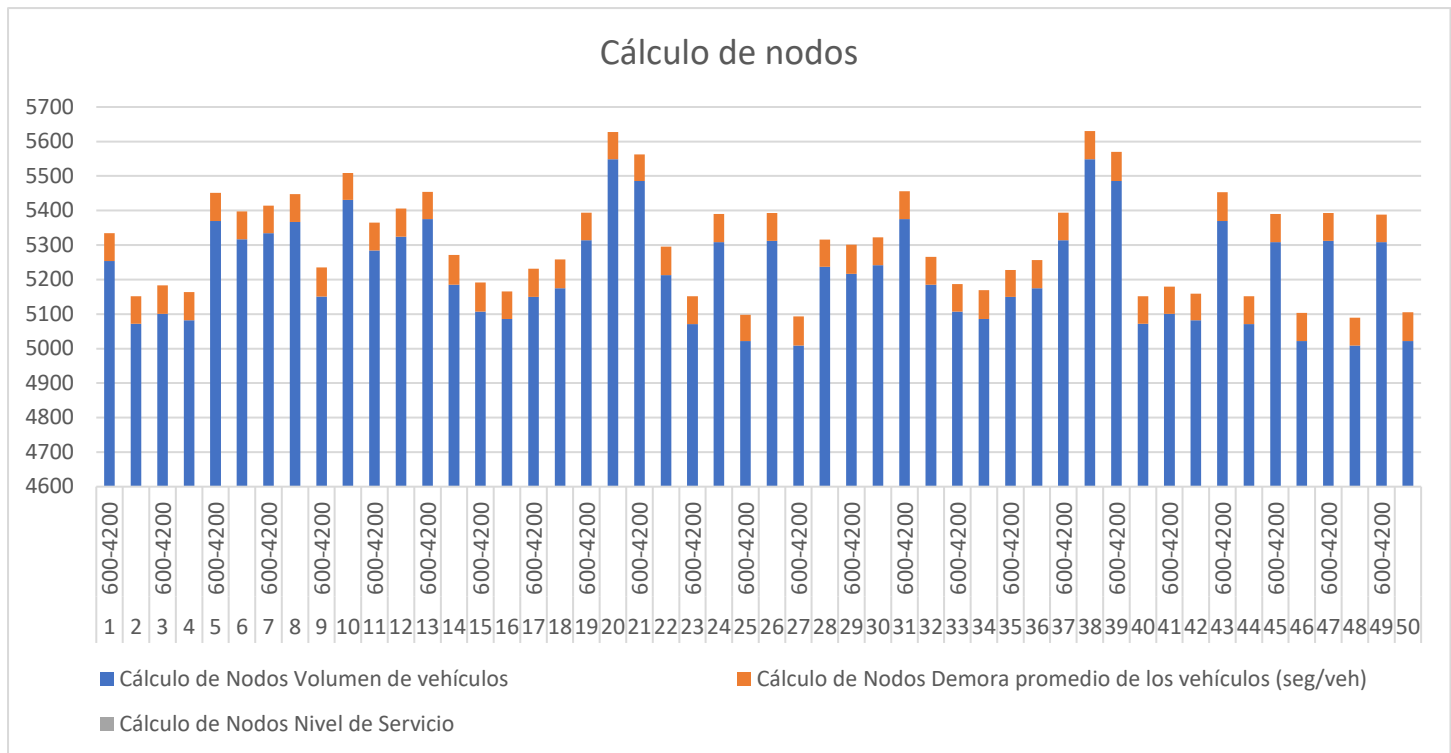


Gráfico 5. Cálculo de nodos

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo con la tabla 23 y gráfico 5, nos muestra los resultados obtenidos del software Vissim en función a las 50 corridas realizadas en el nodo polígono del óvalo Habich. El tiempo para cada corrida abarca de 600 a 420 segundos con una media vehicular de 5225 unidades y una demora promedio de 80.93 segundos; dando así el nivel del servicio del óvalo es “F”. Al ser el nivel de servicio “F” en el óvalo Habich.

Por esta razón se acepta la hipótesis 3, ya que, gracias al software se realizó el cálculo de nodos y detectamos el nivel de servicio, llegando a cambiar del “F” al “E”, siendo aceptable.

V. DISCUSIÓN

- Según los resultados obtenidos por el indicador de tiempo de cruce de intersección, se visualizó en las seis rutas diferentes tiempos de cruce de intersección para la ruta 1, Av. Alfredo Mendiola hasta la Av. Eduardo de Habich se obtuvo un tiempo de 125.34 segundos; para la ruta 2, Av. Lima hasta la Av. Eduardo de Habich el tiempo fue 110.50 segundos; para la ruta 3, Av. Eduardo de Habich hasta la Av. Lima, el tiempo fue 147.60 segundos; para la ruta 4, Av. Eduardo de Habich hasta la Av. Alfredo Mendiola de norte a sur, el tiempo fue 83.60 segundos; para la ruta 5, Av. Alfredo Mendiola continuando de frente de norte a sur, el tiempo fue 168.82 segundos; para la ruta 6; Av. Lima hasta Av. Alfredo Mendiola de norte a sur, el tiempo fue 123 segundos. Se logró los tiempos adecuados para la disminución de tráfico. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Cáceres y Román (2018), en su tesis titulada **“Rediseño geométrico aplicando la canalización de las intersecciones de la Av. Universitaria con la Av. Los Alisos y de la Av. Universitaria con la Av. Naranjal para reducir la congestión vehicular”**, tuvo como resultado que la intersección de la Avenida Universitaria con la Avenida Naranjal, el cálculo manual nos arrojó 121 segundos de atraso y nivel de servicio F, mientras la validación con la Synchro arrojó, 174 segundos y nivelación de función F, cuando se hizo la modelación arrojó una propuesta de demora de 68s, y un nivel de servicio E. Obtuvo un resultado similar a la tesis ya que con la modelación del Vissim nuestras tiempos mejoraron y ayudaron con la disminución del tráfico.
- De los resultados obtenidos por el indicador, rutas de acceso, nos dio como resultado, que para las cuatro rutas de acceso del óvalo Habich, la primera ruta de acceso, Av. Alfredo Mendiola de norte a sur, tuvo un radio de entrada interno de 29.04m, radio de entrada externo de 118.86m, longitud de isleta deflectora de 81.37m, 4 carriles, 2 de 3.50m y 2 de 2.95m; la segunda ruta de acceso, Av. Alfredo Mendiola de sur a norte, tuvo un radio de entrada interno de 36.19m, radio de entrada externo de 130.93m, longitud de isleta deflectora de 43.45m, 4 carriles, 2 de 3.35m y 2 de 2.20m; la tercera ruta de acceso, Av. Eduardo de Habich de este a oeste, tuvo un radio de entrada

interno de 11.20m, radio de entrada externo de 47.18m, longitud de isleta deflectora de 67.84m, 3 carriles de 3.70m cada una; la cuarta ruta de la Av. Lima oeste a este, tuvo un radio de entrada interno de 36.44m, radio de entrada externo de 122.05m, longitud de isleta deflectora de 57.18, 3 carriles de 3.53m cada una.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Solano y Terrones (2017), en su tesis titulada “***Aplicación de la simulación matemática empelando el software vissim como herramienta en el control de tráfico en la intersección de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren, Distrito de Trujillo-La Libertad, Año 2017***”, tuvo como resultado agrandar la berma del medio a 2.40 m. y cerrarlo con vallas que no accedan a la entrada de las personas en zonas que ellos no deberían de transitar; dichas vías medirán 3.3 metros, la cual entraría en el grupo de segunda clase; se colocará 4 paraderos en dicha avenida. Obtuvo un resultado similar a la tesis ya que, con la modificación de medidas y modificación de la infraestructura, obtuvimos mejoras referentes al tráfico.

- Según los resultados obtenidos por el indicador, volumen vehicular (cantidad de vehículos), para los tres accesos (Av. Alfredo Mendiola, Acceso a la Av. Lima, Av. Eduardo de Habich), se consideraron diferentes tipos de vehículos: autos, bus interprovincial, micro (couster), camión rural, moto lineal, mototaxi, taxi. Para el acceso a la Av. Alfredo Mendiola, se obtuvo en total de 1358 autos, 23 bus interprovincial, 1711 micros, 1 camión rural, 0 mototaxi, 650 taxis; para el acceso a la Av. Lima, se obtuvo un total de 985 autos, 4 bus interprovincial, 817 micros, 2 camión rural, 54 moto lineales, 0 mototaxi, 872 taxi; para el acceso a la Av. Eduardo de Habich, se obtuvo un total de 566 autos, 3 bus interprovincial, 394 micros, 2 camión rural, 106 motos lineales, 15 mototaxi, 360 taxis.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Burgos (2017), en su tesis titulada “***Análisis de alternativas de solución a la congestión vehicular en la autopista sur por Avenida Bosa (Bogotá-Colombia) con ayuda del software de microsimulación de tráfico Synchro***” tuvo como resultado que la masa vehicular de mayor petición en el cruce de la Vía Sur y avenida Bosa es igual a 6424 vehículos mezclados por hora desde la

capacidad dada, y que la mayor hora pedida es de 6:45 de la mañana hasta las 7:45 de la mañana. Obtuvo un resultado similar a la tesis ya que, los datos obtenidos fueron en la mañana en la hora pico, y contrastamos con las diferentes cantidades e ingresamos al software.

- Según los resultados obtenidos por el indicador, cálculo de nodos, obtuvimos un intervalo de simulación de 600 a 420 segundos con una media vehicular de 5225 unidades y una demora promedio de 80.93 segundos, y nos dio un nivel de servicio “F”.

Este resultado guarda relación con lo que sostiene Rodríguez (2015), en su tesis titulada “*Evaluación del congestionamiento vehicular en intersecciones viales*” tuvo como resultado que se presenciaron muchos nodos en las diferentes intersecciones que se presenciaban, y que implementaron corredores no convencionales en cruces (USC), contraflujo, ejemplo de volteo en U, implementaron glorietas, medidas de mitigación para el congestionamiento vehicular. Obtuvo un resultado similar a la tesis ya que, se obtuvo al calcular los nodos nos dio un nivel de servicio “F”, el cual es un indicador de que el flujo vehicular en el ovalo es muy saturada por la congestión vehicular; pero gracias al software nos dio como resultado un nivel de servicio “E”, el cual es aceptable.

VI. CONCLUSIONES

O 1: DETERMINAR EN QUE MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN EL TIEMPO DE CRUCE DE INTERSECCIÓN, ÓVALO HABICH, LIMA - 2020

De acuerdo a los resultados que se han obtenido en la tabla 20, gráfico 2, se ha determinado 3 tiempos de cruce de intersección, correspondientes a cada ruta; la alternativa 1, para la ruta 1, Av. Alfredo Mendiola hasta la Av. Eduardo de Habich, 125.34 segundos, habiendo 1 policía de tránsito; la alternativa 2, para la ruta 2, Av. Alfredo Mendiola continuando de frente de norte a sur, 168.82 segundos, habiendo 2 policías de tránsito; la alternativa 3, para la ruta 3, Av. Lima hasta Av. Alfredo Mendiola de norte a sur, 123 segundos, habiendo un policía de tránsito y un semáforo.

Por lo tanto, se ha determinado, que la alternativa 3, nos da un menor tiempo de cruce de intersección, debido al policía de tránsito y semáforo presente.

O 2: DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL HALLAN LAS RUTAS DE ACCESO, ÓVALO DE HABICH, LIMA – 2020

De acuerdo a los resultados que se han obtenido en la tabla 21, gráfico 3, se ha determinado 3 rutas de acceso, la alternativa 1, ha propuesto la ruta de acceso de la Av. Alfredo Mendiola siguiendo de norte a sur, esta alternativa se ha propuesto ya que es un acceso recto, y evitaría menos tiempo de espera; la alternativa 2 ha propuesto la ruta de acceso de la Av. Alfredo Mendiola entrando para la Av. Lima, saliendo por la Av. Alfredo Mendiola hacia el sur, esta alternativa se ha propuesto ya que existe mayor señalización y letreros informativos, disminuye la velocidad y el tiempo de espera es menor; la ruta 3 ha propuesto por la Av. Alfredo Mendiola yendo para para la Av. Eduardo de Habich saliendo por la Av. Túpac Amaru, esta alternativa se ha propuesto para las unidades que solo van a centro de Lima.

Finalmente, se ha determinado que la alternativa 2 genera mejor ruta de acceso, ya que sus medidas son mayores y tendrían mayor capacidad para las unidades, como también tiene mayor visibilidad en sus señales y letreros informativos, todo esto ayudaría a que se obtenga menos tiempo de espera, y el flujo vehicular sería continuo.

O 3: DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN EL VOLUMEN VEHICULAR, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020

De acuerdo a los resultados que se han obtenido en la tabla 22, gráfico 4, se ha determinado 3 volumen de vehículos (entre autos, bus interprovincial, micros, motos lineales, mototaxi, taxi) para cada acceso, la alternativa 1, para el primer acceso, Av. Alfredo Mendiola, ha propuesto 2019 unidades, para el segundo acceso, Av. Lima, ha propuesto 670 unidades, para el tercer acceso, Av. Eduardo de Habich, ha propuesto 789 unidades; la alternativa 2, para el primer acceso, Av. Alfredo Mendiola, ha propuesto 1537 unidades, para el segundo acceso, Av. Lima, ha propuesto 821 unidades, para el tercer acceso, Av. Eduardo de Habich, ha propuesto 374 unidades; la alternativa 3, para el primer acceso, Av. Alfredo Mendiola, ha propuesto 537 unidades, para el segundo acceso, Av. Lima, ha propuesto 638 unidades, para el tercer acceso, Av. Eduardo de Habich, ha propuesto 269 unidades.

Finalmente, se ha determinado que la alternativa 3 genera menos volumen vehicular, ya que su cantidad de unidades es menor, dando así un flujo vehicular continuo.

O 4: DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DETECTAN EL NÚMERO DE NODOS, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020

De acuerdo a los resultados que se han obtenido en la tabla 23, gráfico 5, se ha determinado que de las 50 corridas obtenidas se utilizó un intervalo de simulación de 600-4200 en el software, con diferentes volúmenes de vehículos y diferentes promedios de vehículos, dándonos así un nivel de servicio F.

OBEJTIVO ESPECIFICO

Respecto al tiempo de cruce de intersección se determinó que el tiempo válido es de 123 segundos, con la presencia de policías de tránsito y semáforos; respecto a las rutas de acceso, todas las rutas deben de tener mayor visibilidad en las señales y letreros informativos, como también utilizar la mayor medida permitida en sus carriles para el aumento de capacidad de vehículos, respecto al volumen vehicular, para la disminución de este, se debería de implementar más señales y semáforos, como también hallar nuevas rutas de acceso,

respecto al número de nodos, evitar que el número de servicio sea el "F", ya que el tiempo de demora sería mayor.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, para obtener un tiempo de cruce de interacción mínimo, se establezcan más semáforos en las intersecciones o más presencia de policías de tránsito.
- A manera de recomendación todas las rutas de acceso tienen que estar implementadas con señales y letreros informativos con buena visibilidad; como también realizar un replanteo en sus planos para que el ancho de sus vías sea de mayor medida, y así se tendría mayor capacidad de vehículos
- Para futuras investigaciones, es importante el uso del software Vissim, ya que ha demostrado tener una interface capaz de modelar el comportamiento de un sistema de manera más profunda y obtener parámetros de estudio de comportamiento vehicular como, por ejemplo, el volumen vehicular deseado.
- Se recomienda todos los nodos detectados en las intersecciones tendrían que tener un nivel de servicio “E”

REFERENCIAS

1. GÓMEZ, N. y otros. *Recomendaciones para mejorar la seguridad vial en sitios de conflicto a partir de microsimulación de tránsito* [en línea]. México: Instituto Mexicano del Transporte [actualizado 2017]. [fecha de consulta 7 de mayo 2020]. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt489.pdf>
2. JIMÉNEZ, J., SALAS, M. Application of Economic Models to Estimate the Acceptability of a Vehicle Congestion Charge. *INGE CUC* [en línea]. 2017, diciembre, Vol. 13 (2) [fecha de consulta 4 de mayo 2020]. ISSN 2382-4700. DOI: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.13.2.2017.08>
3. OMS. *Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020* [en línea] [Consultado 9 de abril 2020]. Disponible en: https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_spanish.pdf?ua=1
4. DELZO CUYUBAMBA, Franco. *Propuesta de diseño geométrico y señalización del tramo 5 de la red vial vecinal empalme ruta AN-111-Tingo Chico, provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, departamento de Huánuco* [en línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. [fecha de consulta 28 de abril 2020]. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12616/DELZO_CUYUBAMBA_PROPUESTA_DISE%c3%91O_GEOMETRICO_TESIS.pdf?sequence=6&isAllowed=y
5. CEREDA BAUTISTA, Cristhian y ROMÁN CHÁVEZ, Julio. *Rediseño geométrico aplicando la canalización de las intersecciones de la Av. Universitaria con la Av. Los Alisos y de la Av. Universitaria con la Av. Naranjal para reducir la congestión vehicular* [en línea]. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018. [Consultado 30 de abril 2020]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624787/Cereda_bc.pdf?sequence=4&isAllowed=y

6. PERES, Fernando y SALAZAR, Martin. Analysis of vehicular traffic Flow using a macroscopic model. *DYNA* [en línea]. 2014, noviembre, **81** (184). 36-40 [fecha de consulta 24 de abril 2020]. ISSN 0012-7353. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405005>
7. GONZALEZ ROJO, Sergio y otros. Modelo predictivo microscópico de ruido y de tráfico urbano CMPTRU. *Congreso Internacional de Ingeniería Electrónica* [en línea]. 2015, vol. 37. 81-87 [fecha de consulta 4 de mayo 2020]. Disponible en:
https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44929272/CTL14.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMODELO_PREDICTIVO_MICROSCOPICO_DE_RUIDO.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSBJ6BADFE2QWFK%2F20200523%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200523T220113Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEA0aCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCPBVxVMG2S6fK4p0sEzkl%2B%2FDiVyY6AEVivOOPH4F48RwlhAltGX9cNpuz5i0TvkxD1DE0tPrAjbGqOsR5wm7xwR9yKrQDCGUQABoMMjUwMzE4ODExMjAwlgwUOI1Bl6qXYdkKAw8qkQP1u4zrPnqqdffzd%2F%2FBH VpSun8vVZS7eq8144HLv7gT%2BcZewOSVaBdUQ%2Bsjvsi7w2cd%2F6fFT8sO%2FERqatU76Hu7LcU81lbuE%2FtKRP8xd5t13y6UxzM%2BtcwkzWCHHINx45AJfV%2BATMNxcSv1QXx5tnCej8djckcgirWT9VBK3kDahAAa%2FhvB%2BSpOQBT971LbE%2FNhSpDAirQeE%2FKI5OzBpFQuvYFjv5XiBx%2FE3c8kGCGG17qpUkns2Qj1%2BtipT4%2BxYYVRh9j1a0DkeejnZUswzCQSg8%2BTGZuJsv0tUzp7DRzsplaGf20gNROV2n46nq9UVNnlfXIMus2ye%2BNWIOynwfYrtZbbI3vvzIUomWlowc0G0ZpFKuTy3Q1ui9vFsXJwOCHjIjPlcPMR40a5oAT0LaWoy6yDoUgJWZ%2BrSRSFf3AWk5tV5vid4nqxgYkJH5JGdbfEi%2FEWQm77b4c4TH85j3D67HWfraU6OQmzu26wwnuML0fGh5Y1BLYbsQuYWRfK1wNSnwQrscOeXrSGslyX5IL6DDriab2BTrqAXRLjkOaKGYdorT%2BAKeZASe1HDHIEcS6i%2B8kY7a0YpnL%2FO8xAeLHPE2afhqATH%2B7fzh9C2t1WL%2Fh

[wwR6eo1VI2t3YXY%2BS%2Fjkc%2BwyleFHq9n%2B9K%2Fvg26obEF
Nh6L%2F0sUPPRTDuHgK1sKABBS%2Bk7XbQ8RrCqIS9eTjnh6lieDvz
ub7HKkxbMTy%2BpvysqY1T%2F9251istKCm9%2B4fV%2BKtrxDrPGL
Xb2kmFEucknlbFgDHLdfRmMpP1BArnLtvkC90x1ur65jYOo4s2Z9pwaJ
xfMx4ZwZdl7oOsGiN5WpznAGmulyDVLAE8UkolnyjA%3D%3D&X-
Amz-
Signature=3b5f931c47a3add63985f42c7ff85e23337792c1b722d73e851
33950cae68dba](http://www.vissim.com/Products/Download/Download.aspx?ProductID=1&DownloadID=1)

8. SOLANO ESTRADA, Anthony y TERRONES NOVOA, Danitza. *Aplicación de la simulación matemática empleando el software vissim como herramienta en el control de tráfico en la intersección de las Avenidas César Vallejo con José María Euguren, Distrito de Trujillo-La Libertad, Año 2017* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego, 2017. [Consultado 8 mayo 2020]. Disponible en: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4181/1/RE_ING.CIVIL_ANTHONY.SOLANO_DANITZA.TERRONES_APLICACION.SIMULACION.MATEMATICA.SOFTWARE.VISSIM_DATOS.pdf
9. LAYZA CUEVA, Marita y MEJÍA ARDO, Danny. Tránsito y congestión vehicular en la contaminación sonora en vías de transporte público. *Universidad César Vallejo* [en línea]. 2018, febrero, 6 (1). 30-35 [fecha de consulta 25 de abril 2020]. Disponible en: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/CIENTIFI-K/article/view/1680/1361>
10. BURGOS SÁNCHEZ, Sebastián. *Análisis de alternativas de solución a la congestión vehicular en la autopista sur por Avenida Bosa (Bogotá-Colombia) con ayuda del software de microsimulación de tráfico Synchro* [en línea]. Trabajo de grado como opción para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad La Gran Colombia, 2017. [Consultado 11 de abril 2020]. Disponible en: <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5511/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. RODRIGUEZ RUCOBO, Nubia. Evaluación del congestionamiento vehicular en intersecciones viales. *Culcyt* [en línea]. 2015, agosto. 41-50

[fecha de consulta 6 de abril 2020]. Disponible en: [search?q=Evaluación+del+congestionamiento+vehicular+en+intersecciones+viale&rlz=1C1CHBF_esPE850PE850&oq=Evaluación+del+congestionamiento+vehicular+en+intersecciones+viale&aqs=chrome..69i57j69i61.480j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405005)

12. PEREZ, Fernando y otros. Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico. *Dyna* [en línea]. 2014, **81** (184). 36-40 [fecha de consulta 16 de abril 2020]. ISSN 0012-7353. Disponible en: <https://redalyc.org/articulo.oa?id=49630405005>
13. RAMOS FERRER, Carlos. *Simulación de un modelo microscópico de seguimiento de vehículos* [en línea]. Trabajo de fin de grado. Universidad Politécnica de Madrid, 2017. [Consultado 8 de mayo 2020]. Disponible en: http://oa.upm.es/45868/1/TFG_CARLOS_RAMOS_FERRER_a.pdf
14. SALAZAR SOLANO, César. *Análisis por microsimulación de la intersección entre la Av. Brasil y el Jr. General Borgoño empleando vissim 8* [en línea]. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. [Consultado 19 de mayo 2020]. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12617>
15. VARGAS CORDERO, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación* [en línea]. 2009, **33** (1). 155-165 [fecha de consulta 29 de abril 2020]. ISSN 0379-7082. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
16. PITARQUE, Alfonso. Métodos y diseños de investigación. *Pitarque* [en línea]. 1-52 [fecha de consulta de mayo 2020]. Disponible en: <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/11.pdf>
17. TORRES ALZAMORA, Ana. *Análisis y comparación de criterios de diseño geométrico en las rotondas modernas* [en línea]. Tesis de pregrado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura, 2015. [Consultado 14 de mayo 2020]. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2710/ICI_214.pdf?sequence=1&isAllowed=y

18. PÉREZ RODRÍGUEZ, Carlos y otros. *Propuesta de solución al congestionamiento vehicular en la rotonda Las Américas ubicada frente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez aplicando microsimulación en el software Vissim v.9* [en línea]. Tesis para obtener título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. [Consultado 15 de mayo de 2020]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628042/P%c3%a9rez_RC.pdf?sequence=3&isAllowed=y
19. BULL, A. *Congestión de tráfico-el problema y cómo enfrentarlo* [en línea]. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas, 2003. [fecha de consulta 17 de mayo 2020]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27813/6/S0301049es.pdf>
20. RIVERA SAAVEDRA, Gabriel y VELÁSQUEZ OCHOCHOQUE, Luis. *Determinación de ciclos semafóricos optimizados con Synchro 10.0 aplicados y evaluados en intersecciones de gran congestión vehicular con el software PTV Vissim 9.0* [en línea]. Trabajo de investigación para obtener el grado de bachiller en Ingeniería Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. [Consultado 16 de mayo 2020]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626178/RiveraS_G.pdf?sequence=3&isAllowed=y
21. VARA, A. *Desde la idea hasta la sustentación: Siete pasos para una tesis exitosa. Un método efectivo para las ciencias empresariales*. [en línea]. Perú: Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres [fecha de consulta 6 de junio 2020]. Disponible en: <https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>
22. LOPEZ, Pedro. Población, muestra y muestreo. *Punto Cero*. [en línea]. 2004, Vol. **09**, (08) [fecha de consulta 6 de junio 2020]. Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=s1815-02762004000100012&script=sci_arttext

23. SUAREZ GIL, Patricio. *Población de estudio y muestra* [en línea] [fecha de consulta: 6 de junio 2020]. Disponible en: http://udocente.sespa.princast.es/documentos/memorias/Metodologia_Investigacion/Presentaciones/4_%20poblacion&muestra.pdf
24. TAMAYO LY, Carla y SILVA SIESQUÉN, Irene. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos* [en línea] [fecha de consulta: 8 de junio 2020]. Disponible en: <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/23.pdf>
25. CHAHUA TOMAS, Luz. *Fibra metálica para la mejora del comportamiento sísmico en losas macizas de concreto armado en los centros comerciales, Callao 2019* [en línea]. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo, 2019. [Consultado 8 de junio 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/43062>
26. ESCOBAR PÉREZ, Jazmine y CUERVO MARTÍNEZ, Ángela. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición* [en línea]. 2008, **6**. 27-36 [fecha de consulta 8 de junio de 2020]. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Jazmine_Escobar-Perez/publication/302438451_Validez_de_contenido_y_juicio_de_expertos_Una_aproximacion_a_su_utilizacion/links/59a8daecaca27202ed5f593a/Validez-de-contenido-y-juicio-de-expertos-Una-aproximacion-a-su-utilizacion.pdf
27. MARROQUÍN PEÑA, Roberto. *Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación* [en línea] [fecha de consulta: 8 de junio 2020]. Disponible en: <http://www.une.edu.pe/Titulacion/2013/exposicion/SESSION-4-Confiabilidad%20y%20Validez%20de%20Instrumentos%20de%20investigacion.pdf>
28. RODRÍGUEZ SABIOTE, Clemente y otros. Teoría y práctica de análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM* [en

- línea]. 2015, **15** (2). 133-154 [fecha de consulta 14 de junio de 2020]. ISSN 1405-3543. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65415209>
29. CALDUCH CERVERA, Rafael. *Métodos y técnicas de investigación internacional* [en línea]. 2º Edición. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2014. [consultado 14 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/835-2018-03-01-Metodos%20y%20Tecnicas%20de%20Investigacion%20Internacional%20v2.pdf>
30. DIAZ ARCE, Dariel. Plagiarism in academic high school students: what detects turnitin?. *Revista de Unidades de Información* [en línea]. 2016, 9. [fecha de consulta 14 de junio de 2020]. ISSN 2254-7177. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Dariel_Diaz_Arce/publication/317056929_PLAGIO_ACADEMICO_EN_ESTUDIANTES_DE_BACHILLERATO_QUE_DETECTA_TURNITIN/links/592348b0458515e3d4098337/PLAGIO-ACADEMICO-EN-ESTUDIANTES-DE-BACHILLERATO-QUE-DETECTA-TURNITIN.pdf
31. CACCIAVILLANI, M. *Recursos de un proyecto* [en línea] [fecha de consulta: 16 junio 2020]. Disponible en: <https://blog.comparasoftware.com/recursos-de-un-proyecto/>
32. ISAZA CASTRO, Jairo y RENDÓN ACEVEDO, Jaime. Guía metodológica para la formación y presentación de proyectos de investigación. *CIDES* [en línea] [fecha de consulta 16 de junio del 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/22662454/Gu%C3%ADa_metodol%C3%B3gica_para_la_formulaci%C3%B3n_y_presentaci%C3%B3n_de_proyectos_de_investigaci%C3%B3n
33. JIN, Shaochen. Comparative Study of VISSIM and Sidra on Signalizes Intersection. *Elsevier* [en línea]. 2013, noviembre, vol. 96 [fecha de consulta 28 de noviembre 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/user/Desktop/sheyla/mas%20referencias%20bibliograficas/1-s2.0-S1877042813023525-main.pdf>

34. ZOE MITKAS, Danae y POLITIS. Evaluation of alternative ramp metering scenarios on freeway on-ramp with the use of microscopic simulation software Vissim. *Elsevier* [en línea]. 2019, septiembre, vol. 45 [fecha de consulta 28 de noviembre 2020]. Disponible en:
<file:///C:/Users/user/Desktop/sheyla/mas%20referencias%20bibliograficas/34.pdf>
35. RINCON, Nelson. Alternatives to improve operational traffic in roundabouts using microsimulation. *Respuestas Journal of Engineering Sciences* [en línea]. 2020, agosto, vol. 25, (2) [fecha de consulta 28 noviembre 2020]. Disponible en:
<https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/2372/2852>
36. GOMEZ, A. The relationship between speed and road safety: current state of knowledge. *Securitas Vialis* [en línea]. 2015, diciembre, vol. 7 [fecha de consulta 28 de noviembre 2020]. DOI
<https://doi.org/10.1007/s12615-014-9075-x>
37. SIDDHARTH, SMP. Calibration of Vissim for Indian Heterogeneous Traffic conditions. *Elsevier* [en línea]. 2013 [fecha de consulta 28 noviembre 2020]. Disponible en:
<file:///C:/Users/User/Downloads/calibration-of-vissim-for-indian-heterogeneous-traffic-conditions.pdf>
38. MAHAR, A., CHANDRA, S. Highway capacity through vissim calibrated for mixed traffic conditions. *KSCE J Civ Eng* [en línea]. 2014, agosto, vol. 18, 639-645 [fecha de consulta 28 de noviembre 2020]. DOI
<https://doi.org/10.1007/s12205-014-0440-3>
39. JOHNSON, R. Vissim/Moves integration to investigate the effect of major key parameters on CO2 emissions. *Elsevier* [en línea]. 2013, junio, vol. 21, 39-46 [fecha de consulta 28 de noviembre 2020]. ISSN: 1361-9209. DOI
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.02.003>
40. XIAODAN, Xu. Estimating Project-Level vehicle emissions with vissim and moves-matrix. *Sage journals* [en línea]. 2016, junio [fecha de consulta 28 de noviembre 2020]. DOI
<https://doi.org/10.3141/2570-12>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización

Anexo 2. Matriz de consistencia

Anexo 3. Ficha Técnica N° 1

Anexo 4. Ficha Técnica N° 2

Anexo 5. Ficha Técnica N° 3

Anexo 6. Ficha Técnica N° 4

Anexo 7. Plano de ubicación y curvas de nivel

Anexo 8. Plano de fotogrametría del óvalo Habich

Anexo 9. Plano fotográfico y de vías (geometría detallada del óvalo Habich)

Anexo 10. Flujograma

Anexo 11. Replanteo del plano

Anexo 12. Turnitin

ANEXO 1:

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Alternativas de diseño vial	El modelo de una vía es la edificación de caminos y vías resistente, para una necesidad y bien del pueblo. (Torres, 2015, p.25)	Con los datos obtenidos, se elegirá la modelación adecuada, y se realizará una microsimulación para obtener las alternativas de diseño vial. (Pérez y Porras, 2019, 36).	Modelación de tráfico	Macroscópicos	De razón
				Microscópicos	
				Mesoscópicos	
			Modelos de seguimiento vehicular	General Motors	
				Distancia segura (gipps)	
				Wiedemann	
Variable Dependiente: Disminución de congestión de tráfico mediante el software vissim 9.0	La palabra congestión se puede definir como “causa y consecuencias de embotellar o embotellarse”, por ende “embotellar” se define como “atascar el paso o la comunicación de algo” que, en este caso vendría hacer el tránsito vehicular. Normalmente lo llaman así, por el hecho que se aprecia demasiados vehículos transitando y cada uno de estos lo hacen demasiado lento. (Bull, p. 23)	Realizaremos pruebas de campo mediremos el tiempo de espera. Con los datos obtenidos de campo podremos calcular las velocidades, volumen, intensidad, en el software vissim 9.0 (Rivera y Velásquez, 2019, p. 15).	Congestión de tráfico en relación al tiempo	Tiempo de espera (minutos)	De razón
				Cálculo de velocidades	
			Congestión de tráfico en relación con el volumen	Volumen vehicular (cantidad de vehículos)	De razón
				Cálculo de nodos	

ANEXO 2:

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE		MACROSCÓPICOS	
¿EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN LA CONGESTIÓN DE TRÁFICO MEDIANTE EL SOFTWARE VISSIM, ÓVALO HABICH, LIMA - 2020?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN LA CONGESTIÓN DE TRÁFICO MEDIANTE EL SOFTWARE VISSIM, ÓVALO HABICH, LIMA - 2020	LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN LA CONGESTIÓN DE TRÁFICO MEDIANTE EL SOFTWARE VISSIM, ÓVALO HABICH, LIMA - 2020	ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL	MODELACIÓN DE TRAFICO	MICROSCÓPICOS	
				MODELOS DE SEGUIMIENTO VEHICULAR	MESOSCÓPICOS	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. DEPENDIENTE		GENERAL MOTORS	
¿EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN EL TIEMPO DE ESPERA, ÓVALO HABICH, LIMA - 2020?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN EL TIEMPO DE ESPERA, ÓVALO HABICH, LIMA - 2020	LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN EL TIEMPO DE ESPERA, ÓVALO HABICH, LIMA - 2020	DISMINUCIÓN DE CONGESTIÓN DE TRÁFICO MEDIANTE EL SOFTWARE VISSIM	CONGESTIÓN DE TRÁFICO EN RELACIÓN AL TIEMPO	DISTANCIA SEGURA (GIPPS)	
					WIEDEMANN	
¿EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL HALLAN EL CÁLCULO DE VELOCIDADES, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL HALLAN EL CÁLCULO DE VELOCIDADES, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020	LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL HALLAN EL CÁLCULO DE VELOCIDADES, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020?		DISMINUCIÓN DE CONGESTIÓN DE TRÁFICO MEDIANTE EL SOFTWARE VISSIM	CONGESTIÓN DE TRÁFICO EN RELACIÓN AL TIEMPO	TIEMPO DE ESPERA (MINUTOS)
						CÁLCULO DE VELOCIDADES
¿EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN EL VOLUMEN VEHICULAR, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN EL VOLUMEN VEHICULAR, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020	LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL DISMINUYEN EL VOLUMEN VEHICULAR, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020	DISMINUCIÓN DE CONGESTIÓN DE TRÁFICO MEDIANTE EL SOFTWARE VISSIM		CONGESTIÓN DE TRÁFICO EN RELACIÓN AL VOLUMEN	VOLUMEN VEHICULAR (CANTIDAD DE VEHÍCULOS)
						CÁLCULO DE NODOS
¿EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL REALIZA EL CÁLCULO DE NODOS, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020?	DETERMINAR EN QUÉ MEDIDA LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL REALIZA EL CÁLCULO DE NODOS, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020	LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO VIAL REALIZAN EL CÁLCULO DE NODOS, ÓVALO DE HABICH, LIMA - 2020				

ANEXO 3:
FICHA TÉCNICA N° 1

FICHA TÉCNICA N° 1

Tesis: Alternativas de diseño vial para la disminución de congestión de tráfico mediante el software vissim, Óvalo de Habich, Lima-2020


Autor: Sheyla Estefani Novoa Luna

INDICADOR: CÁLCULO DE VELOCIDADES

Tiempo de viaje promedio (seg)												
Hora	Ruta 1: Av. Alfredo Mendiola hacia Av. Eduardo de Habich		Ruta 2: Av. Eduardo de Habich hacia Av. Alfredo Mendiola		Ruta 3: Av. Eduardo de Habich hacia Av. Tupac Amarú		Ruta 4: Av. Eduardo de Habich hacia Av. Lima		Ruta 5: Av. Alfredo Mendiola hacia Ax. Panamericana Norte		Ruta 5: Av. Alfredo Mendiola hacia Ca. Pedro Paulet	
	Micro	Autos	Micro	Autos	Micro	Autos	Micro	Autos	Micro	Autos	Micro	Autos
6 a 7 am												
7 a 8 am												
8 a 9 am												
9 a 10 am												
1 a 2 pm												
2 a 3 pm												
5 a 6 pm												
6 a 7 pm												
7 a 8 pm												
MEDIA												
LONGITUD DE RUTA (m)												
DIFERENCIA DE MEDIAS												

Validación:			
Nombre y Apellido	CID	Sello y firma	Porcentaje
Ing. Dick James	66904		88
Ing. Raul Antenor Anorade Mendoza	15119		79
Ing. Alexander Ampuero	195614		92
Promedio			86.33


 RAUL ANTEÑOR ANORADE MENDOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 15119


 ALEXANDER FLAVIO
 AMPUERO VILLAVICENCIO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 195614


 JAIMES BLANCO
 DICK GEORGE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 66904

ANEXO 4:
FICHA TÉCNICA N° 2

FICHA TÉCNICA N° 2

Tesis: Alternativas de diseño vial para la disminución de congestión de tráfico mediante el software vißsim, Óvalo de Habich, Lima-2020

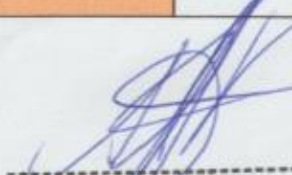
Autor: Sheyla Estefani Novoa Luna

INDICADOR: VOLUMEN VEHICULAR (CANTIDAD DE VEHÍCULOS)

CONTEO VEHICULAR								
HORA	TIPOS DE VEHICULOS							
	AUTOS	BUS INTERPROVINCIAL	AUTOS	MICRO (COUSTER)	CAMIÓN RURAL	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	TAXIS
6 a 7 am								
7 a 8 am								
8 a 9 am								
9 a 10 am								
1 a 2 pm								
2 a 3 pm								
5 a 6 pm								
6 a 7 pm								
7 a 8 pm								
TOTAL								

VALIDACIÓN			
Nombre y Apellido	CID	Sello y firma	Porcentaje
Ing. Dick JAMES BLANCO	66904		88
Ing. Raul Andrade Mendoza	15119		79
Ing. Alexander Ampuero	195614		92
Promedio			86.23


 RAUL ANTENOR ANDRADE MENDOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 15119


 ALEXANDER FLAVIO
 AMPUERO VILLAVICENCIO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 195614


 JAIMES BLANCO
 DICK GEORGE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 66904

ANEXO 5:
FICHA TÉCNICA N° 3

FICHA TÉCNICA N° 3

Tesis:

Alternativas de diseño vial para la disminución de congestión de tráfico mediante el software vissim, Óvalo de Habich, Lima-2020

Autor: Sheyla Estefani Novoa Luna

INDICADOR: TIEMPO DE ESPERA (seg)

Tiempo de espera (seg)

Hora	Ruta 1: Av. Alfredo Mendiola hacia Av. Eduardo de Habich		Ruta 2: Av. Eduardo de Habich hacia Av. Alfredo Mendiola		Ruta 3: Av. Eduardo de Habich hacia Av. Tupac Amarú		Ruta 4: Av. Eduardo de Habich hacia Av. Lima		Alfredo Mendiola hacia Ax. Panamericana		Ruta 5: Av. Alfredo Mendiola hacia Ca. Pedro Paulet	
	Micro	Auto	Micro	Auto	Micro	Auto	Micro	Auto	Micro	Auto	Micro	Auto
6 a 7 am												
7 a 8 am												
8 a 9 am												
9 a 10 am												
1 a 2 pm												
2 a 3 pm												
5 a 6 pm												
6 a 7 pm												
7 a 8 pm												
TOTAL												

VALIDACIÓN

Nombre y Apellido	CID	Sello y firma	Porcentaje
Ing. Dick George JAIMES Blanco	66904		88
Ing. Raul Antenor Andrade Mendoza	15119		79
Ing. Alexander Flavio Villavicencio	195614		92
Promedio			86.33

Raul Antenor Andrade Mendoza
 RAUL ANTE NOR ANDRADE MENDOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 15119

Alexander Flavio Villavicencio
 ALEXANDER FLAVIO
 AMPUERO VILLAVICENCIO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 195614

Jaimés Blanco
 JAIMES BLANCO
 DICK GEORGE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 66904

Recorte

ANEXO 6:
FICHA TÉCNICA N° 4

FICHA TÉCNICA N° 4

Tesis: Alternativas de diseño vial para la disminución de congestión de tráfico mediante el software vissim, Óvalo de Habich, Lima-2020

Autor: Sheyla Estefani Novoa Luna


INDICADOR: CÁLCULO DE NODOS


Cálculo de nodos


Número de corridas	Intervalo de simulación (seg)	Volumen de vehiculos	Demora promedio de los vehiculos (seg/veh)	Niveles de servicio
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
Media				
Desviación estándar				
Valor mínimo				
Valor máximo				

VALIDACIÓN

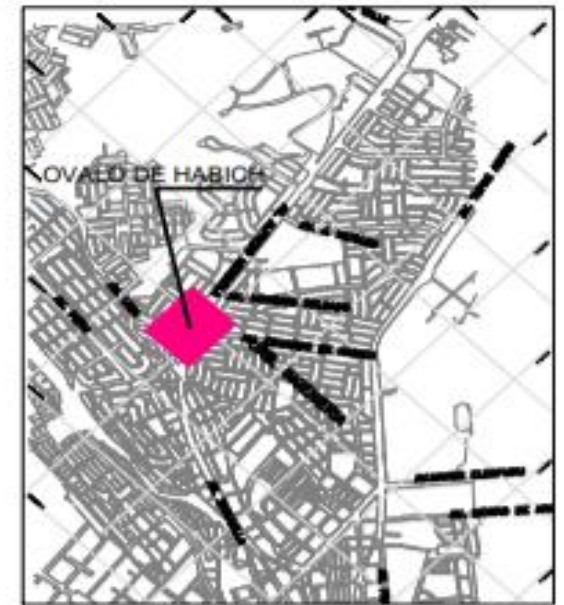
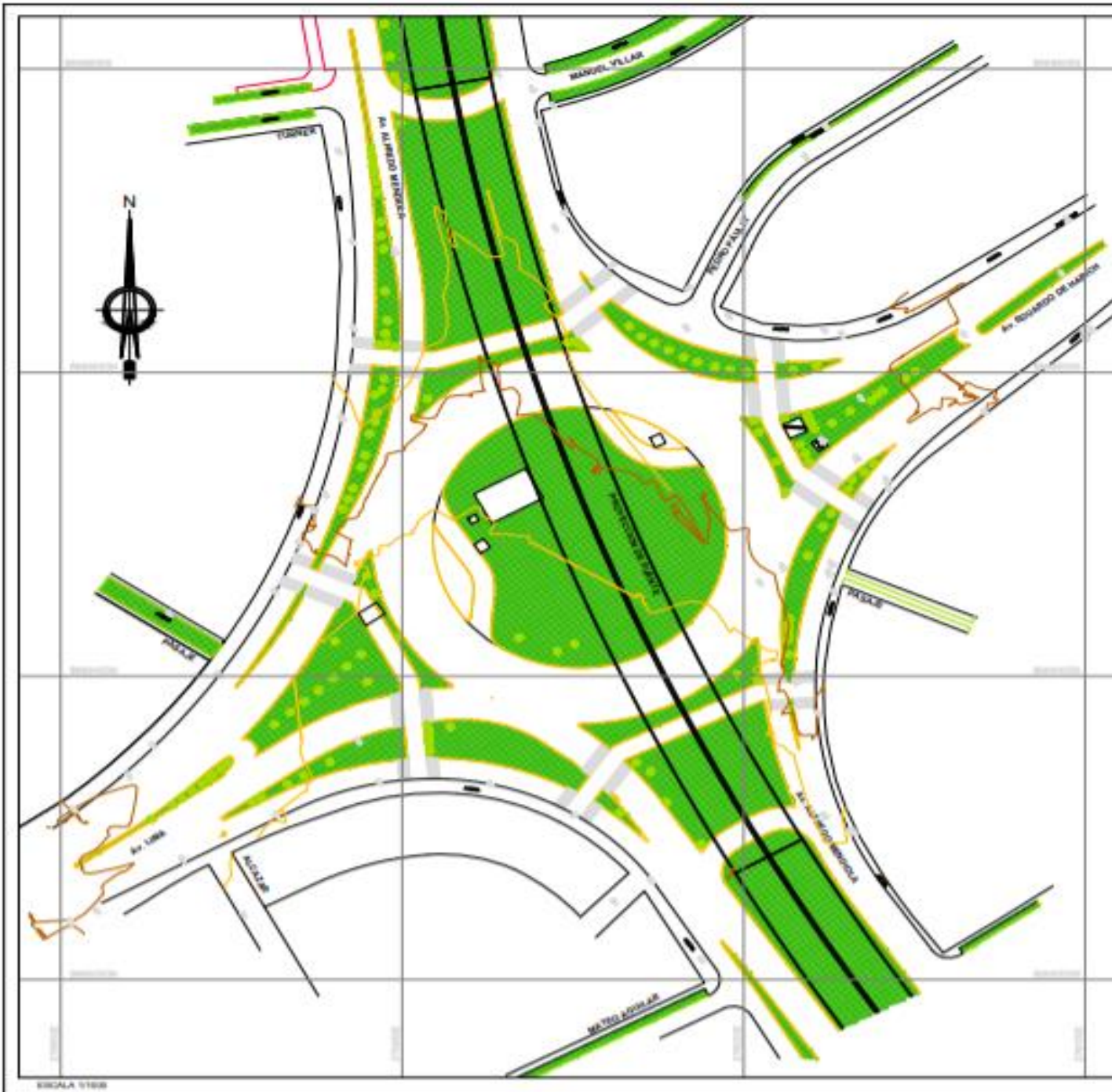
Nombre y Apellido	CID	Sello y firma	Porcentaje
Ing. Dick James Blanco	68204		08
Ing. Raul Andrade M.	15119		79
Ing. Alexander Ampuero	195614		92
Promedio			86.23


 RAUL ANTONOR ANDRADE MENDULA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 15119


 ALEXANDER FLAVIO
 AMPUERO VILLAVICENCIO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 195614


 JAIMES BLANCO
 DICK GEORGE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 66904

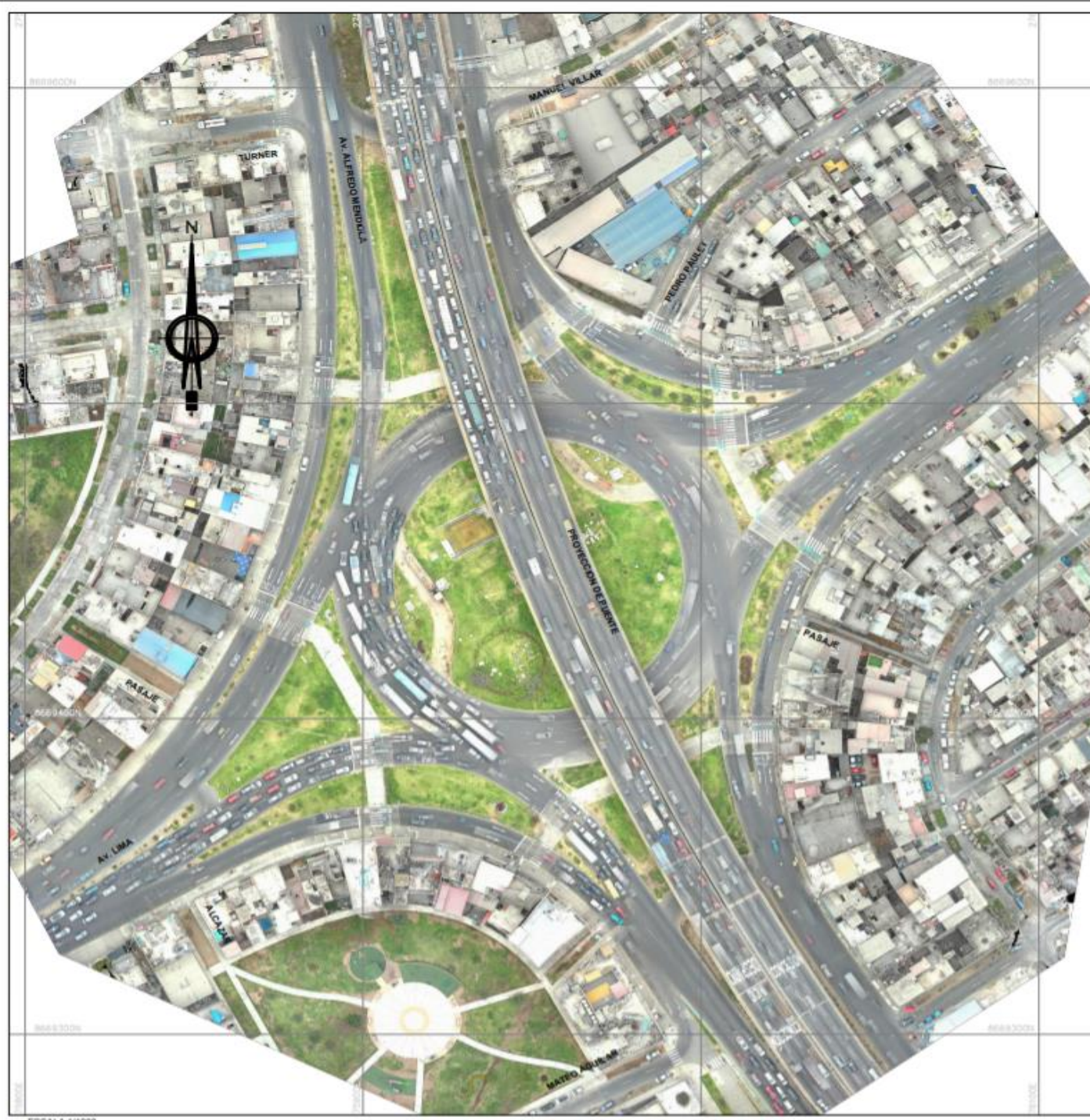
ANEXO 7:
PLANO DE UBICACIÓN Y CURVAS DE NIVEL



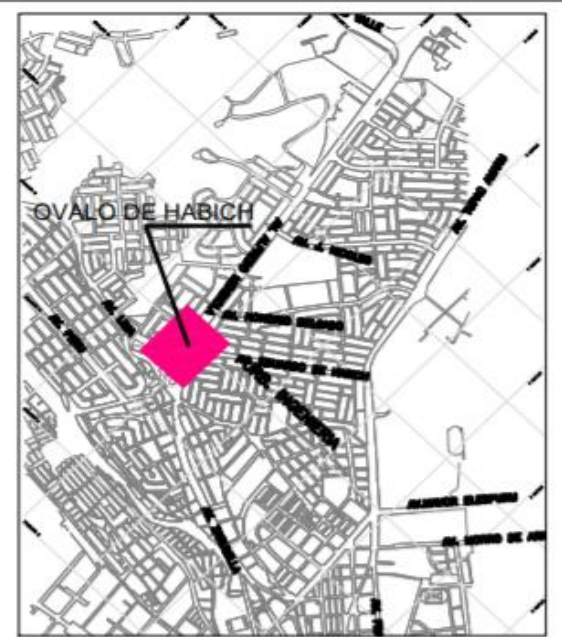
UBICACION ESCALA 1:10000

OVALO DE HABICH		
PLANO #1	GEOMETRIA OVALO DE HABICH	
UBICACION	AV. ALFREDO MEDIOLA- AV EDUARDO DE HABICH	
PLANO	PLANO UBICACION Y CURVAS DE NIVEL	
ELABORACION	PAULO CASERO	FECHA
		OCTUBRE 2020
REVISOR	SHEILA NOVOA	

ANEXO 8:
PLANO DE FOTOGRAMETRÍA DEL ÓVALO HABICH



ESCALA 1/1000



UBICACION

ESCALA 1/25000

OVALO DE HABICH		
PLANO 01	GEOMETRIA OVALO DE HABICH	
UBICACION	AV. ALFREDO MEDIOLA- AV EDUARDO DE HABICH	
PLANO	PLANO DE FOTOGRAMETRIA	
ELABORACION	PALLO CHERO	FECHA
		OCTUBRE 2020
		REVISION
		SHEYLA NOVOA

ANEXO 9:

**PLANO TOPOGRÁFICO Y DE VÍAS (GEOMETRÍA DETALLADA DEL ÓVALO
HABICH)**



Recorte recta

OVALO DE HABICH		
PLANO 01	GEOMETRIA OVALO DE HABICH	
UBICACION	AV. ALFREDO MEDIOLA- AV EDUARDO DE HABICH	
PLANO	PLANO TOPOGRAFICO Y DE VIAS	
ELABORACION	PAULO CHERO	FECHA OCTUBRE 2020
REVISION	SHEYLA NOVDA	

ANEXO 10:
FLUJOGRAMA

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

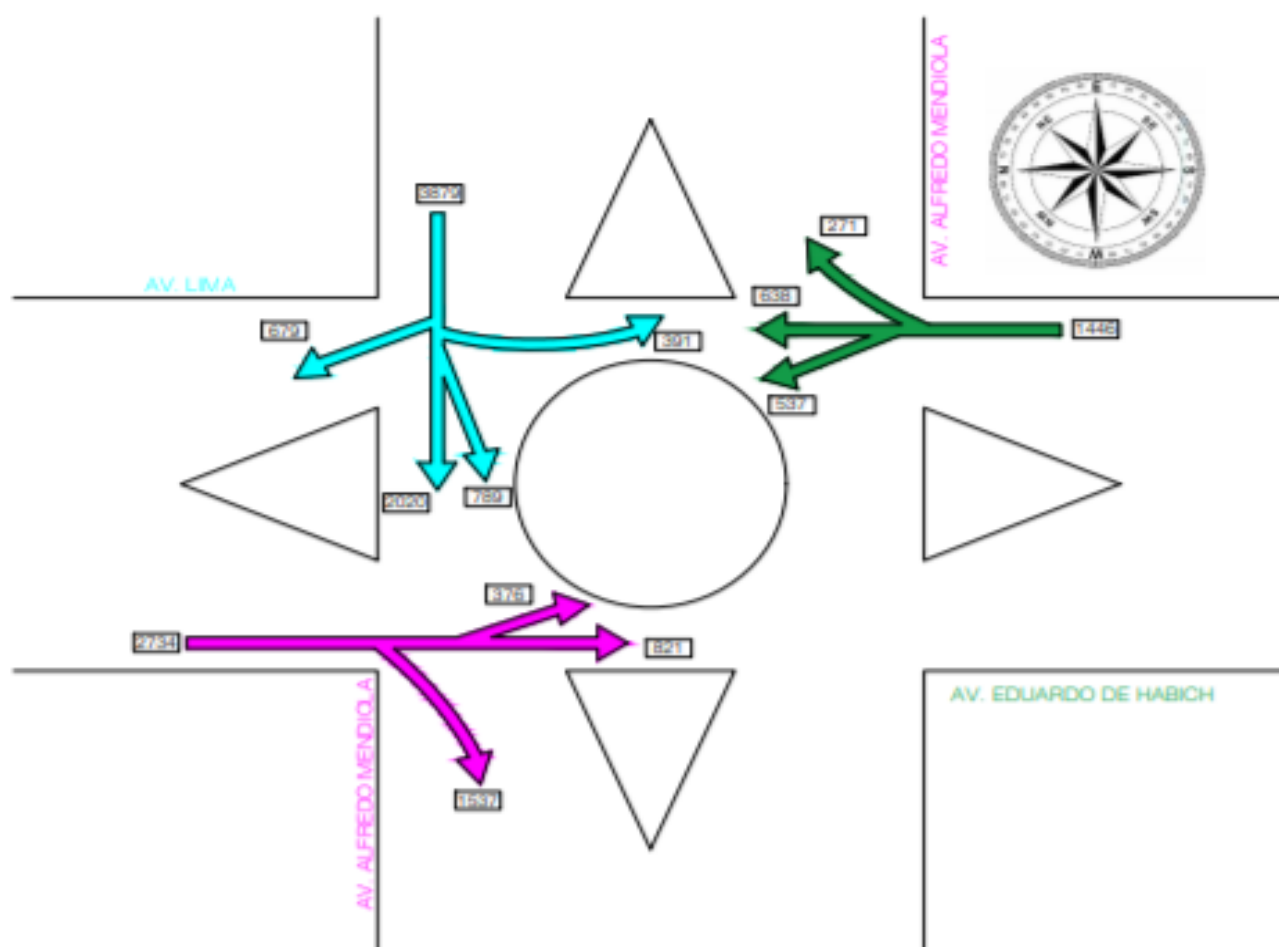
LUGAR: Óvalo Habich

FECHA: 31 de Agosto

TURNO: Mañana

DISTRITO: SAN MARTIN DE PORRES

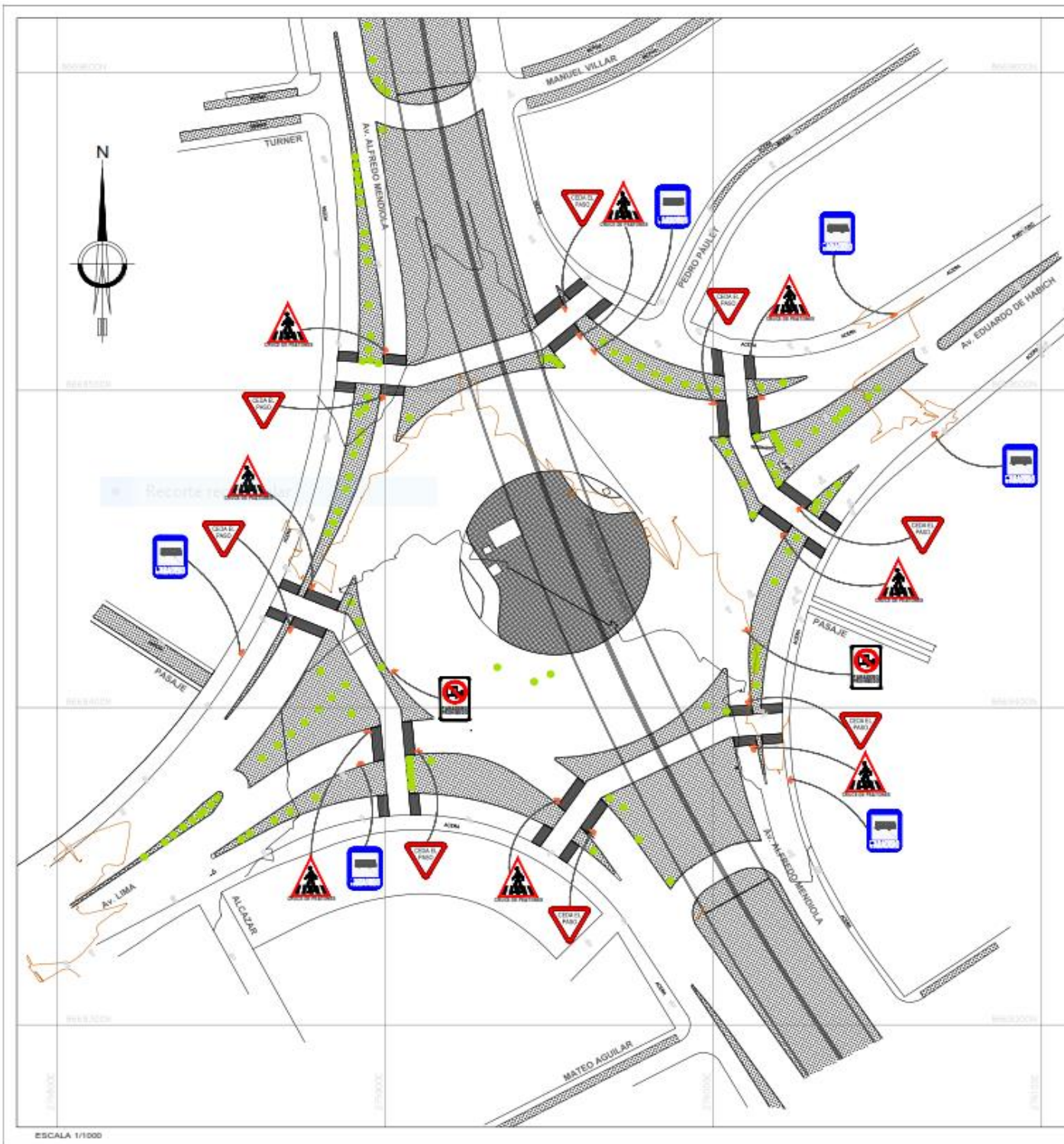
DÍA: Lunes



AFOROS DE FLUJOGRAMA

ACCESO A LA AV. ALFREDO MENDIOLA N-S	CONTINUA AV. ALFREDO MENDIOLA	AV. LIMA	AV. ALFREDO MENDIOLA S-N	AV. EDUARDO DE HABICH	Total
Autos	586	340	211	221	1358
Bus Interprovincial	15	0	5	3	23
Micro (couster)	1153	258	59	250	1720
Camión Rural	1	0	0	0	1
Moto Lineal	77	9	36	5	127
Mototaxi	0	0	0	0	0
Taxi	188	72	80	310	650
TOTAL	2020	679	391	789	3879
ACCESO A LA AV. LIMA DE-E	AV. ALFREDO MENDIOLA N-S	AV. EDUARDO DE HABICH	AV. ALFREDO MENDIOLA S-N	Total	
Autos	579	278	128	985	
Bus Interprovincial	4	0	0	4	
Micro (couster)	438	227	152	817	
Camión Rural	0	0	2	2	
Moto Lineal	25	25	4	54	
Mototaxi	0	0	0	0	
Taxi	491	291	90	872	
TOTAL	1537	621	376	2734	
ACCESO A LA AV. EDUARDO DE HABICH	AV. ALFREDO MENDIOLA N-S	AV. LIMA	AV. ALFREDO MENDIOLA S-N	Total	
Autos	171	293	102	566	
Bus Interprovincial	1	0	2	3	
Micro (couster)	161	182	51	394	
Camión Rural	0	0	2	2	
Moto Lineal	68	18	20	106	
Mototaxi	0	0	15	15	
Taxi	136	145	79	360	
TOTAL	537	638	271	1446	

ANEXO 11:
REPLANTEO DE PLANO



ESCALA 1/1000



UBICACION

ESCALA 1/25000

LEYENDA



CRUCE DE PEATONES



PARADERO PROHIBIDO



PARADERO



CEDA EL PASO

ROTONDA HABICH

PLANO 01

GEOMETRIA ROTONDA HABICH

UBICACION

AV. ALFREDO MEDIOLA- AV EDUARDO DE HABICH

PLANO

PLANO UBICACION Y CURVAS DE NIVEL

ELABORACION PAULO CHERO

FECHA OCTUBRE 2020

REVISION SHEYLA NOVOA