



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Evaluación de la transitabilidad y propuesta de solución en la intersección Av.
Larco - Vía Evitamiento Trujillo 2019

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

AUTORES:

Díaz López Graciela Vanessa (ORCID: 0000-0002-8192-9748)

Medina Domínguez Deyvin Jesús (ORCID: 0000-0001-9829-1755)

ASESOR:

Ing. Cerna Rondón, Luis Aníbal (ORCID: 0000-0001-7643-7848)

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Trujillo - Perú

2019

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por ayudarnos cada día y darnos las fuerzas para seguir adelante y cumplir nuestros objetivos trazados al iniciar la carrera y formarnos como profesionales.

A nuestros padres y hermanos, por brindarnos su apoyo incondicional en todo momento a pesar de las adversidades, animándonos a seguir adelante.

A nuestros docentes que nos brindaron sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera.

Graciela Vanessa, Díaz López.

Deyvin Jesús, Medina Domínguez.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por darnos vida, cuidarnos y bendecirnos con buena salud y ser nuestro apoyo en los momentos de angustia y debilidad.

A nuestros padres, hermanos y demás familiares, por brindarnos su apoyo para seguir adelante y superar nuestros problemas, aconsejándonos.

A nuestros amigos por apoyarnos en los trabajos grupales y estar siempre con nosotros en los momentos que necesitábamos de ellos.

A la Universidad César Vallejo por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales con vocación de servicio y humanistas.

A nuestros docentes por inculcarnos siempre valores y consejos, de manera especial al Ing. Luis Aníbal, Cerna Rondón, por ayudarnos con su asesoría en el desarrollo de nuestra tesis.

Graciela Vanessa, Díaz López.

Deyvin Jesús, Medina Domínguez.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE.....	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. MÉTODO.....	25
2.1. Diseño de Investigación.....	25
2.2. Variables, Operacionalización.....	25
2.3. Población y Muestra.....	27
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.....	27
2.5. Procedimiento.....	28
2.6. Métodos de Análisis de Datos.....	28
2.7. Aspectos Éticos.....	28
III. RESULTADOS.....	30
3.1. Estudio Topográfico.....	30
3.1.1. Generalidades.....	30
3.1.2. Descripción del área de estudio:.....	30
3.1.2.1. Ubicación Geográfica:.....	30
3.1.2.2. Clima:.....	31
3.1.3. Metodología de Trabajo:.....	32
3.1.4. Procedimiento:.....	33
3.2. Aforo de volúmenes de la Vía Evitamiento (2 de mayo).....	34
3.2.1. Determinación del tráfico actual.....	34

3.2.2.	Determinación del índice medio anual (IMDA).....	37
3.2.3.	Demanda proyectada	38
3.3.	Aforo de volúmenes de la Avenida Larco.	39
3.3.1.	Determinación del tráfico actual.....	39
3.3.2.	Determinación del índice medio anual (IMDA).....	42
3.3.3.	Demanda proyectada	43
3.4.	Aforo de volúmenes de vehículos que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90°	44
3.4.1.	Determinación del tráfico actual.....	44
3.4.2.	Determinación del índice medio anual (IMDA).....	47
3.4.3.	Demanda proyectada	48
3.5.	Aforo de volúmenes de vehículos que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90°	49
3.5.1.	Determinación del tráfico actual.....	49
3.5.2.	Determinación del índice medio anual (IMDA).....	52
3.5.3.	Demanda proyectada	53
3.6.	Aforo de vehículos en hora punta en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento (Vehículo / hora).....	55
3.6.1.	Mañana: 7:00 am – 8:00 am	55
3.6.2.	Tarde: 12:00 pm – 1:00 pm.	56
3.7.	Cálculo del tiempo de desplazamiento y velocidades desde un punto de desvío hasta la intersección.....	57
3.7.1.	Generalidades	57
3.7.2.	Trabajo en Campo:	57
3.7.3.	Tramos:.....	58
3.7.4.	Trabajo en Gabinete.....	61
3.7.5.	Análisis de Datos:.....	62

3.8.	Cálculo de la densidad	66
3.9.	Tasa de flujo de saturación	67
3.10.	Capacidad:.....	67
3.11.	Flujograma y direcciones en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento.....	68
3.12.	Diagnóstico situacional en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento:.....	69
3.12.1.	Ciclo Semafórico.	69
3.12.2.	Señalización vial:.....	70
3.13.	Propuestas de solución.	84
3.13.1.	Rotonda, Glorieta u Óvalo:.....	84
3.13.2.	Realizar un diseño geométrico en la Vía Evitamiento y Habilitar un giro en U en la Av. Larco.	85
3.13.3.	Cambiar a semáforos inteligentes.	94
IV.	DISCUSIÓN.....	95
V.	CONCLUSIONES.....	97
VI.	RECOMENDACIONES	99
	REFERENCIAS	100
	ANEXOS.....	109

RESUMEN

El presente estudio tiene por finalidad determinar una propuesta de solución para la transitabilidad vial en la intersección entre la Av. Larco y Vía Evitamiento, para ello se realizó un aforo de tránsito en el cual se identificó los factores que generan congestión, siendo los giros de 90° a la izquierda para ingresar ya sea a la Av. Larco o a la Vía Evitamiento los principales; para solucionarlo y dar fluidez al tráfico se habilitó un carril adicional al costado de la Vía Evitamiento, que será usado por los vehículos que van ingresar a la Av. Larco, los cuales girarán 90° a la derecha. luego darán una vuelta en “U” cambiando de dirección en un acceso habilitado a 50 m. de la comisaría, que también será usado para ingresar a la Vía Evitamiento pasando en línea recta por la Av. Larco, el giro en “U” y un giro de 90° a la derecha, para ello se colocará la señalización adecuada indicando los accesos y restringiendo los giros: también se analizó el ciclo semafórico encontrando una desincronización de 10 seg. en la fase de rojo, por lo cual se planteó modernizar los controladores.

Palabras clave: Transitabilidad, congestión vehicular, intersección, propuesta de solución.

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine a proposed solution for road traffic at the intersection between Av. Larco and Vía Evitamiento, for which a traffic gauging was made in which the factors that generate congestion were identified, the twists being 90° to the left to enter either the Larco Av. Or the Vía Evitamiento main; to solve it and to give traffic flow, an additional lane was enabled alongside the Vía Evitamiento, which will be used by the vehicles that will enter Av. Larco, which will turn 90 ° to the right. then they will take a "U" turn, changing direction in an access enabled at 50 m. from the police station, which will also be used to enter the Via Evitamiento by going straight on Av. Larco, the "U" turn and a 90 ° turn to the right, for this the appropriate signage indicating the accesses will be placed and restricting the turns: the semaphoric cycle was also analyzed, finding a desynchronization of 10 sec. in the red phase, for which the controllers were modernized.

Keywords: Transitability, traffic congestion, intersection, solution proposal.

I. INTRODUCCIÓN

El comercio y la falta de precedentes registrales de los vehículos modernos livianos y pesados aumentaron 33,4% en el mes de abril. Esto tras inscribirse 16.883 unidades en la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP), Durante los primeros cuatro meses del año se inscribieron 59.936 unidades, representando un aumento de 2,4% en el año 2017, donde se matricularon 58.515 unidades, de lo cual Trujillo representa el 5,99%. Mientras que en el mes de agosto se registraron en Trujillo las matrículas de 781 vehículos. Según la Asociación Automotriz del Perú [AAP – 2018].

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) anunció que, en abril del 2018, el Índice Nacional del Flujo Vehicular, que rastrea la circulación de absolutamente todos los vehículos que pasan por las garitas de cobro de peaje en el Perú, aumentó en 7,1%, promoviendo un importante flujo de vehículos ligeros (5,1%) y pesadas (9,7%); y en el último año incrementó 4,8%. Destacando:

En 2018, en el mes de abril, la circulación de ligeros vehículos por las garitas de cobro de peaje ascendió 5,1%, correspondiente mes de abril de 2017. Las garitas que identificaron un aumento de flujo fueron: en el norte, La Libertad (Virú 9,5% y Chicama 97,8%). La circulación de vehículos pesados por las garitas de cobro de peaje se extiende en 9,7% en comparación al mismo mes de 2017; y en los últimos doce meses (mayo 2017 – abril 2018) fue mejor en 4,5%. Las garitas de control que identificaron un aumento de tránsito fueron: en el norte La Libertad (Virú 20,0% y Chicama 9,0%).

Teniendo en cuenta el crecimiento vehicular la ciudad de Trujillo y el aumento del flujo vehicular en las garitas de control de Virú y sobre todo de Chicama, ya que gran parte de estos vehículos se dirigen al Sur (Chimbote, Lima), y usan la Vía Evitamiento para una mayor rapidez, pero esta se intersecta con la Av. Larco, la cual es usada por vehículos de transporte urbano, en el cual las personas en su mayoría se dirigen a sus centros de trabajo o estudios, lo que ocasiona un gran flujo vehicular sobre todo en horas punta (7:00 am, 12:00 – 1:00 pm, 6:00 – 7:00 pm), y como consecuencia esto origina congestión vehicular y en algunos casos tiempos prolongados de espera para atravesar dicha intersección.

En dicha intersección solo existe un ciclo semafórico para que crucen de forma recta los vehículos que vienen de la Av. Larco Con dirección Suroeste (a Bs. Aires) y los que regresan a Trujillo de Bs. Aires por la Av. Larco con dirección Noreste, de la misma manera para los vehículos que transitan por la Vía Evitamiento (2 de mayo) con dirección Sureste y Noroeste, mientras que para los vehículos que vienen de la Av. Larco con dirección a Bs. Aires y quieren ingresar a la Vía Evitamiento dando un giro de 90° a la izquierda, con dirección Sureste no existe ningún ciclo semafórico que facilite dicha maniobra y al no haber una señalización que indique la forma correcta de hacer el ingreso a la Vía Evitamiento, los conductores optan por realizar el giro cuando el semáforo está en verde para los vehículos de la Av. Larco (dirección Suroeste), lo cual interrumpe el libre flujo de vehículos en la Av. Larco y ocasiona demora e incomodidad en los conductores y pasajeros que usan el transporte urbano, lo mismo sucede con los vehículos que vienen de Bs. Aires con dirección al Centro de Trujillo y desean ingresar en la Vía Evitamiento con un giro de 90° a la izquierda con dirección Noroeste, esto en algunas ocasiones genera accidentes con otros vehículos que circulan a gran velocidad aprovechando el semáforo en verde y también un desorden en el tráfico. La misma situación se presenta para los vehículos que vienen de la Vía Evitamiento con dirección Sureste y desean ingresar a la Av. Larco con un giro de 90° a la izquierda con dirección Noreste.

Analizando la situación descrita anteriormente surge la necesidad de agilizar el flujo de vehículos y así reducir las pérdidas de tiempo.

Al momento de investigar se encontró varias investigaciones que presentaban una problemática similar a nuestra investigación, lo que nos llevó a revisar su trabajo y ver que propuestas de solución brindaron, las cuales se detallan a continuación:

Nuñez y Villanueva (2014), hicieron una investigación denominada “Solución Vial de la Av. Primavera ubicada entre las Avenidas José Nicolás Rodrigo y La Encalada, Lima-Lima-Surco”, en la cual su objetivo fue buscar una respuesta apropiada para el problema de congestión, retraso en los semáforos, colas y nivel de servicio bajo, en las intersecciones referidas, para el análisis se utilizó la metodología Highway Capacity Manual 2010 (HCM) y como resultado se obtuvo una alternativa con la capacidad de resistir el aumento de demanda vehicular

durante los siguientes 5 años, sugiriendo un cambio geométrico en la entrada Norte de la Intersección 2 (Av. Central/Aldebarán – Av. Primavera), que aumenta el aforo de dicho acceso facilitando una mayor duración en verde a los accesos restantes con la finalidad de disminuir la espera, embotellamiento y mejorar el nivel de servicio en cada entrada existente en la intersección.

Mientras que Reyna (2015), en su estudio titulado “Propuesta de mejora de niveles de servicio en dos intersecciones”, en el cual sugiere una opción para regenerar el nivel de servicio existente en los dos cruces en Miraflores - Lima (Una de ellas es el cruce de las Av. Comandante Espinar con la Calle Enrique Palacios y la siguiente es la nueva intersección semaforizada de la Calle Arica con Enrique Palacios, estos cruces se localizan a 100 m de distancia); a partir del volumen de vehículos, estimando sus niveles actualizados de servicio y ciclos semafóricos, se usó la metodología Highway Capacity Manual (HCM) y como resultado se aumentó la duración de tiempo real en verde del semáforo ubicado en la calle Enrique Palacios en un transcurso de 5 segundos. Logrando una corrección en el nivel de servicio teórica.

Por otra parte, Huertas y Flores (2018), realizaron una investigación que lleva como título “Propuesta de mejora de los niveles de servicios con un rediseño de la vía entre los tramos de las Av. Alfredo Benavides y Av. De los Ingenieros ubicados en el distrito de Santiago de Surco, Lima-Perú”, cuya finalidad es proponer una opción que pueda optimizar los niveles de servicios actuales de las intersecciones analizadas, como metodología siguieron los lineamientos propuestos por el HMC 2010 y para mejorar el servicio en la intersección Allende - Benavides, se colocaron barros metálicos en toda la extensión de la zona paralela de la pista, con el objetivo de evitar que las unidades de transporte paren e incentiven a los transeúntes a subir a sus unidades a pocos metros de distancia del semáforo y como una solución óptima a dicha intersección Allende - Ingenieros, se pretende incrementar el aforo de la avenida Ingenieros, aumentando el volumen vehicular adicionando un carril, también, se planteó una optimización del ciclo semafórico, hay que resaltar que el ciclo semafórico se conservó, sin embargo los tiempos de verde y rojo fueron sincronizados, debido a que el acceso Allende tiene un mayor volumen de vehículos, como resultado de la construcción del carril adicional, la duración del

tiempo de verde para la entrada de la avenida Ingenieros disminuye, y el acceso Allende es beneficiado.

Asimismo, Gonzales y Rey (2016) en su estudio titulado “Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en las intersecciones de la Av. Rafael Escardo ubicada entre las avenidas Costanera, La Paz y La Libertad, Lima – San Miguel” en la cual su objetivo fue, realizar una propuesta para reducir los embotellamientos, teniendo como referencia la mejora de los niveles de servicio; que pueda disminuir la aglomeración de vehículos existente en los cruces entre las Av. La Paz, Av. Costanera y la Av. La Libertad ubicadas en la Av. Rafael Escardo, para el estudio se siguió la metodología propuesta por el HCM 2010 y como resultado se comprobó que si se puede optimizar el nivel de servicio en las tres intersecciones analizadas mediante un ciclo semafórico balanceado.

Arguedas y Mosquera (2018) en su investigación denominada “Propuesta de Solución Completa en la Av. Del Aire entre las Avenidas San Luis, Aviación y Rosa Toro, realizando un Análisis de la Congestión Vehicular Aplicando la Metodología HCM 2010”, en el cual su objetivo es proponer una solución general que perfeccione la oferta del flujo vehicular y como consecuencia conseguir aminorar la congestión vehicular, en las encrucijadas mencionadas anteriormente; y concluyeron que si hay forma de elevar los niveles de servicio de las intersecciones 1 y 2, realizando una optimización en los tiempos del ciclo semafórico.

Por otra parte Padilla y Ulloa (2016) Realizaron una investigación cuyo título es “Diseño y planeamiento de una intersección vial urbana no semaforizada simulando interacción con el área de influencia”, en la cual tiene como propósito evaluar y disminuir el embotellamiento de vehículos en una confluencia vial urbana que no cuenta con semáforos, teniendo como base el área de influencia de dicho cruce, con el objetivo de que la solución sea sostenible en la red viaria y en un futuro, se comprobó de que no es indispensable incrementar la capacidad de la vía (Agregar carriles adicionales), pero si disminuir el ancho de bermas centrales, para optimizar los niveles de servicio, ya que en la mayoría de veces el problema de las cruces está en el diseño geométrico. Esta modificación permitirá que la intersección consiga un flujo direccionado, optimizado y fluido.

Finalmente Chuquihuaccha y Galván (2016) en su estudio titulado “Propuesta de mejora de congestión vehicular usando metodología del HCM 2010 en las intersecciones de la Av. 26 de Noviembre, entre la Av. Salvador Allende y Av. Pachacutec, en el distrito de Villa María del Triunfo”, tienen como objetivo proponer una alternativa de solución para disminuir la congestión vehicular en las intersecciones de las avenidas mencionadas, tomando como consideración los niveles de servicio que existen a la fecha, para ello se usará la metodología propuesta en el HCM 2010 y concluyeron que el rediseño del semáforo de la Intersección N° 1 logró que el servicio mejorara de un nivel de D a un nivel B. Lo que nos da a comprender que el ciclo semafórico actual existente en la intersección no es el mejor y que la mejora del servicio en la intersección no supondría un gasto en rediseños geométricos. La opción alternativa encontrada es el diseño de un semáforo para 02 fases con un ciclo de 52 segundos cada una.

Después de analizar las investigaciones de diferentes autores creí conveniente definir algunos conceptos básicos, por ejemplo: Según García y Rosique y Segado (1994) El levantamiento topográfico se basa en desarrollar todas las mediciones imprescindibles a la zona de estudio, con la finalidad de lograr el plano topográfico de la misma (p. 1).

Por su parte Alcántara (2014) nos dice que: La topografía sirve para definir las posiciones absolutas o relativas de puntos sobre la superficie de la Tierra, así mismo permite su representación gráfica en un plano de una pequeña parte (limitada) de la superficie de la Tierra; en otras palabras, se encarga del estudio de los métodos y pasos a seguir para realizar mediciones sobre la superficie o terreno y su transcripción analítica o gráfica en una escala adecuada. Y se usa también para ejecutar replanteos (trazos) en el terreno y así mismo para la realización de diferentes obras de ingeniería, tomando como base las condiciones especificadas en el proyecto las cuales están detalladas en un plano (p. 2).

Por otra parte, son aquellos que registran a vehículos mediante el uso de hojas o formatos preparados para tomar datos en campo con observaciones in situ. De esta forma es factible recolectar datos verídicos que no se podrían obtener usando otros métodos, sirve para clasificar o dividir a los vehículos de acuerdo a sus características particulares como; tipo, número ocupantes, los giros que realizan,

peatones y muchas otras características. Para realizar los conteos se tiene que preparar guías de campo (Navarro, 2017, p. 38).

Con respecto a las características del tráfico, el volumen se refiere a la cantidad de vehículos que circulan por una zona determinada o a través de un carril de una vía por unidad de tiempo. Se puede definir para fines prácticos en vehículos/día, vehículos/hora, vehículos/minuto (Morales, 2006, p. 57). Mientras que la cantidad máxima de vehículos que soporta la vía en un punto establecido en el transcurso de un período determinado de tiempo, bajo ciertas características de la carretera. Asumiendo que más adelante no habrá influencia del tránsito, que afecten al punto en análisis que se está analizando. Las características de la carretera hacen referencia al diseño geométrico como la cantidad y uso de carriles, su ancho, La capacidad comúnmente se mide en vehículos/hora (Palma, 2006, p. 35). Asimismo “La densidad vehicular se refiere al número de vehículos que ocupan una determinada longitud de una vía y por lo general se representa utilizando las unidades de vehículos por kilómetro (veh/km)” (Arce, 2017, p. 17). En consecuencia, la congestión de tránsito se entiende como la situación que es originada por la excesiva demanda de tráfico, excediendo el volumen máximo que puede soportar la vía. Otra definición nos dice que también existe congestión cuando los vehículos que circulan no permiten el paso libre de los peatones generando grandes demoras. (Cerquera, 2007, p. 10).

Cabe considerar por otra parte la normativa peruana vigente, siendo el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018 una de las principales normas. La DG 2018 nos dice que hay diferentes soluciones para una intersección vial, pero para adoptar una solución hay tener presente varios factores relacionados, como la topografía, la capacidad de aforo de la vía y las características del flujo vehicular, una vez analizados todos estos factores, se procede a elegir la solución más adecuada, teniendo en cuenta su rendimiento en el futuro y los costos.

Cabe resaltar que la DG 2018, no nos impone una solución determinada a cada caso, sino que dependerá de las consideraciones del proyectista elegir la alternativa más viable.

Respecto a las intersecciones a nivel La Dg 2018 definió como resultado al diseño geométrico que adopta para aquellas vías que se cruzan y tienen áreas comunes y calzadas, para que los vehículos puedan maniobrar sin ningún impedimento. Las intersecciones, deben englobar buenas condiciones de capacidad, seguridad y visibilidad, aceptables.

La norma nos dice que debemos elegir la solución más simple y económica posible, pero analizando con mucho cuidado, los factores relacionados y recurriendo a todos los elementos de diseño existentes, para evitar recorridos innecesarios en diseños no requeridos.

Nos recomienda dejar especificadas cuales son las vías principales y secundarias, así como su capacidad, también evitar el diseño de grandes áreas pavimentadas, las cuales pueden confundir a los vehículos y peatones además resalta que las intersecciones sean con un ángulo de 90° , pues se accede a una mayor claridad para los conductores y si hubiera la posibilidad construir vías de sentido único.

La DG 2018 nos dice que una intersección es conocida como rotatoria a nivel, asimismo también se le llama glorieta, rotonda y óvalo, se diferencia porque los flujos vehiculares que entran a ella a través de sus ramas, recorren a través de un anillo vial, además el trayecto que recorren cerca de una isla ubicada en el centro. Los recorridos de los vehículos en el anillo, son semejantes a los entrecruzamientos, motivo por lo que el número de lugares que entran en conflicto, es mínimo en comparación con otras intersecciones a nivel existentes, en la figura 2 se muestra las partes principales de una glorieta.

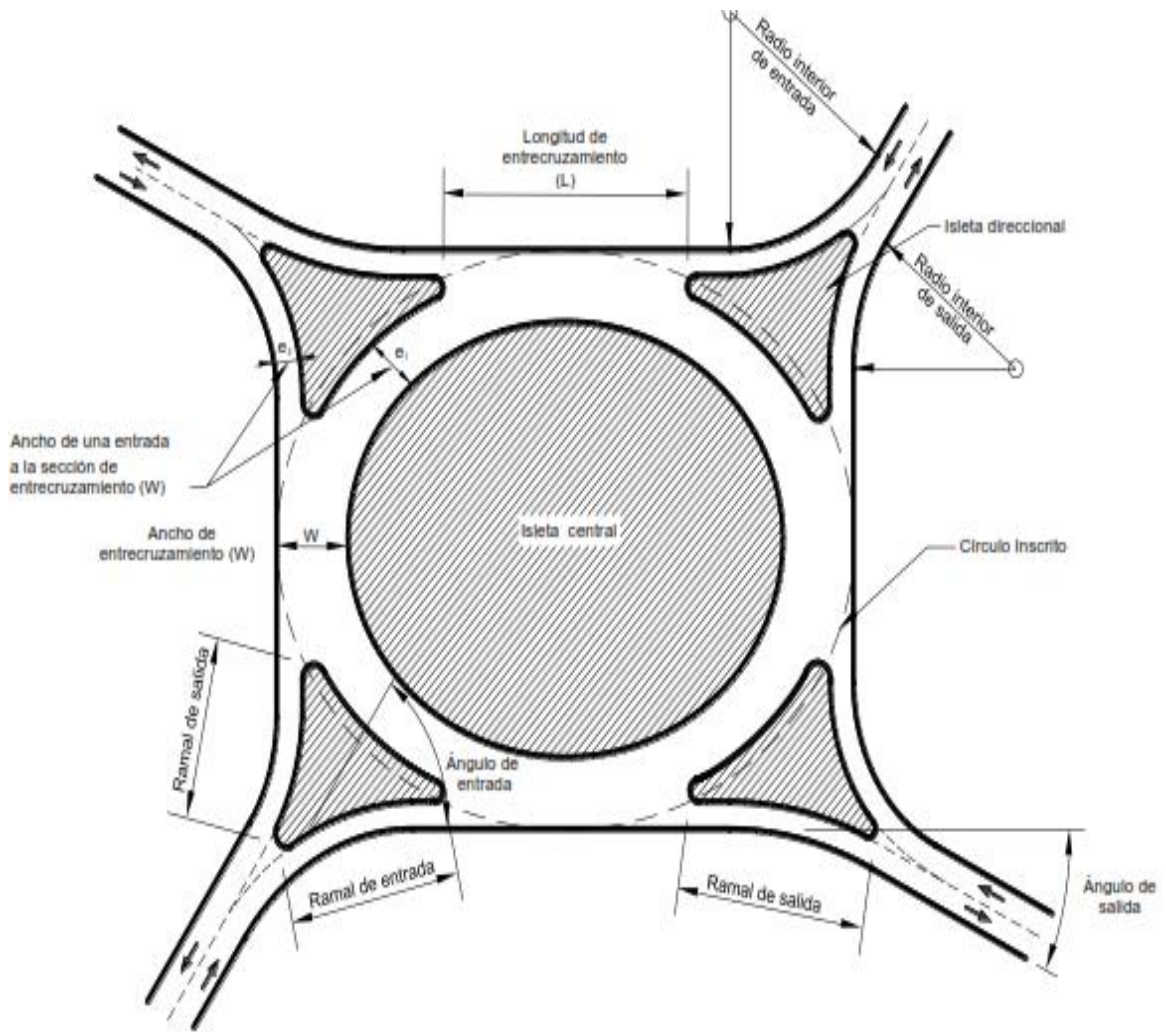


Figura 2: “Elementos Contenidos en la fórmula de Wardrop”

Fuente: DG – 2018

En el cuadro 1 se encuentran los criterios para el diseño geométrico mínimo requerido para diseñar rotondas.

Cuadro 1: “Criterios Básicos de Diseño Geométrico de Rotondas”

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	MAGNITUD
Diámetro Mínimo de la Isla Central		metros	25
Diámetro Mínimo del Circulo Inscrito		metros	50
Relación W/L (Sección entrecruzamiento)			Entre 0.25 y 0.40
Ancho Sección Entrecruzamiento (W)		metros	Máximo 15
Radio Interior Mínimo de los Accesos	De entrada	metros	30
	De salida	metros	40
Angulo Ideal de Entrada			60°
Angulo Ideal de Salida			30°

Fuente: DG - 2018

Sin embargo, también se deben tener en cuenta las señales verticales, las cuales son dispositivos colocados al costado o sobre la vía, con el objetivo de reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios (conductores) mediante palabras o símbolos establecidos en el Manual de Control de Tránsito.

Por otra parte, los dispositivos de control de tránsito son señales, marcas, semáforos que se colocan sobre las vías con la finalidad de ordenar, controlar, regular a los usuarios dentro de las vías. De esta forma se puede conceder a los conductores el derecho de paso y garantizar los movimientos, así como el tiempo de uso de las zonas compartidas entre dos o más caminos.

Teoría del flujo:

El tránsito vehicular se define como el fenómeno causado por el flujo de vehículos a lo largo de una vía, calle o autopista.

Volumen o intensidad de tránsito:

El volumen de tránsito es el número de vehículos que circulan en un determinado punto durante un intervalo definido de tiempo.

Velocidad:

Es la relación entre el espacio recorrido por el vehículo y el tiempo que se tarda en recorrerlo.

Densidad:

Es el número de vehículos que hay en una determinada sección de vía y generalmente se expresa en vehículos por kilómetro (veh/km).

La densidad se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

Donde:

$$D = \frac{V}{S}$$

D: Densidad (veh / km/ carril)

V: Razón de flujo (veh / h)

S: Velocidad promedio de viaje (km/h)

Capacidad:

Va depender directamente de los vehículos, el periodo de tiempo del ciclo semafórico, y el área de la infraestructura en cuestión (carriles, ancho de la calzada, etc.), siendo:

$$C = Sx \frac{V}{T}$$

Donde:

C: Capacidad (vehículos/hora)

S: Intensidad de saturación (vehículos/hora)

V: Duración de la fase de verde (segundos)

T: Duración del ciclo (segundos)

Tasa de Flujo o intensidad de Saturación:

Si en un tramo existen carriles reservados para determinados movimientos, como giros a la izquierda o a la derecha, se estudian separadamente de los demás carriles del acceso. Se forman así dentro de un mismo tramo varios grupos de carriles que se analizan separadamente.

$$S = S_o + f_w + f_{HV} + f_g + f_p + f_{bb} + f_a + f_{LU} + f_{LT} + f_{Lpb} + f_{Lrb}$$

Donde:

S: Tasa de flujo de saturación.

S_o: Flujo de saturación base.

f_w: factor por ancho de carril.

f_{HV}: factor por vehículos pesados.

f_g: factor de ajuste por inclinación del acceso.

f_p: factor de ajuste por existencia de carril de estacionamiento.

f_{bb}: factor de ajuste por efecto de los autobuses locales que paran dentro de la zona.

f_a: factor de ajuste por tipo de área.

f_{LU}: factor de ajuste por utilización de carril.

f_{LT}: factor de ajuste por giro a la izquierda en el GC.

f_{RT}: factor de ajuste por giro a la derecha en el GC.

f_{Lpb}: factor de ajuste por movimiento a la izquierda de peatones.

f_{Rpb}: factor de ajuste por movimiento a la derecha de peatones y ciclistas.

En consecuencia, nos planteamos la siguiente pregunta ¿Cuál es la propuesta de solución a la transitabilidad vial en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento?

Para dar respuesta a la pregunta planteada, nuestro proyecto de investigación se basó en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018, el cual nos dice que hay diversas soluciones para una intersección vial, que dependen de los siguientes factores cómo: la topografía, las particularidades geométricas de las pistas que se atraviesan, la capacidad de las vías y las características del flujo vehicular, las cuales son evaluadas para adoptar la solución más conveniente, debido a que existen diferentes opciones para mejorar el flujo vehicular y nosotros como futuros ingenieros civiles buscamos dar soluciones prácticas y económicas, que se adapten a la DG2018.

Cabe mencionar que nuestro proyecto de investigación y la propuesta de solución, que planteamos servirá como referencia para para ser aplicada en diferentes partes de la ciudad de Trujillo, las cuales presentan un problema similar, para hacer posible un tránsito fluido de los vehículos de transporte en nuestra ciudad, evitando la congestión de tráfico y disminuyendo el tiempo de movilización de los pasajeros y conductores, disminuyendo la probabilidad de futuros accidentes y por consiguiente aumentado la seguridad de las personas.

Como resultado de todo lo expuesto, nos planteamos como objetivo principal “Determinar una propuesta de solución para la transitabilidad vial en la intersección entre la Av. Larco y Vía Evitamiento”, para lograrlo nos planteamos los siguientes objetivos específicos: Realizar el levantamiento topográfico, determinar el número de vehículos que circulan en dicha intersección, elaborar un diagnóstico de la infraestructura vial, calcular el tiempo, la velocidad de recorrido y de marcha, desde una desviación hasta la intersección y finalmente plantear y proponer una solución que mejore la transitabilidad vial.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

El proyecto se desarrolló con el diseño No Experimental - Transversal - Descriptivo – Simple, el cual aplica el siguiente esquema:

M ————— O

Donde:

M: Muestra de vehículos que transitan por la intersección de la Av. Larco – Vía Evitamiento de la ciudad de Trujillo.

O: Recolección datos en la zona de estudio.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable

La Transitabilidad

- ✓ Definición Conceptual: Es el nivel de servicio de la infraestructura vial que garantiza un estado óptimo de la misma que permite un flujo vehicular regular en un determinado periodo. (Glosario de términos - MTC, 2018, p. 26).
- ✓ Definición Operacional: La transitabilidad se determinó a través de una secuencia de procedimientos referidos en el marco teórico, siguiendo los requerimientos de las normas mencionadas anteriormente, lo cual proporciona una buena elaboración de nuestro proyecto.

2.2.2. Operacionalización de Variables

Cuadro 2: Matriz de Operacionalización de Variables:

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Transitabilidad	Aforo de tránsito	El recuento manual es un método para obtener datos de volúmenes de tránsito a través del de personal de campo, permite la clasificación de vehículos por tamaño, tipo y otras características (Alonso y Rodríguez, 2005, p. 62).	Se aplicó un formato para medir el servicio de la intersección.	Formato de Conteo de Vehículos (Unidades).	Razón
				Clasificación de Vehículos	Ordinal
	Estudio topográfico	Levantamientos topográficos son aquellos que por abarcar superficies reducidas pueden hacerse despreciando la curvatura terrestre, sin error apreciable. (Gámez y López, 2015, p. 10).	A través del estudio topográfico se consiguió los detalles del terreno, y mediante un plano se adquirió la posición relativa a través de varios puntos.	Levantamiento Topográfico (m ²)	Razón
				Exportación del levantamiento topográfico al software AutoCAD	Razón
	Diagnóstico situacional	Se hará un diagnostico los dispositivos instalados al costado o sobre la vía, y tienen por finalidad,, prevenir e informar a los usuarios mediante símbolos establecidos en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito (Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2016, p. 14)	Se analizó las señalización, los ciclo semafóricos, y la velocidad de recorrido y cruce se brindó una solución óptima a la transitabilidad vial.	Señalizaciones Verticales	Ordinal
				Semáforos	
				Velocidad	Razón
	Propuesta de solución	Es una solución al congestionamiento vehicular	Se analizó los factores que originan la congestión.	Diseño Geométrico	Razón

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población y Muestra

Población: Número de vehículos que transitan por la intersección de la Av. Larco – Vía Evitamiento ubicado en el distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo.

Muestra: Número de vehículos que transitan por la intersección de la Av. Larco – Vía Evitamiento ubicado en el distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo.

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

2.4.1. Técnicas

La técnica aplicada para el desarrollo del proyecto de investigación fue la observación.

2.4.2. Instrumentos

Instrumentos Documentales:

Se empleó un registro de observaciones para la reunión de datos esenciales que proporcionaran la elaboración del proyecto. El cual permitió el conteo de vehículos, y está conformada por los tipos de vehículos en relación al sentido, teniendo en cuenta las horas; con la finalidad de medir el servicio de la intersección de estudio.

De igual forma mediante el registro de observaciones se hizo un diagnóstico situacional de la zona de estudio.

Instrumentos Mecánicos:

Se empleó equipos topográficos para obtener el levantamiento topográfico de la zona de estudio del proyecto.

Instrumentos Electrónicos:

Se usó equipos electrónicos como; laptops con software necesario para la elaboración del proyecto y para el proceso de la referida información y memorias USB para la acumulación de la información.

2.4.3. Validez y Confiabilidad

Muestra:

Para la muestra del proyecto, se ha utilizó un registro de observación (formato de conteo de vehículos), el cual ha sido estandarizado por el ministerio de economía y finanzas en el sector de transportes y comunicaciones en el marco

de las metodologías específicas como las fichas técnicas sectoriales - ficha técnica Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas.

2.5. Procedimiento

Se siguieron los siguientes pasos:

- Medición del aforo de tránsito: Se realizó mediante el conteo vehicular in situ, usando el formato del Ministerio de Economía y Finanzas, por 7 días completos durante los meses de abril y mayo del 2019.
- Análisis del aforo de tránsito: Una vez recopilado el aforo, se procedió a analizar los resultados obtenidos e identificar los problemas que causan congestión en la intersección.
- Diagnóstico situacional de la intersección, analizando señalización y elementos estructurales existentes.
- Propuesta de Solución: Al identificar el problema existente, se planteó varias opciones que permitan el libre flujo vehicular.

2.6. Métodos de Análisis de Datos

- Para la del aforo de tránsito se aplicó el HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010 (HCM) para obtener la capacidad de servicio y las características del flujo vehicular de acuerdo a la intersección y se usará el formato en Excel brindado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- Para procesar los datos obtenidos en el estudio topográfico se usó el AutoCAD Civil 3D.
- Para el diagnóstico situacional se usó el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016.

2.7. Aspectos Éticos

En nuestro proyecto de investigación se usaron datos verdaderos según los estudios mencionados anteriormente con honestidad y responsabilidad, además se usó las

normas correctamente; contando con los permisos necesarios por parte de la autoridad competente:

- HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010 (HCM).
- Manual de Carreteras: diseño geométrico DG – 2018.
- Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras 2016

III. RESULTADOS

3.1. Estudio Topográfico

3.1.1. Generalidades

Realiza el estudio topográfico es de suma importancia en la ingeniería, debido a que nos permite determinar la posición del terreno entre dos puntos, en un plano horizontal y mediante la nivelación directa se procede a determinar la altura del terreno, partiendo de un punto cuya altura es conocida, estableciendo cotas o identificando coordenadas.

El levantamiento topográfico es la base para todo proyecto ingenieril, nos permite una representación real del terreno, en el plano topográfico, pudiendo visualizar el desnivel y la infraestructura existente, lo que nos permite planificar de la manera óptima las medidas de solución a adaptar en el proyecto.

3.1.2. Descripción del área de estudio:

El área de estudio se ubica entre la intersección de la Av. Larco y la Vía Evitamiento, entre las urbanizaciones Los Sauces y Buenos Aires, en el distrito de Víctor Larco Herrera, Provincia Trujillo y departamento La Libertad.

3.1.2.1. Ubicación Geográfica:

El área de estudio se encuentra en la intersección de la Av. Larco con la Vía Evitamiento, al sur se encuentra la Comisaría de Bs. Aires y al Este la Iglesia de los Santos de los Últimos Días (Mormones), en latitud $8^{\circ}08'25.9''S$ y longitud $79^{\circ}03'09.4''O$.

Límites: El distrito Víctor Larco Herrera limita por el:

- Este con el distrito Trujillo.
- Sureste con el distrito Moche.
- Oeste con el Océano Pacífico
- Noroeste con el Distrito La Esperanza

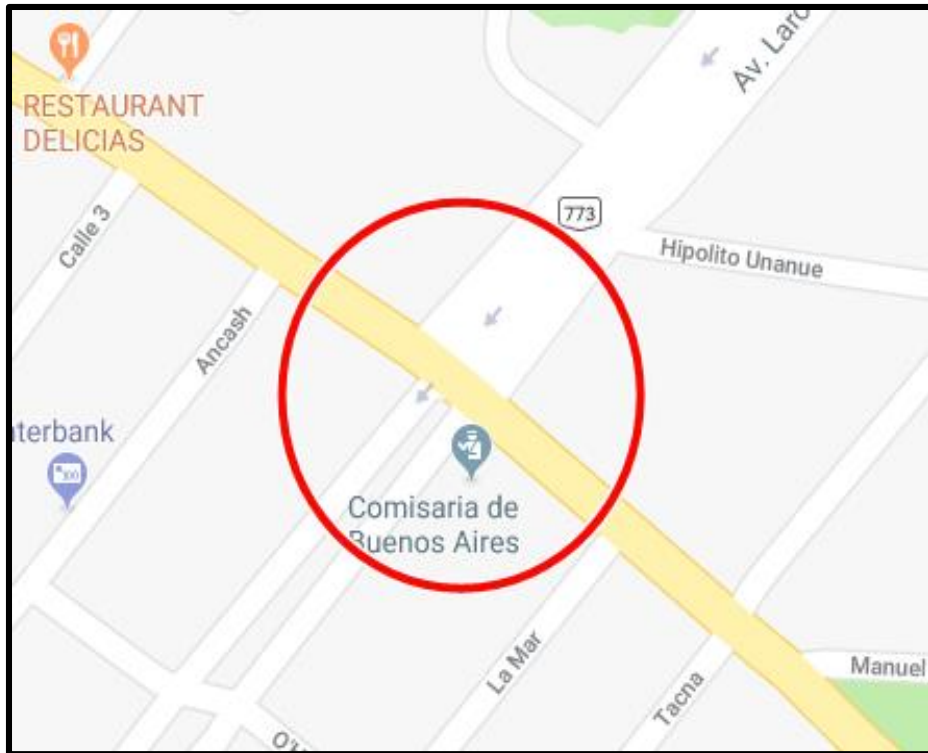


Figura 1: Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Google Maps

3.1.2.2. Clima:

En el distrito Víctor Larco Herrera, provincia Trujillo el clima es seco y templado, con una temperatura promedio anual de 19° centígrados, por lo cual se le conoce como la ciudad de la “eterna primavera”. Durante la temporada de verano (enero - marzo) la ciudad alcanza los 32 °C y durante el invierno (junio – agosto) las temperaturas descienden por lo general hasta los 13 °C.

La zona de la ciudad que se encuentra más cerca al mar presenta neblina durante la mañana y su temperatura es más baja que en las zonas altas o céntricas de la ciudad.

3.1.2.3. Altitud del área de estudio:

El área de estudio tiene una altitud de 9.92 m.s.n.m.

Descripción del estado del área de estudio:

El área de estudio se encuentra en la intersección de la Av. Larco y la Vía Evitamiento, cuenta con 5 semáforos con segundero, la Vía Evitamiento cuenta con un solo carril, el cual es usado en doble sentido, cuyo ancho de calzada es de 8.00 m., mientras que la Av. Larco en dirección de Trujillo a Bs Aires cuenta con 3 carriles cuyo ancho de calzada es de 7.20 m de cada uno, y el tercer carril tiene un ancho de calzada de 6.80 m. y es usado exclusivamente por vehiculos que giran 90° a la izquierda para ingresar a la Vía Evitamiento, y al pasar la intersección se reduce a dos carriles, siendo el ancho del carril en dirección de la comisaría hacia el mar de un ancho de calzada de 7.20 m. y la calzada del carril del otro sentido en dirección de Bs Aires hacia Trujillo de 9.50 m.

3.1.3. Metodología de Trabajo:

3.1.3.1.Trabajo de Campo:

El levantamiento topográfico se realizó en el día en horas de la tarde, primero se hizo un breve reconocimiento del terreno y toma de datos de ubicación mediante el uso de un GPS, luego se estableció los puntos para las estaciones, luego se colocó la primera estación E-01 y se procedió a tomar los puntos en cada estación, para detalles de semáforos, sardineles, calzada, etc.

Para dicho trabajo de campo se usó los siguientes equipos, herramientas y personal:

3.1.3.1.1. Personal:

- 01 Topógrafo.
- 01 Asistente.
- 02 Prismeros.
- 01 Seguridad.

3.1.3.1.2. Equipos:

- 01 Estación Total TOPCON con trípode
- 01 GPS Navegador Garmin 78s.
- 02 Prismas.
- 01 Trípode.

3.1.3.1.3. Herramientas:

- 01 Wincha

- 01 Cámara Fotográfica.
- 01 Libreta de Campo.

3.1.4. Procedimiento:

3.1.4.1. Levantamiento topográfico en la zona:

El levantamiento topográfico se realizó usando una Estación Total, prismas, se hizo en un solo día en horas de la tarde, en el que hay menor tráfico, para una mejor visualización de la infraestructura existente en el terreno (sardineles, calzada, semáforos, martillos, etc.).

3.1.4.2. Puntos de estación:

Se usó 5 puntos de estación ubicados estratégicamente para obtener una representación fidedigna del terreno.

Cuadro 3: Puntos de estación en el alineamiento del proyecto.

CUADRO DE COORDENADAS UTM WGD84 (Estaciones)			
Nº ESTACIÓN	COORDENADA		COTA m.s.n.m.
	NORTE	ESTE	
E-1	9099663.6580	714553.5037	9.92
E-2	9099693.9667	714522.1530	10.00
E-3	9099749.8661	714640.7092	10.49
E-4	9099735.3792	714416.1584	10.02
E-5	9099628.9294	714552.3094	10.05

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4.3. Trabajo de gabinete:

Después de recolectar los datos con la Estación Total, se procedió a trabajar en gabinete para procesar los datos, siguiendo el siguiente procedimiento:

Se analizó y procesó los datos obtenido en el área de análisis del proyecto identificando las coordenadas iniciales y finales, luego se ingresaron los

puntos al AutoCAD Civil 3D y se procedió a generar las curvas de nivel del área de estudio, las curvas mayores cada 1.00 m. y las menores a cada 0.20 m. luego se dibujó la calzada existente, sardineles, las veredas, los semáforos, etc., existente a largo de la Av. Larco y Vía Evitamiento. y se calculó una pendiente transversal al eje de la vía de 0.34%. la cual corresponde a un terreno Tipo I (Orografía Plana), según la DG-2018.

3.1.4.4. Software utilizado:

Para el procesamiento de datos se usaron los siguientes Software:

- AutoCAD Civil 3D 2019, para procesar los datos obtenidos en campo.
- AutoCad 2019, para elaborar los planos topográficos y de ubicación.

3.2. Aforo de volúmenes de la Vía Evitamiento (2 de mayo).

3.2.1. Determinación del tráfico actual.

Cuadro 4: Conteo de Vehículos en la Vía Evitamiento.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil + Station Wagon + Camionetas	8,457	7,417	9,165	9,945	6,509	4,719	5,946
Micro	16	11	11	15	8	15	9
Trailer = ó > 3E	4,513	4,079	5,828	4,588	7,094	5,930	7,493
Camión 2E	2,360	2,457	3,760	2,270	4,427	5,025	2,405
Camión 3E ó >	3,520	4,207	4,896	4,400	5,496	4,159	3,938
TOTAL	18,865	18,169	23,659	21,217	23,533	19,848	19,791

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4 se muestra el total de vehículos que circulan por la Vía Evitamiento en la intersección con la Av. Larco, observamos que el día viernes es el que presenta la mayor cantidad de vehículos siendo 23 533 vehículos / día y el día de menor tráfico es el martes con 18 169 vehículos /día y se usaron las siguientes fórmulas.

- Total = Σ Automóvil + Statio Wagon + Camionetas, Micro, Trailer = ó > 3E, Camión 2E, Camión 3E ó >

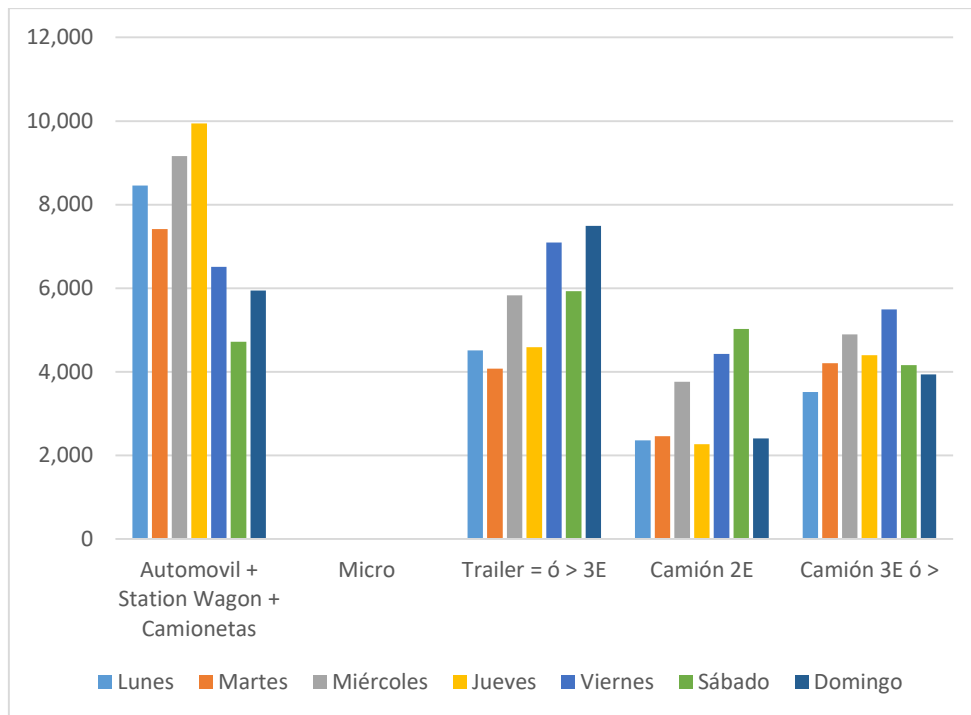


Figura 2: Aforo de volúmenes de tráfico por tipo de vehículos y por día en la Vía Evitamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se observa que los automóviles + station wagon + camioneta son los vehículos que circulan en mayor número por la Vía Evitamiento, luego siguen los trailers = ó > 3E y los camiones de 3E ó >, siendo el viernes el día de mayor número de vehículos y el sábado el que menor número, seguido en menor cantidad de los camiones de 2E y por último los buses o micros que presentan una cantidad meramente testimonial (Debido a que la Vía Evitamiento no se usa para transporte público).

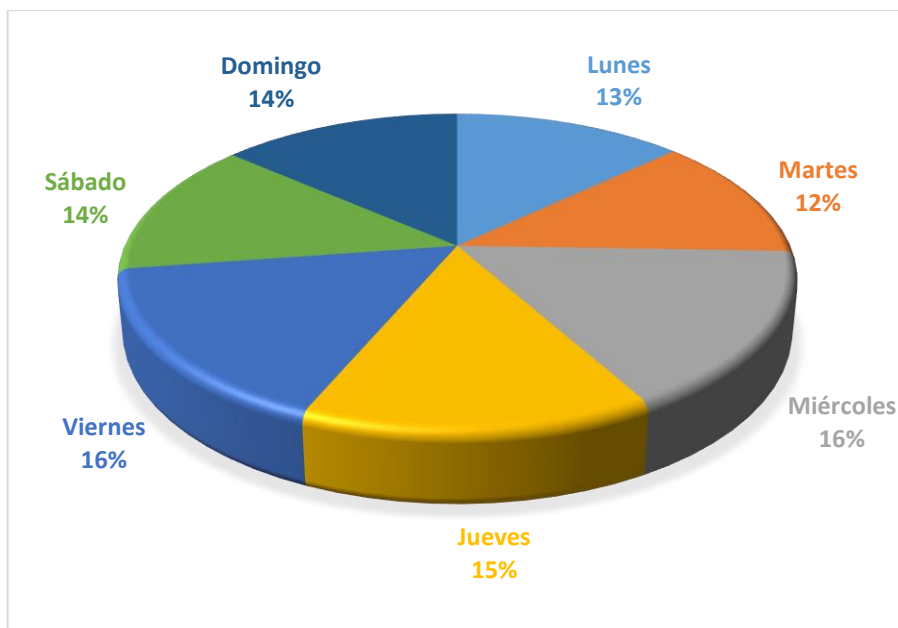


Figura 3: Porcentaje de Vehículos / día en la Vía Evitamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se muestra el % de vehículos que circulan por día en la Vía Evitamiento a lo largo de una semana, siendo el día viernes en el que circulan el mayor número de vehículos representando el 16 % de la semana, mientras que el martes el porcentaje de vehículos se reduce a 11 % respectivamente y en los días restantes varía entre el 13 % y 16 %.

3.2.2. Determinación del índice medio anual (IMDA)

Cuadro 5: Determinación de IMDA de los vehículos que circulan por la Vía Evitamiento

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
Automovil + Station Wagon + Camioneta	8456.5	7416.5	9165	9945	6508.8	4718.5	5946	52156	7451	1.035	7710	35.0
Micro	16	10.5	10.5	15	8	15	9	84	12	1.035	13	0.1
Trailer = ó > 3E	4512.5	4078.5	5827.5	4587.75	7094	5930	7493	39523	5646	1.080	6098	27.7
Camión 2E	2360	2457	3760	2270	4426.8	5025	2405	22703	3243	1.080	3503	15.9
Camión 3E ó >	3520	4206.5	4896	4399.5	5495.6	4159	3937.5	30614	4373	1.080	4723	21.4
TOTAL	18865	18169	23659	21217	23533	19847	19790	145081	20726		22047	100.0

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 5 se muestra que el IMDs (Índice Medio Diario semanal) de la Vía Evitamiento que es 20 726 vehículos / día y el IMDA que es 22 047 vehículos / día y en la distribución observamos que los vehículos ligeros ocupan el 35 % y los vehículos pesados el restante, se tuvo en cuenta el formato proporcionado por el MEF y se hallaron las siguientes fórmulas:

$$\text{IMDs} = \sum \text{Volumen vehicular diario} / 7$$

FC (Factor de Crecimiento) = Proporcionado por el MEF del Peaje de Chicama

$$\text{IMDA} = \text{IMDs} * \text{FC}$$

$$\text{Distribución} = \text{IMDA} / \sum \text{IMDA}$$

3.2.3. Demanda proyectada

Cuadro 6: Proyección de la demanda de vehículos que circulan por la Vía Evitamiento

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	22047	22550	23067	23595	24139	24695	25266	25852	26451	27067	27697
Automovil + Station Wagon + Camionetas	7710	7807	7906	8006	8107	8209	8313	8418	8524	8631	8740
Micro	13	13	13	13	14	14	14	14	14	15	15
Trailer = ó > 3E	6098	6271	6449	6631	6819	7013	7211	7416	7626	7842	8064
Camión 2E	3503	3602	3704	3809	3917	4028	4143	4260	4381	4505	4632
Camión 3E ó >	4723	4857	4995	5136	5282	5431	5585	5744	5906	6074	6246

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 6 se muestra la proyección del crecimiento vehicular en la Vía Evitamiento en un periodo de 10 años, y observamos que los vehículos ligeros tienen un crecimiento apróx. De 1 000 vehículos / día y los camiones de 3E ó > presentan un crecimiento de cerca de 2 000 vehículos / día y observando el total de vehículos, el crecimiento es de apróx. 5 000 vehículos, se usaron las siguientes fórmulas.

Tráfico normal = \sum de vehículos

Tránsito proyectado = Tránsito actual + (1 + tasa anual de crecimiento de tránsito) ^ (Año futuro de proyección)

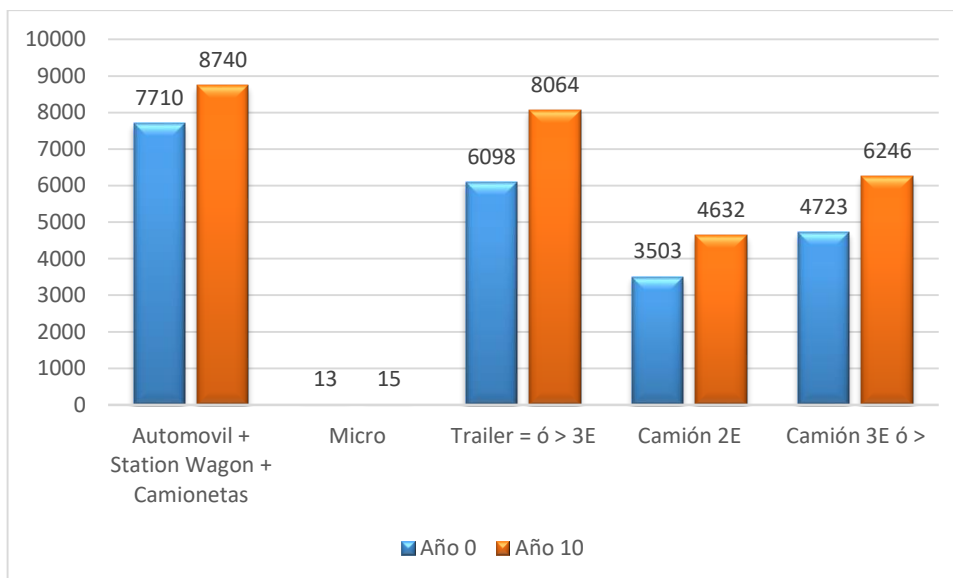


Figura 4: Proyección del tráfico a 10 años en la Vía Evitamiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se muestra una comparación del tráfico actual y el proyectado en un periodo de 10 años es de aproximadamente 1 000 vehículos / día, en los diferentes tipos de vehículos.

3.3. Aforo de volúmenes de la Avenida Larco.

3.3.1. Determinación del tráfico actual.

Cuadro 7: Conteo de Vehículos en la Av. Larco.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil + Station Wagon + Camionetas	9435	9385	10125	10267	10654	9458	7265
Micro	1394	1250	1412	1568	1357	985	787
Trailer = ó > 3E	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	170	161	416	154	262	83	128
Camión 3E ó >	10	29	45	51	83	13	13
TOTAL	11009	10825	11998	12040	12357	10539	8193

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 7 se muestra el total de vehículos que circulan por la Av. Larco en la intersección con la Vía Evitamiento, observamos que el día viernes es el que presenta la mayor cantidad de vehículos siendo 12 040 vehículos / día y el de menor tráfico el domingo con 8 193 vehículos / día y se usaron las siguientes fórmulas.

- Total = Σ Automóvil + Statio Wagon + Camionetas, Micro, Trailer = ó > 3E, Camión 2E, Camión 3E ó >

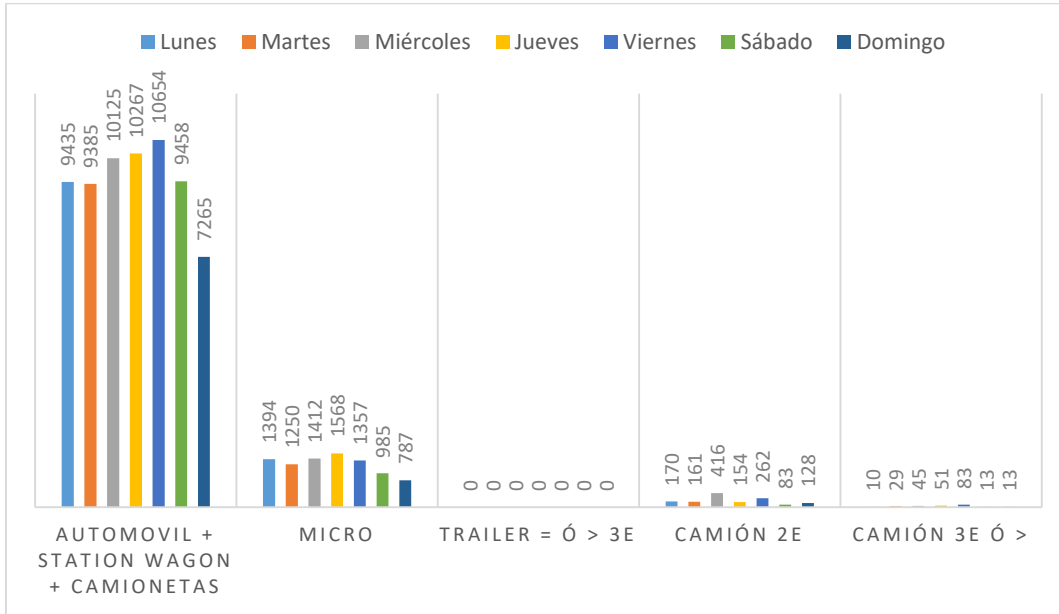


Figura 5: Aforo de volúmenes de tráfico por tipo de vehículos y por día en la Av. Larco

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 se observa que los automóviles + station wagon + camioneta son los vehículos que circulan en mayor número por la Av. Larco, luego siguen los micros siendo el lunes y viernes los días de mayor flujo vehicular y el domingo el que menor número de vehículos presenta, seguido por los camiones de 2E, Camión 3E ó > y Trailers = ó > 3E los que presentan una cantidad meramente testimonial (Debido a que la Av. Larco se usa mayormente para transporte público).

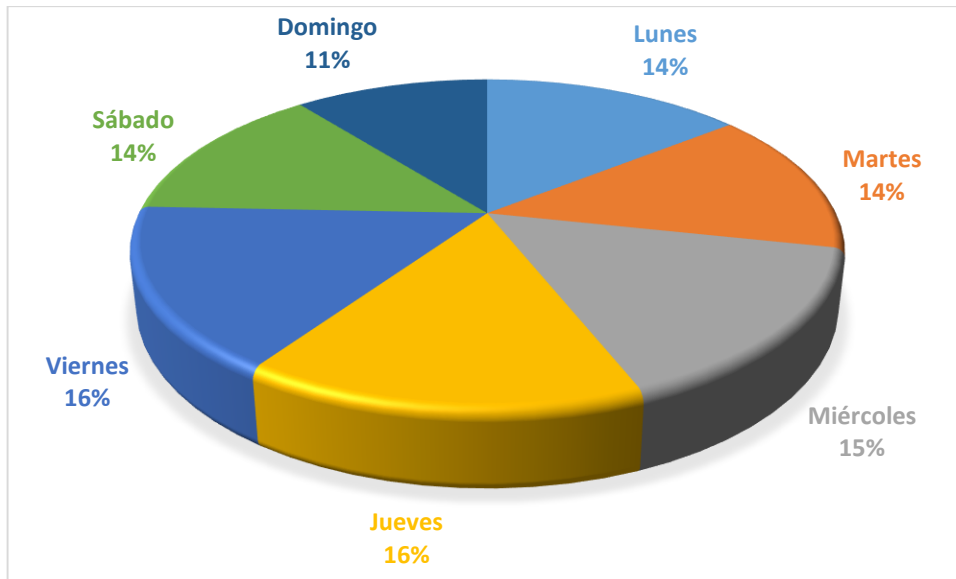


Figura 6: Porcentaje de Vehículos / día en la Av. Larco

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6 se muestra el % de vehículos que circulan por día en la Av. Larco a lo largo de una semana, siendo los días jueves y viernes en el que circulan el mayor número de vehículos representando ambos el 16 % de la semana respectivamente, mientras que el domingo el porcentaje de vehículos se reduce a 11 % y en los días restantes varía entre el 15 % y 14 %.

3.3.2. Determinación del índice medio anual (IMDA)

Cuadro 8: Determinación de IMDA de los vehículos que circulan por la Av. Larco.

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
Automovil + Station Wagon + Camionetas	9435	9385	10125	10267	10654	9458	7265	66589	9513	1	9844	86.4
Micro	1394	1250	1412	1568	1357	985	787	8753	1250	1	1294	11.4
Trailer = ó > 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.0
Camión 2E	170	161	416	154	262	83	128	1374	196	1	212	1.9
Camión 3E ó >	10	29	45	51	83	13	13	244	35	1	38	0.3
TOTAL	11009	10825	11998	12040	12357	10539	8193	76960	10994		11388	100

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 8 se muestra que el IMDs (Índice Medio Diario semanal) de la Av. Larco que es 10 994 vehículos / día y el IMDA que es 11 388 vehículos / día y en la distribución observamos que los vehículos ligeros ocupan el 86.4 % y los vehículos pesados el restante, se tuvo en cuenta el formato proporcionado por el MEF y se hallaron las siguientes fórmulas:

$$\text{IMDs} = \sum \text{Volumen vehicular diario} / 7$$

FC (Factor de Crecimiento) = Proporcionado por el MEF del Peaje de Chicama

$$\text{IMDA} = \text{IMDs} * \text{FC}$$

$$\text{Distribución} = \text{IMDA} / \sum \text{IMDA}$$

3.3.3. Demanda proyectada

Cuadro 9: Proyección de la demanda de vehículos que circulan por la Av. Larco.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	11388	11535	11685	11837	11990	12147	12304	12464	12627	12791	12956
Automovil + Station Wagon + Camionetas	9844	9968	10094	10221	10350	10481	10613	10747	10883	11020	11159
Micro	1294	1310	1327	1344	1361	1378	1395	1413	1431	1449	1467
Trailer = ó > 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	212	218	224	231	237	244	251	258	265	273	280
Camión 3E ó >	38	39	40	41	42	44	45	46	48	49	50

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 9 se muestra la proyección del crecimiento vehicular en la Av. Larco en un periodo de 10 años, y observamos que los vehículos ligeros tienen un crecimiento apróx. De 1 500 vehículos / día y los camiones de 3E ó > presentan un crecimiento entre 60 y 20 vehículos / día y observando el total de vehículos, el crecimiento es de apróx. 5 000 vehículos, se usaron las siguientes fórmulas.

Tráfico normal = \sum de vehículos

Tránsito proyectado = Tránsito actual + (1 + tasa anual de crecimiento de tránsito) ^ (Año futuro de proyección)

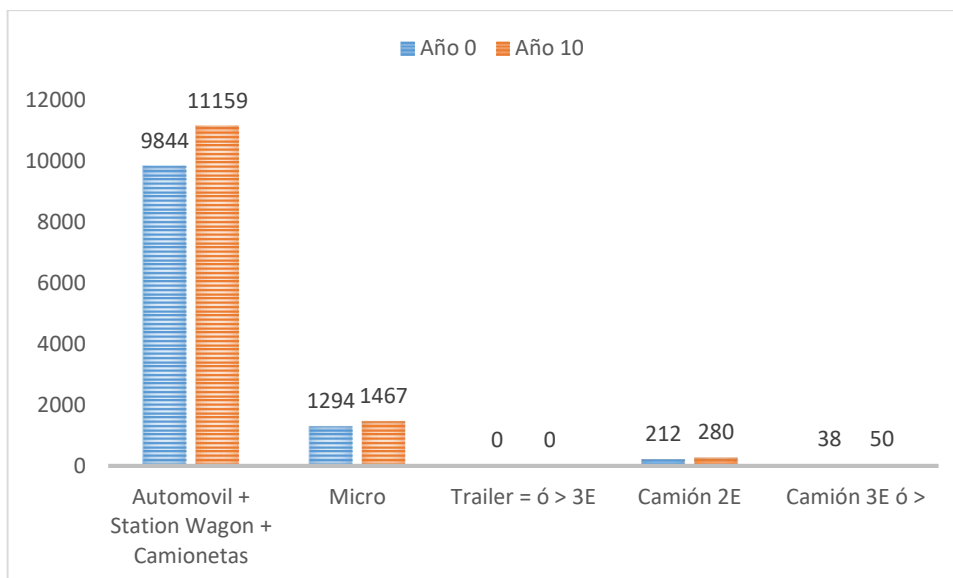


Figura 7: Proyección del tráfico a 10 años en la Av. Larco

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se muestra una comparación del tráfico actual de la Av. Larco y el proyectado en un periodo de 10 años es de aproximadamente 1 600 vehículos / día, en los diferentes tipos de vehículos.

3.4. Aforo de volúmenes de vehículos que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90°

3.4.1. Determinación del tráfico actual.

Cuadro 10: Resultado del Conteo de Vehículos que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90°.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil + Station Wagon + Camionetas	792	864	888	792	960	888	600
Micro	72	72	48	24	72	24	24
Trailer = ó > 3E	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	144	168	120	144	192	72	120
Camión 3E ó >	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	1008	1104	1056	960	1224	984	744

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 10 se muestra el total de vehículos que transitan por la Vía Evitamiento y al llegar a la intersección ingresan a la Av. Larco realizando un giro de 90° a la derecha o a la izquierda según la dirección en la que se desplace, el día viernes es el que presenta la mayor

cantidad de vehículos siendo 1 224 vehículos / día y el de menor tráfico el domingo con 744 vehículos / día y se usaron las siguientes fórmulas.

- $Total = \Sigma \text{Automóvil} + \text{Station Wagon} + \text{Camionetas, Micro, Trailer} = \text{ó} > 3E, \text{ Camión } 2E, \text{ Camión } 3E \text{ ó } >$

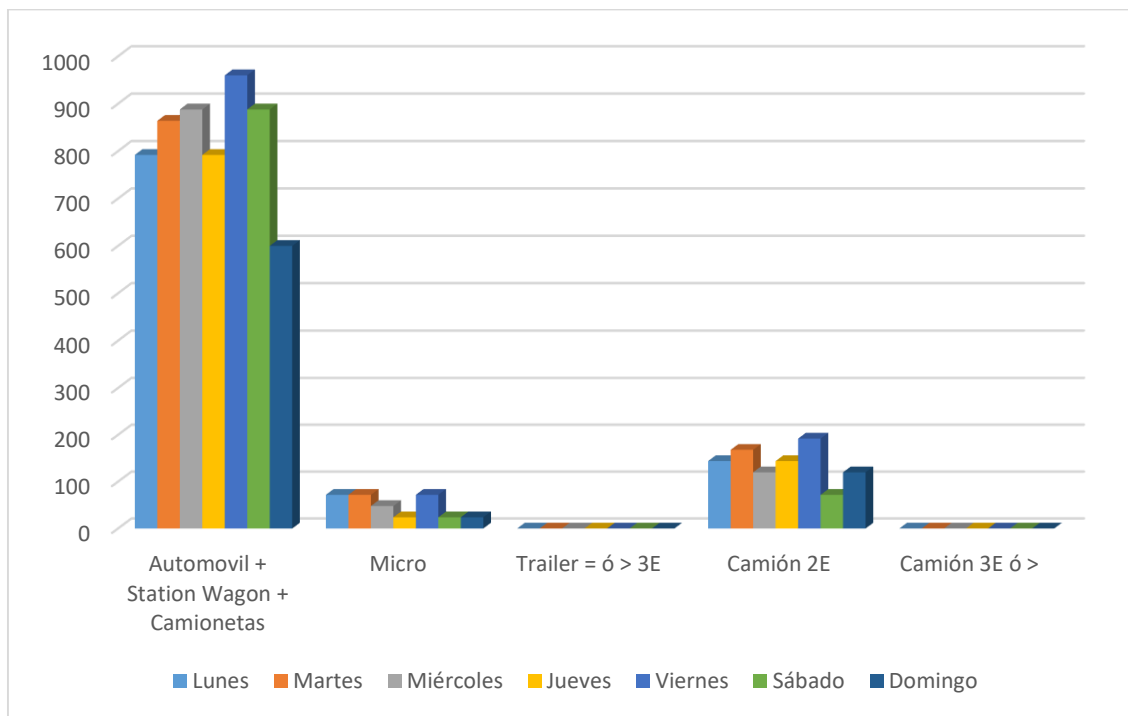


Figura 8: Aforo de volúmenes de tráfico por tipo de vehículos y por día que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90°.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se observa que los automóviles + station wagon + camioneta son los vehículos que transitan en mayor número por la Vía Evitamiento y giran 90° para ingresar a la Av. Larco y el día viernes es el de mayor flujo y el domingo el de menor flujo; luego siguen los camiones de 2E siendo el Martes y viernes los días de mayor flujo vehicular y el sábado el que menor número de vehículos presenta, mientras que los micros, camiones de 3E ó > y Trailers = ó > 3E realizan el giro de 90° en menor porcentaje.

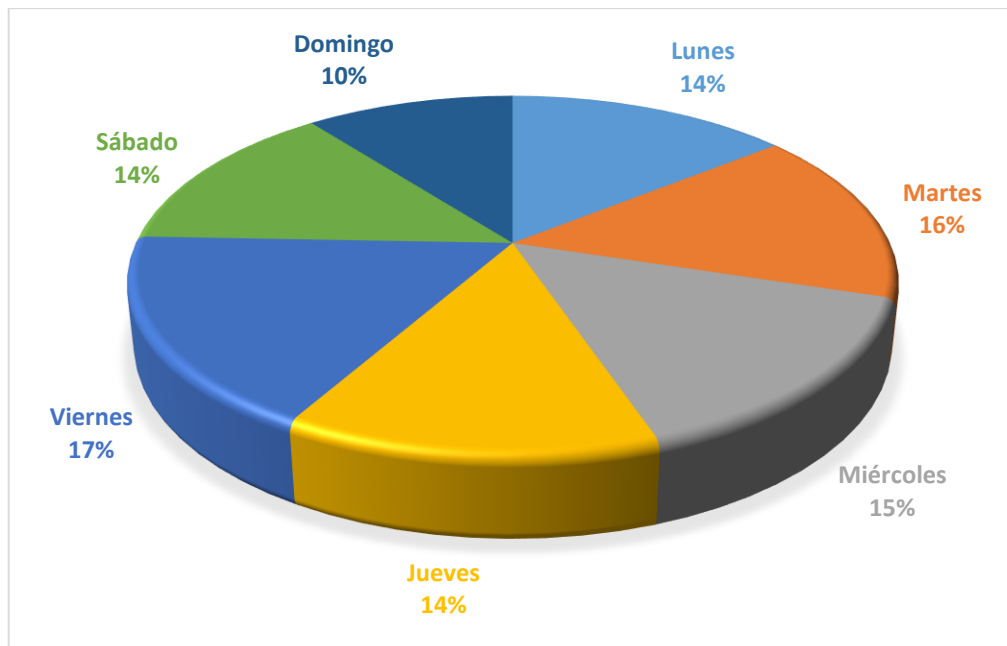


Figura 9: Porcentaje de Vehículos / día que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90°.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se muestra el % de vehículos que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90°. a lo largo de una semana, siendo los días martes y viernes los de mayor porcentaje, siendo el 16 % y 17 % respectivamente, mientras que el domingo el flujo vehicular se reduce a 10 % y en los días restantes varía entre el 14 % y 15 %.

3.4.2. Determinación del índice medio anual (IMDA)

Cuadro 11: Determinación de IMDA de los vehículos que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90°.

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
Automovil + Station Wagon + Camionetas	792	864	888	792	960	888	600	5784	826	1.035	855	81.1
Micro	72	72	48	24	72	24	24	336	48	1.035	50	4.7
Trailer = ó > 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.080	0	0.0
Camión 2E	144	168	120	144	192	72	120	960	137	1.080	149	14.1
Camión 3E ó >	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.080	0	0.0
TOTAL	1008	1104	1056	960	1224	984	744	7080	1011		1054	100.0

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 11 se muestra que el IMDs (Índice Medio Diario semanal) de los vehículos que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90° es 1 011 vehículos / día y el IMDA que es 1 054 vehículos / día y en la distribución observamos que los vehículos ligeros ocupan el 81.1 % y los vehículos pesados (micros y camiones) el % restante, se tuvo en cuenta el formato proporcionado por el MEF y se hallaron las siguientes fórmulas:

$$\text{IMDs} = \sum \text{Volumen vehicular diario} / 7$$

FC (Factor de Crecimiento) = Proporcionado por el MEF del Peaje de Chicama

$$\text{IMDA} = \text{IMDs} * \text{FC}$$

$$\text{Distribución} = \text{IMDA} / \sum \text{IMDA}$$

3.4.3. Demanda proyectada

Cuadro 12: Proyección de la demanda de los vehículos que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90°.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	1054	1070	1086	1102	1119	1134	1152	1169	1186	1205	1223
Automovil + Station Wagon + Camionetas	855	866	877	888	899	910	922	933	945	957	969
Micro	50	51	51	52	53	53	54	55	55	56	57
Trailer = ó > 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	149	153	158	162	167	171	176	181	186	192	197
Camión 3E ó >	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 12 se muestra la proyección del crecimiento de los vehículos que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90° en un periodo de 10 años, y observamos que los vehículos ligeros tienen un crecimiento apróx. de 114 vehículos / día y los camiones de 2E presentan un crecimiento de 48 vehículos / día y observando el total de vehículos, el crecimiento en un periodo de 10 años es de 269 vehículos apróx., se usaron las siguientes fórmulas.

Tráfico normal = \sum de vehículos

Tránsito proyectado = Tránsito actual + (1 + tasa anual de crecimiento de tránsito) ^ (Año futuro de proyección)

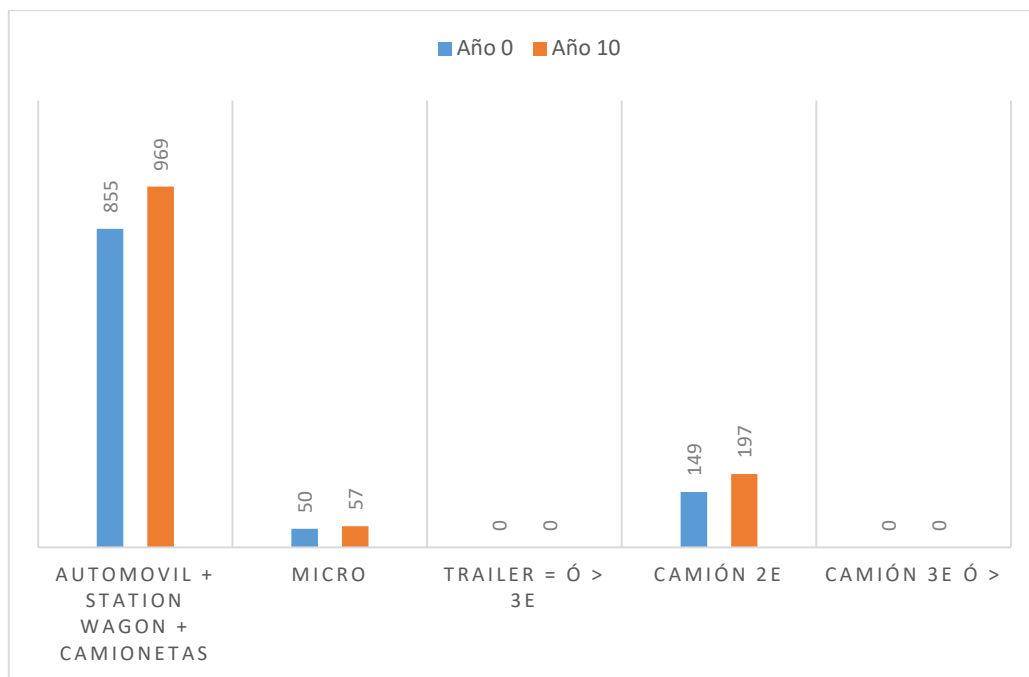


Figura 10: Proyección del tráfico a 10 años de los vehículos que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90°.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se muestra una comparación del tráfico actual de los vehículos que ingresan a la Av. Larco con un giro de 90° y el proyectado en un periodo de 10 años y este es de aproximadamente 270 vehículos / día, considerando todos los vehículos.

3.5. Aforo de volúmenes de vehículos que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90°

3.5.1. Determinación del tráfico actual.

Cuadro 13: Conteo de Vehículos que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90°.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil + Station Wagon + Camionetas	1506	1434	1542	1350	1350	1356	1434
Micromóvil	12	30	18	12	78	18	6
Trailer = ó > 3E	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	54	108	36	30	48	0	18
Camión 3E ó >	0	12	0	0	0	6	0
TOTAL	1572	1584	1596	1392	1476	1380	1458

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 13 se muestra el total de vehículos que transitan por la Av. Larco y al llegar a la intersección ingresan a la Vía Evitamiento realizando un giro de 90° a la derecha o a la izquierda según la dirección en la que se desplace, el día miércoles es el que presenta la mayor cantidad de vehículos siendo 1596 vehículos / día y el de menor tráfico el día sábado con 1 380vehículos / día y se usaron las siguientes fórmulas.

- $Total = \Sigma \text{Automóvil} + \text{Station Wagon} + \text{Camionetas, Micro, Trailer} = \text{ó} > 3E, \text{ Camión } 2E, \text{ Camión } 3E \text{ ó } >$

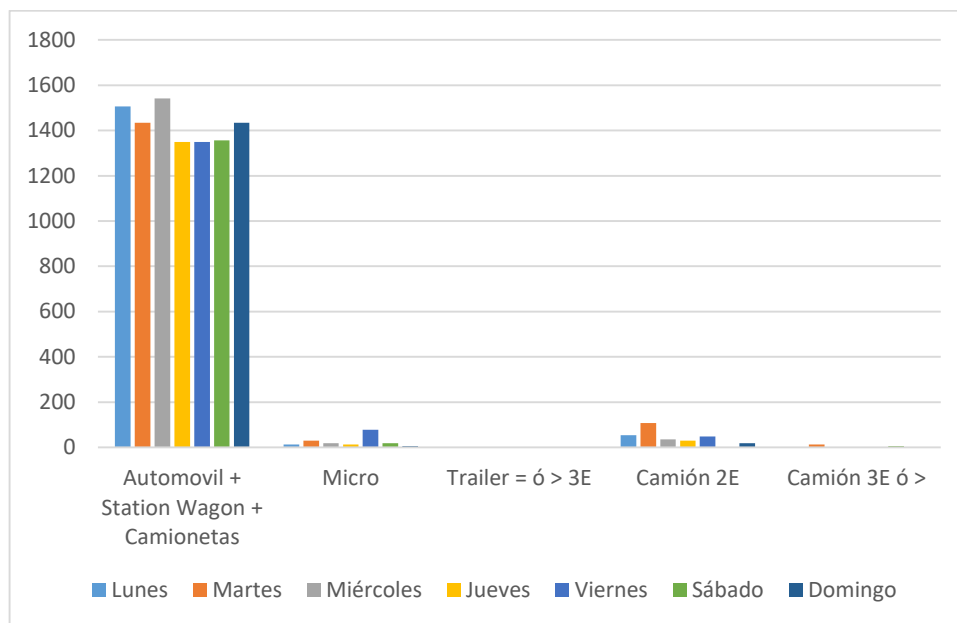


Figura 11: Aforo de volúmenes de tráfico por tipo de vehículos y por día que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90°.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se observa que los automóviles + station wagon + camioneta son los vehículos que transitan en mayor número por la Av. Larco y giran 90° para ingresar a la Vía Evitamiento y el día miércoles es el de número de vehículos, seguido de cerca por los días lunes, martes y domingo y el Sábado el de menor presencia de vehículos, presentando números similares a los días jueves y viernes; luego siguen los camiones de 2E siendo el Martes el día de mayor flujo vehicular y el sábado el que menor número de vehículos presenta, mientras que los micros, camiones de 3E ó > y Trailers = ó > 3E realizan el giro de 90° en menor porcentaje.

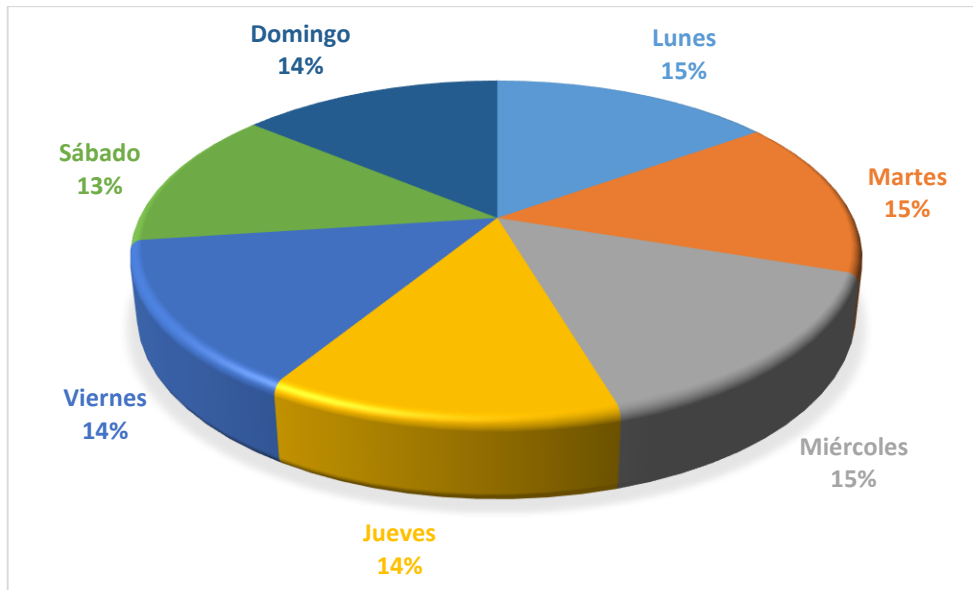


Figura 12: Porcentaje de Vehículos / día que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90°.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se muestra el % de vehículos que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90°. a lo largo de una semana, siendo los días lunes, martes y miércoles los de mayor porcentaje, representando el 15 % cada uno, mientras que el sábado el flujo vehicular se reduce a 13 % y en los días restantes se mantiene en 14 %.

3.5.2. Determinación del índice medio anual (IMDA)

Cuadro 14: Determinación de IMDA de los vehículos que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90°.

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
Automovil + Station Wagon + Camionetas	1506	1434	1542	1350	1350	1356	1434	9972	1425	1.035	1475	95.2
Micro	12	30	18	12	78	18	6	174	25	1.035	26	1.7
Trailer = ó > 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.080	0	0.0
Camión 2E	54	108	36	30	48	0	18	294	42	1.080	46	3.0
Camión 3E ó >	0	12	0	0	0	6	0	18	3	1.080	3	0.2
TOTAL	1572	1584	1596	1392	1476	1380	1458	10458	1494		1550	100.0

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 14 se muestra que el IMDs (Índice Medio Diario semanal) de los vehículos que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90° es 1 494 vehículos / día y el IMDA que es 1 550 vehículos / día y en la distribución observamos que los vehículos ligeros ocupan el 95.2 % y los vehículos pesados (micros y camiones) el % restante, se tuvo en cuenta el formato proporcionado por el MEF y se hallaron las siguientes fórmulas:

$$\text{IMDs} = \sum \text{Volumen vehicular diario} / 7$$

FC (Factor de Crecimiento) = Proporcionado por el MEF del Peaje de Chicama

$$\text{IMDA} = \text{IMDs} * \text{FC}$$

$$\text{Distribución} = \text{IMDA} / \sum \text{IMDA}$$

3.5.3. Demanda proyectada

Cuadro 15: Proyección de la demanda de los vehículos que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90°.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	1550	1570	1591	1612	1632	1654	1676	1698	1722	1743	1766
Automovil + Station Wagon + Camionetas	1475	1494	1512	1532	1551	1570	1590	1610	1631	1651	1672
Micro	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	29
Trailer = ó > 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	46	47	49	50	51	53	54	56	58	59	61
Camión 3E ó >	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 15 se muestra la proyección del crecimiento de los vehículos que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90° en un periodo de 10 años, y observamos que los vehículos ligeros tienen un crecimiento apróx. de 200 vehículos / día y los camiones de 2E presentan un crecimiento de 15 vehículos / día y observando el total de vehículos, el crecimiento en un periodo de 10 años es de 200 vehículos apróx., se usaron las siguientes fórmulas.

Tráfico normal = \sum de vehículos

Tránsito proyectado = Tránsito actual + (1 + tasa anual de crecimiento de tránsito) ^ (Año futuro de proyección)

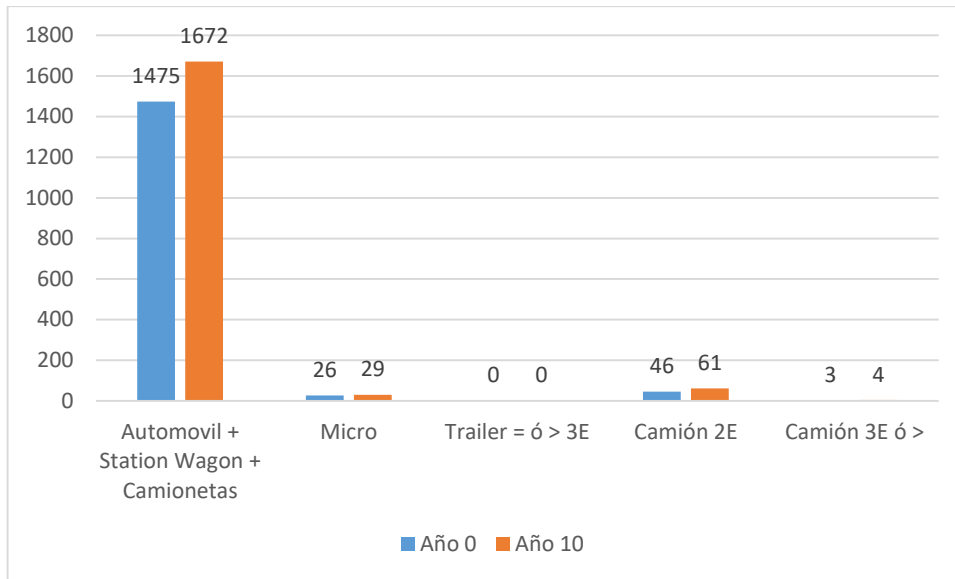


Figura 13: Proyección del tráfico a 10 años de los vehículos que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90°.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 se muestra una comparación del tráfico actual de los vehículos que ingresan a la Vía Evitamiento con un giro de 90° y el proyectado en un periodo de 10 años y este es de aproximadamente 200 vehículos / día en los Automóviles + Station Wagon + Camionetas, los camiones tendrán un crecimiento de apróx. 15 vehículos / día y los micros crecerán en apróx. 3 vehículos / día

3.6. Aforo de vehículos en hora punta en la intersección Av. Larco – Vía

Evitamiento (Vehículo / hora)

3.6.1. Mañana: 7:00 am – 8:00 am

Cuadro 16: Volumen de tráfico en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento

mañana: 7:00 am – 8:00 am

	AV. LARCO	VÍA EVITAMIENTO	GIRO 90° A LA DERECHA DE AV. LARCO A VÍA EVITAMIENTO	GIRO 90° A LA IZQUIERDA DE AV. LARCO A VÍA EVITAMIENTO	GIRO 90° A LA IZQUIERDA DE VÍA EVITAMIENTO A AV. LARCO	TOTAL
AUTO + STATION WAGON + CAMIONETAS	626	835	216	41	40	1758
MICRO	150	1	3	0	3	157
CAMIÓN 2E	10	150	5	1	8	174
CAMIÓN 3E Ó >	1	185	0	0	0	186
TRAILER = Ó > 3E	0	178	0	0	0	178
TOTAL	787	1349	224	42	51	2453

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 16 se muestra el resumen del volumen de tráfico en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento y los Autos + Station Wagon + Camionetas son los vehículos que circulan en mayor cantidad al ser 1758 vehículos / hora, seguido por los camiones de 2E ó > que son 186 vehículos / hora y por último los micros con 157 vehículos / hora. También se muestra que la Vía Evitamiento es la que mayor flujo de vehículos presenta (1349 vehículos / hora) y la Av. Larco presenta un flujo menor de 787 vehículos / hora; mientras que los vehículos que realizan giros de 90° son un porcentaje mínimo.

3.6.2. Tarde: 12:00 pm – 1:00 pm.

Cuadro 17: Volumen de tráfico en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento
mañana: 12:00 pm – 1:00 pm.

	AV. LARCO	VÍA EVITAMIENTO	GIRO 90° A LA DERECHA DE AV. LARCO A VÍA EVITAMIENTO	GIRO 90° A LA IZQUIERDA DE AV. LARCO A VÍA EVITAMIENTO	GIRO 90° A LA IZQUIERDA DE VÍA EVITAMIENTO A AV. LARCO	TOTAL
AUTO + STATION WAGON + CAMIONETAS	785	756	186	58	55	1840
MICRO	186	5	5	2	7	205
CAMIÓN 2E	12	167	10	5	5	199
CAMIÓN 3E Ó >	5	156	0	0	0	161
TRAILER = Ó > 3E	0	187	0	0	0	187
TOTAL	988	1271	201	65	67	2592

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 17 se muestra el resumen del volumen de tráfico en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento y los Autos + Station Wagon + Camionetas son los vehículos que circulan en mayor cantidad al ser 1840 vehículos / hora, seguido por los micros con 205 vehículos / hora y los trailers de 3E ó > que son 187 vehículos / hora. También se muestra que la Vía Evitamiento es la que mayor flujo de vehículos presenta (1271 vehículos / hora) y la Av. Larco presenta un flujo menor de 988 vehículos / hora; mientras que los vehículos que realizan giros de 90° son un porcentaje mínimo.

3.7. Cálculo del tiempo de desplazamiento y velocidades desde un punto de desvío hasta la intersección.

3.7.1. Generalidades

3.7.1.1. Velocidad de recorrido:

Es el resultado obtenido de dividir la distancia recorrida, desde el inicio hasta el final del trayecto, entre el tiempo total que tardó en recorrerla el vehículo. Además, el tiempo total de recorrido abarca la suspensión de movimiento del vehículo por reducciones de velocidad en las señales de tránsito y paradas provocadas por la vía.

3.7.1.2. Velocidad de marcha:

Llamada también velocidad de cruce es el resultado obtenido de dividir la distancia recorrida con el tiempo empleado por el vehículo mientras estaba en movimiento.

3.7.2. Trabajo en Campo:

Primeramente, se procedió a seleccionar los puntos críticos de una desviación hacia la intersección estableciendo en la Av. Larco, la primera desviación desde la Av. Huamán hasta la intersección y desde la misma hasta la Av. Nicolás de Piérola, que hasta donde llegan los colectivos y micros que circulan por la Av. Larco.

El siguiente punto crítico de desviación de la Vía Evitamiento se estableció en el Ov. Huanchaco hasta la intersección y desde ahí hasta la Av. Manuel Seoane, la cual intersecta perpendicularmente a la Vía Evitamiento.

A continuación, se pasó a medir los tiempos que tardan los vehículos al desplazarse entre los puntos críticos, motivo por el cual se cogió dos tipos de vehículos, siendo los autos que ofrecen el servicio de colectivo y los micros que transitan por la Av. Larco y los camiones y autos que transitan por la Vía Evitamiento. Para medir el tiempo que emplean en llegar de un punto de desvío al otro se procedió a subir al vehículo que usa dicha ruta y a cronometrar el tiempo empleado en el desplazamiento y el tiempo de paradas, en el que el vehículo se detiene (Por tráfico o en los semáforos), proceso que se realizó 10 veces, para así

obtener un promedio y obtener la velocidad de cruce y velocidad de recorrido de los vehículos.

3.7.3. Tramos:

3.7.3.1. Av. Huamán hasta Intersección Av. Larco – Vía Evitamiento.



Figura 14: Tramo Av. Huamán – Hasta la Intersección.

Fuente: Google Maps.

En la figura 14 se aprecia el tramo desde la Av. Huamán hasta la intersección (Comisaría), el cual tiene una distancia de 955.37 m.

3.7.3.2. Intersección Av. Larco – Vía Evitamiento hasta Av. Nicolás de Piérola.



Figura 15: Tramo Intersección hasta Av. Nicolás de Piérola.

Fuente: Google Maps.

En la figura 15 se aprecia el tramo desde la intersección (Comisaría) hasta la Av. Nicolás de Piérola, el cual tiene una distancia de 425.32 m.

3.7.3.3. Tramo Ov. Huanchaco hasta la Intersección.

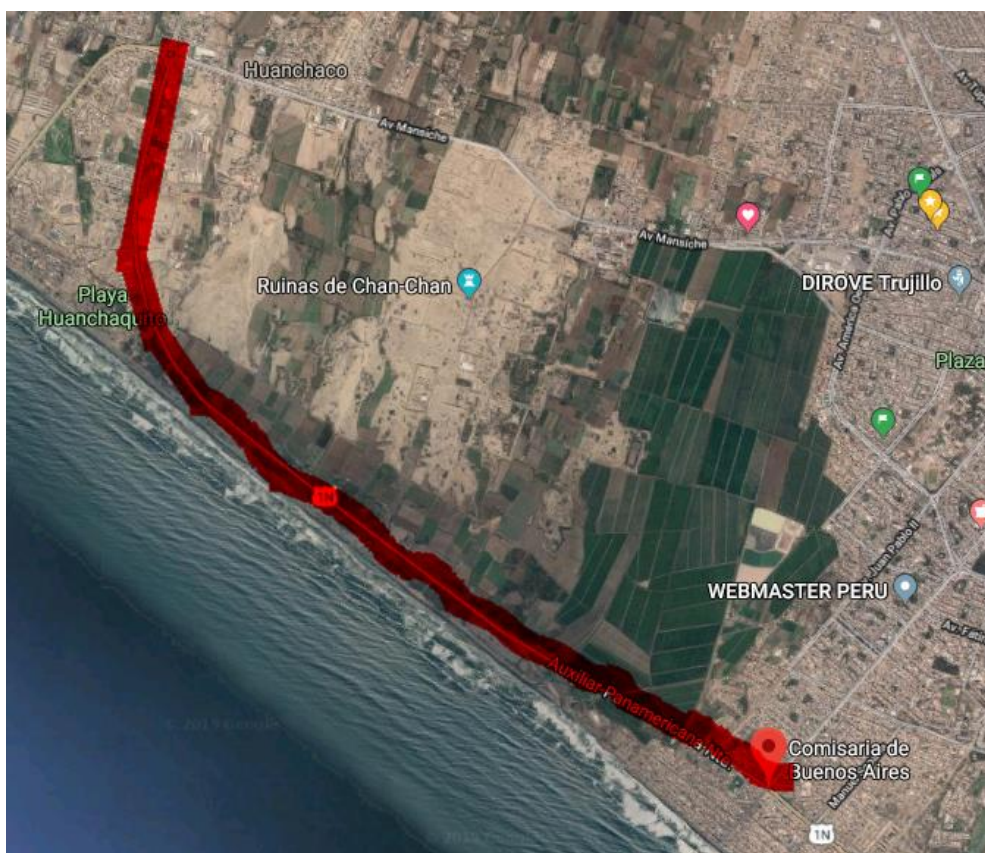


Figura 16: Tramo Ov. Huanchaco hasta la Intersección.

Fuente: Google Maps.

En la figura 16 se aprecia el tramo desde el Ov. Huanchaco hasta la intersección (Comisaría), el cual tiene una distancia de 8530 m.

3.7.3.4. Tramo intersección hasta Av. Manuel Seoane



Figura 17: Tramo Ov. Huanchaco hasta la Intersección.

Fuente: Google Maps.

En la figura 17 se aprecia el tramo desde el Ov. Huanchaco hasta la intersección (Comisaría), el cual tiene una distancia de 490.17 m.

3.7.4. Trabajo en Gabinete

Después de recolectar los tiempos se procedió a pasar los datos a una hoja de Excel y a calcular las velocidades promedio.

3.7.5. Análisis de Datos:

Cuadro 18: Velocidad de recorrido y de cruce de colectivos en la Av. Larco en el tramo Av. Huamán – Av. Nicolás de Piérola.

Tramo Av. Larco (Av. Huamán - Av. Nicolás de Piérola)				
N° de Recorrido	Autos (Colectivos)			
	Tiempo de recorrido (Seg.)	Tiempo del vehículo en movimiento (Seg.)	Velocidad de recorrido (Km/h)	Velocidad de cruce (Km/h)
1	169.69	93.93	29.50	53.30
2	185.63	141.15	26.97	35.47
3	205.10	160.35	24.41	31.22
4	230.85	190.58	21.69	26.27
5	255.87	170.63	19.57	29.34
6	180.25	135.89	27.77	36.84
7	215.96	150.69	23.18	33.22
8	169.28	133.11	29.57	37.61
9	161.74	141.65	30.95	35.34
10	273.09	220.35	18.33	22.72
Promedio	204.75	153.83	25.19	34.13

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 18 se muestra los tiempos que tardan en recorrer los autos colectivos la Av. Larco en el tramo Av. Huamán – Av. Nicolás de Piérola, pasando por la intersección y se determinó que la velocidad de recorrido de los autos que brindan el servicio de colectivo es de 25.19 Km/h y su velocidad de cruce es de 34.13 km/h.

Cuadro 19: Velocidad de recorrido y de cruce de micros en la Av. Larco en el tramo Av. Huamán – Av. Nicolás de Piérola.

Tramo Av. Larco (Av. Huamán - Av. Nicolás de Piérola)				
N° de Recorrido	Buses (Micros)			
	Tiempo de recorrido (Seg.)	Tiempo del vehículo en movimiento (Seg.)	Velocidad de recorrido (Km/h)	Velocidad de cruce (Km/h)
1	276.80	215.68	18.09	23.21
2	221.76	187.33	22.57	26.72
3	274.82	246.04	18.22	20.35
4	290.56	235.18	17.23	21.29
5	310.58	260.50	16.12	19.22
6	289.58	222.87	17.29	22.46
7	315.87	260.86	15.85	19.19
8	287.25	250.69	17.43	19.97
9	235.48	182.65	21.26	27.41
10	324.87	265.23	15.41	18.87
Promedio	282.76	232.70	17.95	21.87

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 19 se muestra los tiempos que tardan en recorrer los microbuses la Av. Larco en el tramo Av. Huamán – Av. Nicolás de Piérola, pasando por la intersección y se determinó que su velocidad de recorrido es de 17.95 Km/h y su velocidad de cruce es de 21.87 km/h.

Cuadro 20: Velocidad de recorrido y de cruce de autos en la Vía Evitamiento en el tramo Ov. Huanchaco - Av. Manuel Seoane.

Tramo Vía Evitamiento (Ov. Huanchaco - Av. Manuel Seoane)				
N° de Recorrido	Autos			
	Tiempo de recorrido (Seg.)	Tiempo del vehículo en movimiento (Seg.)	Velocidad de recorrido (Km/h)	Velocidad de cruce (Km/h)
1	667.65	597.36	48.64	54.36
2	658.69	593.38	49.30	54.72
3	625.38	582.51	51.92	55.75
4	582.36	520.68	55.76	62.37
5	605.98	550.68	53.59	58.97
6	680.87	631.52	47.69	51.42
7	705.80	652.85	46.01	49.74
8	625.36	570.68	51.93	56.90
9	659.25	597.36	49.26	54.36
10	687.97	600.48	47.20	54.08
Promedio	649.93	589.75	50.13	55.27

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 20 se muestra los tiempos que tardan en recorrer los autos la Vía Evitamiento en el tramo Ov. Huanchaco - Av. Manuel Seoane, pasando por la intersección y se determinó que su velocidad de recorrido es de 50.13 Km/h y su velocidad de cruce es de 55.27 km/h.

Cuadro 21: Velocidad de recorrido y de cruce de camiones en la Vía Evitamiento en el tramo Ov. Huanchaco - Av. Manuel Seoane.

Tramo Vía Evitamiento (Ov. Huanchaco - Av. Manuel Seoane)				
N° de Recorrido	Camiones			
	Tiempo de recorrido (Seg.)	Tiempo del vehículo en movimiento (Seg.)	Velocidad de recorrido (Km/h)	Velocidad de cruce (Km/h)
1	987.65	877.36	32.88	37.01
2	978.69	873.38	33.18	37.18
3	945.38	862.51	34.35	37.65
4	902.36	800.68	35.99	40.56
5	925.98	830.68	35.07	39.09
6	1000.87	911.52	32.44	35.62
7	1025.80	932.85	31.66	34.81
8	945.36	850.68	34.35	38.17
9	979.25	877.36	33.16	37.01
10	1007.97	880.48	32.22	36.88
Promedio	969.93	869.75	33.53	37.40

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 21 se muestra los tiempos que tardan en recorrer los autos la Vía Evitamiento en el tramo Ov. Huanchaco - Av. Manuel Seoane, pasando por la intersección y se determinó que su velocidad de recorrido es de 33.53 Km/h y su velocidad de cruce es de 37.40 km/h.

Cuadro 22: Velocidad de recorrido promedio en la Av. Larco y Vía Evitamiento

Velocidad de Recorrido Promedio Km/h.	
Av. Larco	Vía Evitamiento
21.57	41.83

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 21 se muestra que la velocidad de recorrido promedio por los vehículos en la Av. Larco es de 21.57 km/h., mientras que en la Vía Evitamiento es de 41.83 km/h.

3.8. Cálculo de la densidad

Cuadro 23: Densidad en la intersección.

Densidad (veh/km/carril)		
Descripción	Av. Larco	Vía Evitamiento
Razón de flujo	1200	1349
Velocidad promedio	21.57	41.83
N° de carriles	4	2
Densidad	14	16

Fuente: Elaboración propia.

3.9. Tasa de flujo de saturación

Cuadro 24: Tasa de flujo de saturación en la intersección.

Tasa de flujo de saturación (veh/h)	
Av. Larco	Vía Evitamiento
1027	865

Fuente: Elaboración propia.

3.10. Capacidad:

Cuadro 25: Capacidad de la Av. Larco y Vía Evitamiento

Capacidad (veh/h)	
Av. Larco	Vía Evitamiento
342	1190

Fuente: Elaboración propia.

3.11. Flujograma y direcciones en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento

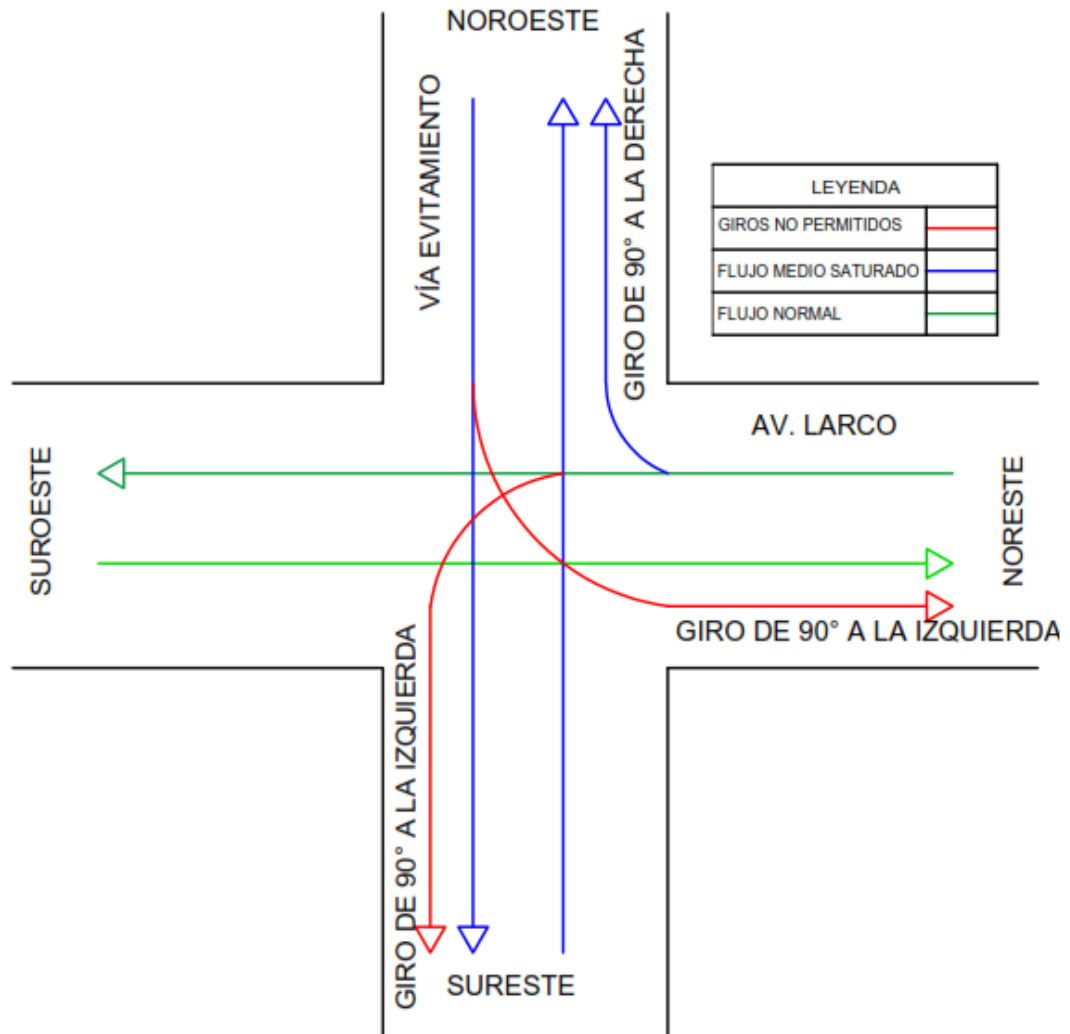


Figura 18: Direcciones y principales giros de los vehículos en la Intersección Av. Larco – Vía Evitamiento.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 18 se muestra las direcciones en las cuales pueden transitar los vehículos y los principales giros que realizan, los vehículos que circulan por la Vía Evitamiento con dirección Surestes dan un giro de 90° con dirección Noreste para ingresar a la Av. Larco, por el contrario, los vehículos que usan la Av. Larco con dirección

Suroeste, realizan giros de 90° para ingresar a la Vía Evitamiento ya sea en dirección Noroeste o Sureste.

3.12. Diagnóstico situacional en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento:

Se realizó una evaluación del estado de la infraestructura y señalización existente en la intersección.



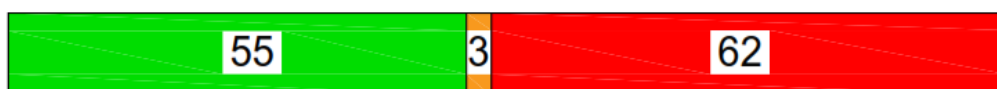
Figura 19: Intersección de Av. Larco – Vía Evitamiento.

Fuente: Google Maps.

3.12.1. Ciclo Semafórico.

CICLO SEMAFÓRICO AV. LARCO - VÍA EVITAMIENTO

VÍA EVITAMIENTO



AV. LARCO



Figura 20: Ciclo semafórico Av. Larco – Vía Evitamiento.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 20 se muestra el ciclo semafórico que dura 120 segundos y la Av. Larco es la que tiene el mayor tiempo en rojo (77 seg.) y el menor en verde (40 seg.), por lo contrario, a la Vía Evitamiento en la cual predomina el flujo de vehículos pesados y como consecuencia tiene el mayor tiempo de verde (55 seg.).

CICLO SEMAFÓRICO AV. LARCO - VÍA EVITAMIENTO



Figura 21: Ciclo semafórico desincronizado Av. Larco – Vía Evitamiento (miércoles 24 de abril 6:40 pm)

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 21 se muestra el ciclo semafórico tomada en la intersección el día miércoles 24 de abril a las 6:40 pm hay un desfase de 10 segundos en el tiempo de rojo del semáforo de la Vía Evitamiento, lo cual originó una desincronización con el semáforo de la Av. Larco, lo que generó que en esos 10 segundos de desfase se detuviera el flujo vehicular.

3.12.2. Señalización vial:

En la intersección se pudo apreciar que no existe una buena señalización que restrinja los giros, ni tampoco señalizaciones que indiquen que el tránsito en esa zona sea unidireccional y la pintura de la señalización horizontal en varias partes se encuentra desgastada lo que dificulta el tránsito fluido y por consiguiente genera congestión en dicha zona.

3.12.2.1. Señales preventivas

Tienen como función advertir al peatón o conductor de situaciones peligrosas o no..



Figura 22: Señal preventiva en la Vía Evitamiento que indica intersección en ángulo recto con Vía Secundaria.

Fuente: Elaboración propia



Figura 23: Señal preventiva en la Vía Evitamiento que indica cruce de peatones.

Fuente: Elaboración propia

3.12.2.2. Señales Reglamentarias:

También son conocidas como señales prohibitivas, restrictivas, reguladoras o de prohibición. Se identifican por su forma circular con borde rojo y fondo blanco.



Figura 24: Señal reglamentaria en la Vía Evitamiento que indica reducción de velocidad a 45 km/h.

Fuente: Elaboración propia



Figura 25: Señal reglamentaria en la Av. Larco en la berma central que indica la detención de vehículos.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 26: Señal reglamentaria en la Av. Larco en la berma central que indica la prohibición de girar 180°.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 26 se observa que el cartel que muestra la señal se encuentra en mal estado, presenta un alto grado de oxidación lo que dificulta su correcta visualización.

3.12.2.3. Cruces de peatón:

Son destinados específicamente para que los peatones crucen una calle o avenida con total seguridad y también son conocidos como pasos de cebra.



Figura 27: Paso de cebra en la Vía Evitamiento en mal estado, debido al desgaste de la pintura,

Fuente: Elaboración propia.



Figura 28: Paso de cebra en la Av. Larco, que apenas se puede visualizar, en pésimo estado, debido al desgaste de la pintura,

Fuente: Elaboración propia.

3.12.2.4. Señalización horizontal:

La señalización horizontal implica la instalación de marcas sobre el pavimento.



Figura 29: Paso de cebra en la Av. Larco, sin línea de seguridad

Fuente: Elaboración propia.

El paso de cebra no cuenta con una línea de seguridad, la cual debe ser pintada a 1.00 m. de las líneas de cebra para evitar un posible contacto entre los peatones y vehículos, y se observó que en la intersección ninguno de los cruces peatonales existentes cuenta con esta línea de seguridad.



Figura 30: Señalización en la Vía Evitamiento que indica doble sentido de circulación

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 30 se observa las líneas amarillas que indican circulación en doble sentido en la vía están desgastadas y se dificulta su visualización.

3.12.2.5. Berma central de la Av. Larco:

La separación de carriles viales en la zona urbana es muy importante porque delimita la calzada o carriles y ofrecen buena visibilidad a los conductores y peatones que transitan por esa vía, además aporta área verde a la ciudad.



Figura 31: Berma central de la Av. Larco con dirección de la Comisaría hacia el mar.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 31 se aprecia la Berma central de la Av. Larco con dirección de la Comisaría hacia el mar, la cual tiene un ancho de 7.25 m. con sardineles de 0.15 m., los cuales presentan un gran desgaste en su pintura.



Figura 32: Berma central de la Av. Larco con dirección de la Iglesia hacia Trujillo.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 32 se muestra la Berma central de la Av. Larco con dirección de la Iglesia hacia Trujillo, que tiene un ancho de 1.85 m. y sardineles de 0.15 m., los cuales presentan desgaste en la pintura y varias rajaduras.

3.12.2.6. Martillos:



Figura 33: Martillo en la esquina de la Iglesia de los Mormones.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 33 se observa un martillo, que se encuentra en pésimo estado, muestra rajaduras, grietas y fisuras y desprendimientos de concreto.



Figura 34: Martillo al costado de la Vía Evitamiento.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 34 se puede visualizar una gran hendidura en el martillo, ya alrededor grietas.

3.12.2.7. Rampas:

Son complementos de una vía, que facilita la movilidad de los peatones, comúnmente miden 1.00 m²,



Figura 35: Rampa al costado de la Av. Larco.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 35 se muestra una rampa en mal estado, que presenta desprendimiento de concreto en sus bordes.

3.12.2.8. Sardineles:

Son pequeños muros que se ubican al lado de las veredas o al costado de las bermas centrales en las avenidas, sus dimensiones son de 0.05 m. a 0.15 m. de ancho, y tiene como función evitar con los conductores invadan las veredas o bermas centrales.

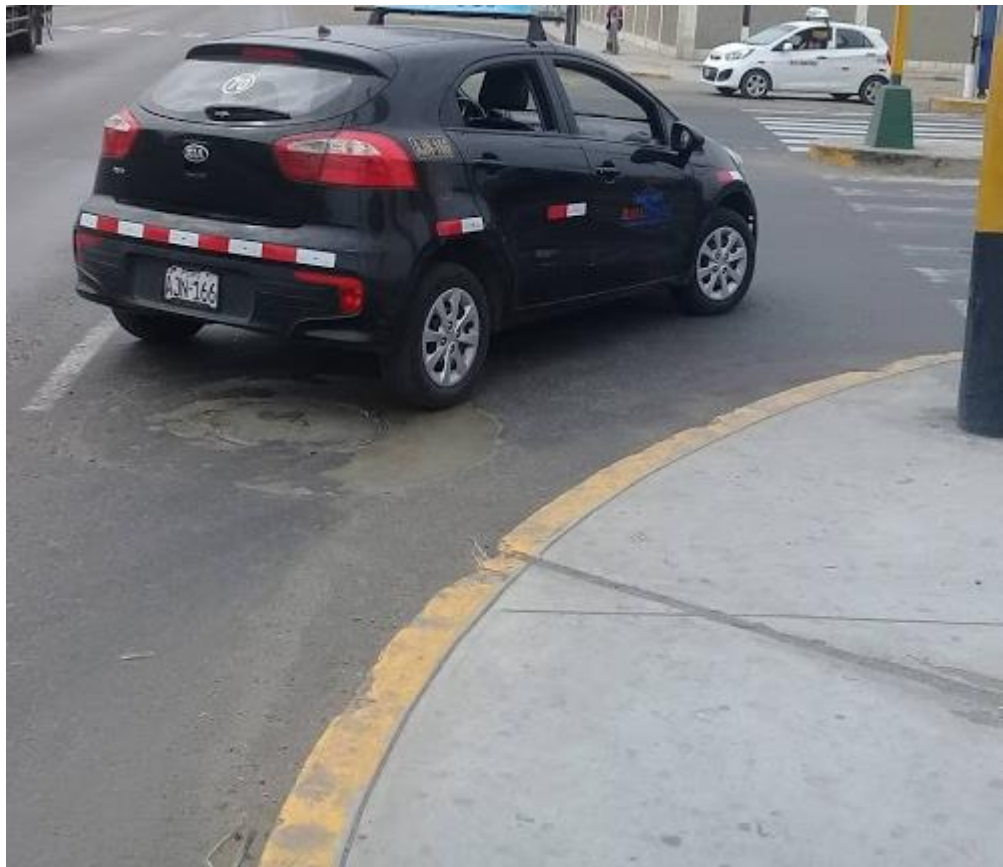


Figura 36: Sardinel al costado de la Av. Larco.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 36 se observa que el sardinel presenta desgaste en su pintura y desprendimiento de concreto en sus bordes-



Figura 37: Sardineles en la berma de la Av. Larco.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 37 se observa que la pintura de los sardineles está desgastada y presenta algunas grietas y desprendimiento de concreto en sus bordes.

3.12.2.9. Calzada:



Figura 38: Calzada en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 38 se observa que la calzada en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento se encuentra en buen estado.

3.12.2.10. Resumen del diagnóstico

Cuadro 26: Resumen del diagnóstico.

MATRIZ RESUMEN DEL DIAGNÓSTICO				
DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	OBSERVACIONES
Señales verticales				
Señales preventivas				
Indica intersección	X			En buen estado
Cruce de peatones	X			En buen estado
Señales Reglamentarias				
Reducir Velocidad	X			En buen estado
Señal de Pare	X			En buen estado
No Voltar en U		X		Señal con presencia de óxido, lo que obstruye su visualización correcta.
No girar 90°			X	No existe la señalización.
Señales horizontales				
Cruces de peatones (pasos de cebra)			X	Gran desgaste de la pintura y pobre visual.
Líneas de Seguridad (a 1.00 m. de los pasos de cebra)			X	No existen.
Señal que indica doble sentido		X		desgaste en la pintura.
Otros elementos de la Vía				
Bermas		X		Presenta sardineles desgastados.
Martillos			X	Tienen rajaduras, grietas y desprendimiento de concreto de sus bordes.
Rampas		X		Desprendimiento de concreto de sus bordes.
Sardineles		X		Desgaste de pintura y rajaduras.
Calzada	X			En buen estado.

Fuente: Elaboración propia.

3.13. Propuestas de solución.

A continuación, se presentan varias alternativas que buscarán solucionar los problemas de la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento.

3.13.1. Rotonda, Glorieta u Óvalo:

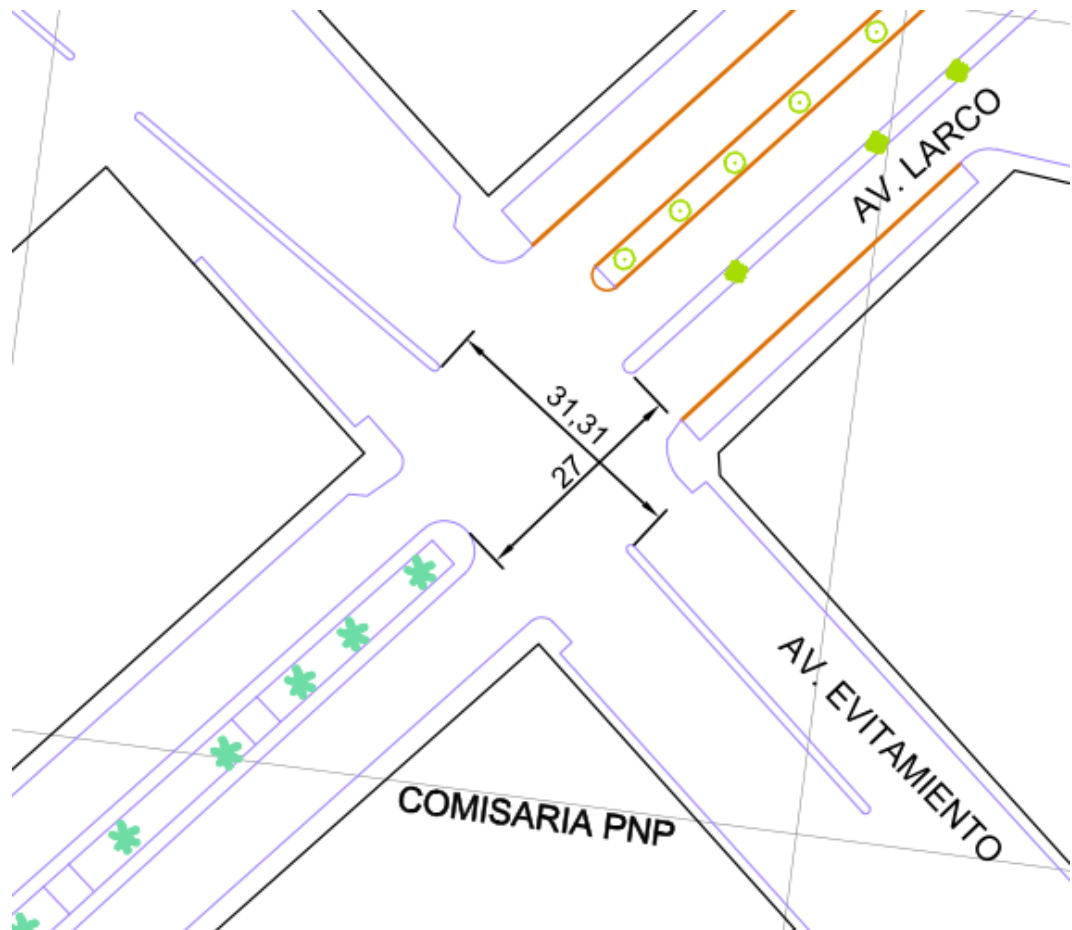


Figura 39: Diámetros para una posible rotonda.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 39 se muestra los diámetros para una posible rotonda siendo 31.31 m. en la dirección Noroeste – Sureste y de 27.00 m. en la dirección Suroeste – Noroeste y en el cuadro 3 dice que el diámetro mínimo de la isla central para una rotonda es de 25.00 m y el diámetro mínimo del círculo inscrito es de 50.00 m. en consecuencia al no disponer de área suficiente para cumplir los requisitos mínimos establecidos en la DG 2018, queda descartada la opción.

3.13.2. Realizar un diseño geométrico en la Vía Evitamiento y Habilitar un giro en U en la Av. Larco.

3.13.2.1. Clasificación de la Vía:

La zona de estudio se clasificó como una Autopista de primera clase. Ya que el IMDA es mayor a 6000 veh/día, por lo que cada carril debe tener un ancho de 3.60 m.

3.13.2.2. Velocidad de diseño:

Tabla 204.01
Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

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

Figura 40: Velocidades de diseño.

Fuente: DG – 2018

Se determinó una velocidad de diseños de 70 km/hora, al ser una autopista de primera clase y con una orografía plana.

3.13.2.3. Situación actual:

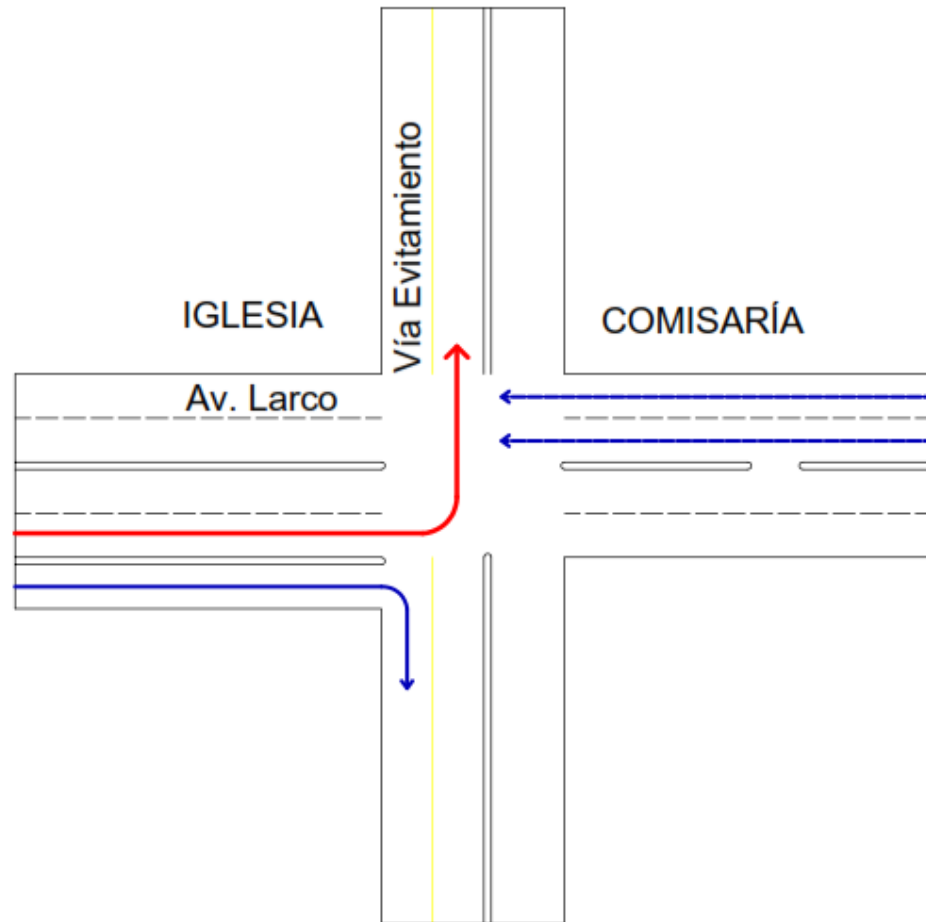


Figura 41: Situación actual Av. Larco

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 41 se aprecia la situación actual en la Av. Larco y la flecha roja está indicando el giro de los vehículos que impiden el libre tránsito de los vehículos que siguen la ruta de las flechas horizontales azules, lo que ocasiona la congestión.

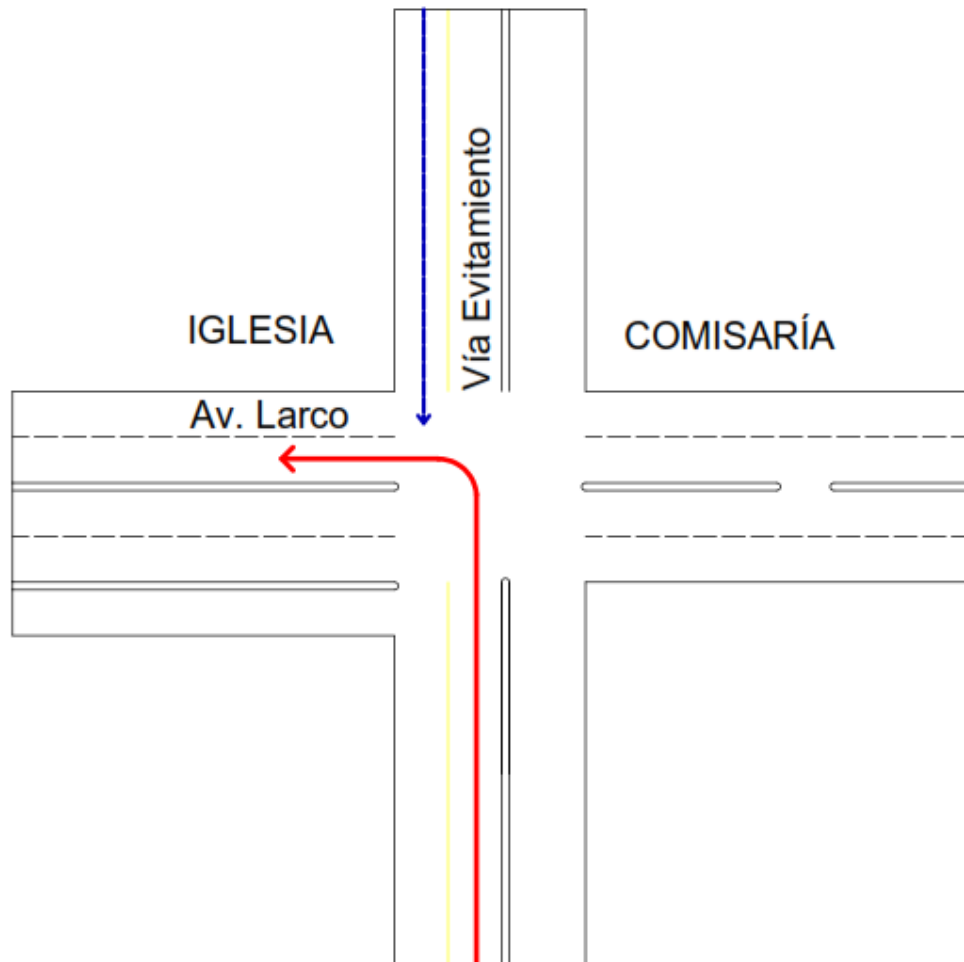


Figura 42: Situación actual Vía Evitamiento

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 42 se aprecia la situación actual en la Vía Evitamiento y la flecha roja está indicando el giro de los vehículos que impiden el libre tránsito de los vehículos que siguen la ruta de la flecha vertical azul, lo que ocasiona la congestión

3.13.2.4. Propuesta de solución

La primera solución planteada es realizar un diseño geométrico en la Vía Evitamiento, añadiendo un carril adicional de 50 m. de longitud (Ver los Anexos 5 y 6), el cual se ubicará en la parte Noroeste de la intersección y solo será usado por los vehículos que circulan por la Vía Evitamiento con dirección Sureste y tengan la necesidad de realizar un giro de 90° a la izquierda, para ingresar a la Av. Larco con dirección Noreste; el cuadro 15

nos muestra que 51 vehículos/hora realizan esta maniobra, la cual no está permitida, ocasionando una pequeña congestión con los vehículos que están circulando en línea recta por la Av. Larco, esto al no haber un ciclo semafórico para estos giros. Lo mismo sucede en la Av. Larco con los vehículos que circulan con dirección Suroeste (Al mar) y tienen la necesidad de realizar un giro de 90° a la izquierda para ingresar a la Vía Evitamiento con dirección Sureste, siendo 42 vehículos/hora los que realizan dicha maniobra (Véase el cuadro 18 y la figura 17). Al ser estos dos giros los cuales causan problemas y evitan la circulación fluida en dicha intersección, nos planteamos habilitar una ruta alternativa para dichos giros, que consiste en habilitar un área en la Av. Larco para que los vehículos que necesitan dar un giro de 90° ya sea de la Av. Larco o de la Vía Evitamiento puedan hacerlo sin generar ningún problema, esta zona en la cual será permitido realizar un giro en U se encuentra a 50 m. de la Comisaría de Buenos Aires, con dirección Suroeste y permitirá que los vehículos que venían de la Vía Evitamiento y que antes daban un giro de 90° a la izquierda para ingresar a la Av. Larco, ahora podrán usar el carril adicional que se diseñó y girar 90° a la derecha a la Av. Larco con dirección Suroeste y recorrer una distancia de 50 m. realizar un giro en U en la misma Av. Pero cambiando de dirección a Noreste y seguir su ruta; de igual manera los vehículos que antes daban un giro de 90° a la izquierda para ingresar de la Av. Larco a la Vía Evitamiento con dirección Sureste ahora podrán seguir en línea recta en la Av. Larco recorrer 50 m. en donde está la zona que permite giros en U, realizar el giro en U recorrer nuevamente los 50 m. en la Av. Larco, pero esta vez con dirección Noreste y realizar un giro de 90° a la derecha y de esa manera ingresar a la Vía Evitamiento con dirección Sureste, la cual era su ruta deseada y así se evitaría la congestión vehicular ocasionada por los giros no permitidos.

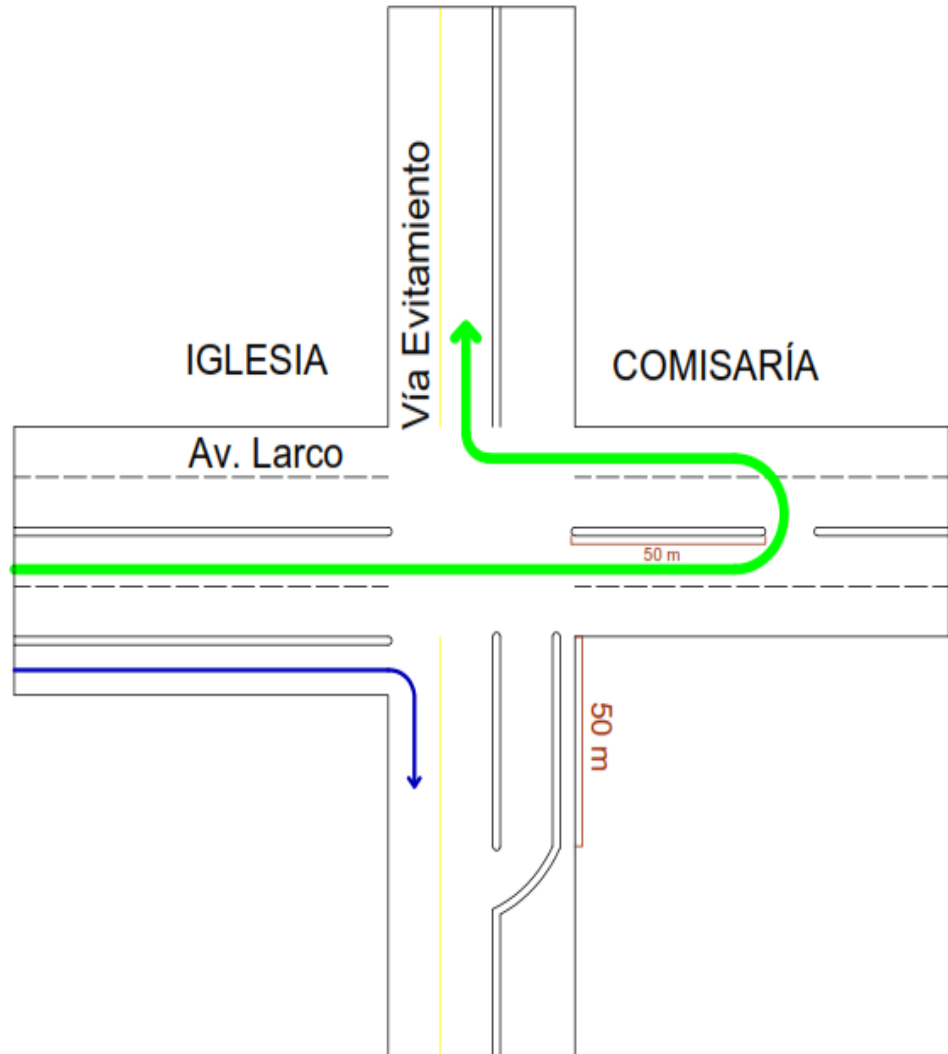


Figura 43: Situación de la Av. Larco al aplicar la propuesta de solución.

Fuente: Elaboración propia.

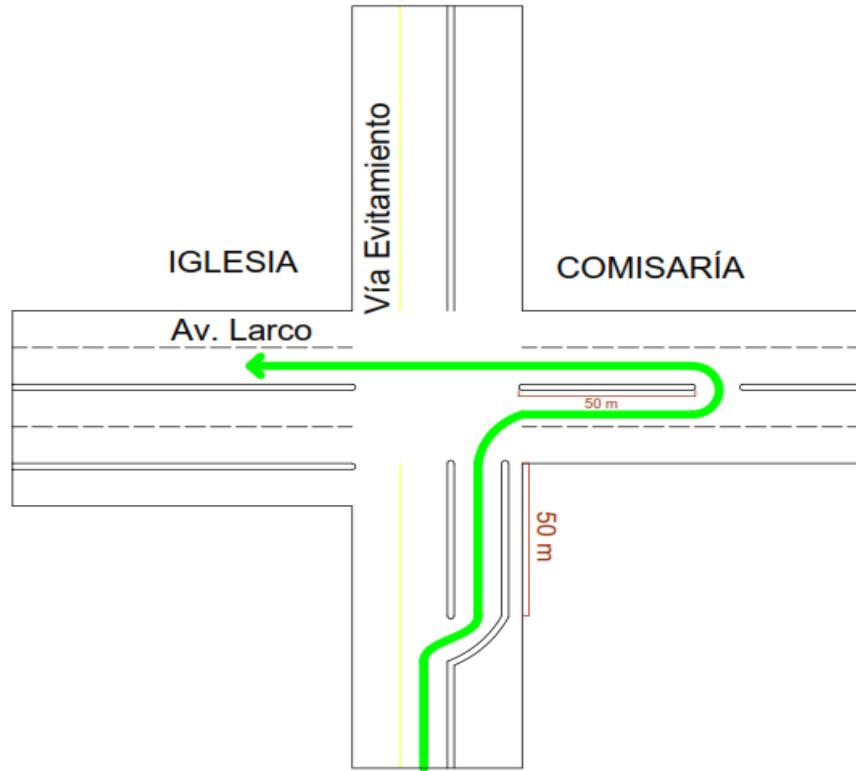


Figura 44: Situación de la Vía Evitamiento al aplicar la propuesta de solución.

Fuente: Elaboración propia

3.13.2.5. Señalización a colocar.

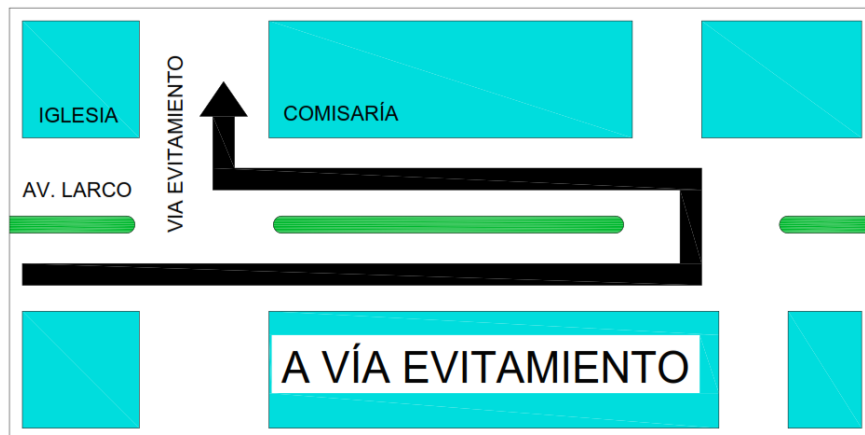


Figura 45: Solución a los giros de 90° a la izquierda de los vehículos para ingresar de la Av. Larco a la Vía Evitamiento.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 47 se muestra una ruta alternativa al problema de congestión vehicular mostrado en la figura 18, el cual consiste en habilitar un giro en U en la Av. Larco a 50 m. de la comisaría de Buenos Aires con dirección suroeste, el cual sería usado por los vehículos, para luego realizar un giro de 90° a la derecha ingresando a la Vía Evitamiento con dirección sureste sin mayor inconveniente.

También se colocará en la Av. Larco como señalización indicando la ruta alternativa a los giros de 90°.

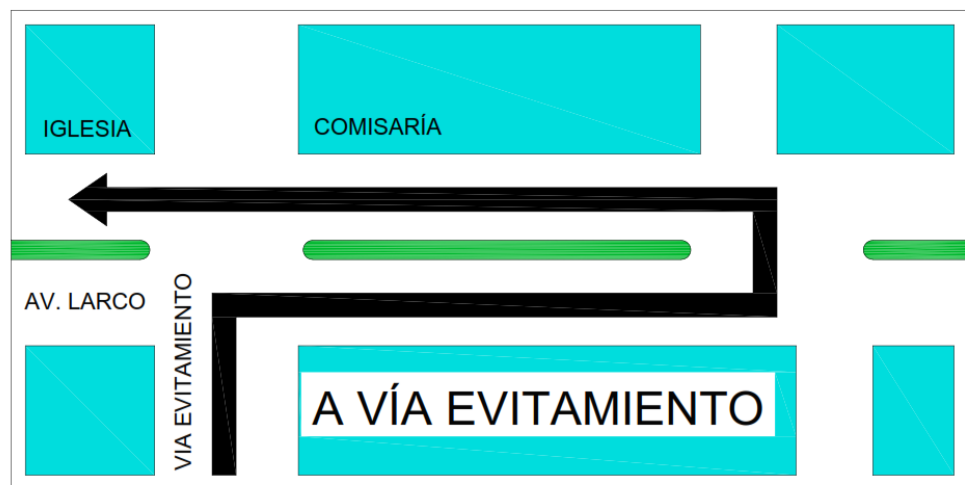


Figura 46: Solución a los giros de 90° a la izquierda de los vehículos para ingresar de la Vía Evitamiento a la Av. Larco.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 46 se muestra la solución para la congestión vehicular mostrada en la figura 18 y el cuadro 15: los vehículos que ingresaban a la Av. Larco de la Vía Evitamiento con giro de 90° a la izquierda, ahora usarán el carril adicional (Véase los Anexos 5 y 6), y girarán 90° a la derecha recorrerán 50 m. con dirección Suroeste y girarán en U, en el acceso habilitado e ingresarán sin ningún inconveniente a la Av. Larco con dirección Noreste que era su ruta original.

También se colocará en la Vía Evitamiento como señalización indicando la ruta alternativa a los giros de 90°.

SR-06



Figura 47 Señalización que restringe giros, colocada en la Vía Evitamiento.

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2016.

En la figura 47 se muestra la señalización que prohíbe girar a la izquierda, la cual será colocada junto al semáforo de la Vía Evitamiento, para así restringir los giros.

SR-06



Figura 48: Señalización que restringe giros, colocada en la Av. Larco.

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2016.

En la figura 48 se muestra la señalización que prohíbe girar a la izquierda, la cual será colocada junto al semáforo de la Av. Larco, para así restringir los giros.

P-5-2B



Figura 49: Señalización que indica giros en U, colocada en la Av. Larco.

Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2016.

En la figura 49 está la señalización que se colocará en el acceso abierto en la Av. Larco, la cual indica que se puede realizar giros en U

3.13.3. Cambiar a semáforos inteligentes.



Figura 50: Controladores y semáforos Inteligentes.

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.

En la figura 45 se muestra un semáforo inteligente y su caja de control, ver los anexos 7, 8, 9, 10 y 11.

IV. DISCUSIÓN

Al realizar el levantamiento topográfico, se observó que la intersección tiene pendientes transversales al eje de la vía de 3.24 %, la cual es menor o igual al 10%, por lo que corresponde a un terreno plano tipo 1, según indica la DG-2018 en su sección 102 Clasificación por orografía, lo que demandará un mínimo movimiento de tierras al realizar cualquier modificación geométrica en la zona.

El aforo de tránsito lo realizamos con el formato obtenido del Ministerio de Economía y Finanzas, el cual consiste en una plantilla para realizar el conteo de vehículos, cuyos resultados se pueden observar en los cuadros 3 al 15 y en las figuras 2 a la 25; en el cuadro 15 se observa el resumen del volumen de tráfico en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento, el cual no sobrepasa la capacidad de las vías, por lo cual no es necesario carriles adicionales, de modo similar Padilla y Ulloa (2016) afirmaron que no era necesario aumentar la oferta de la vía, sin embargo Nuñez y Villanueva (2014) decidieron realizar un cambio geométrico en uno de los accesos de su intersección en estudio, esto por presentar un aforo que superaba la capacidad de la vía.

En el cuadro 26 se muestra la matriz resumen del diagnóstico de infraestructura vial en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento cuenta con señales preventivas en óptimo estado, mientras que las señales reglamentarias se encuentran en estado regular debido al desgaste y falta de mantenimiento y además no existe ninguna señalización que prohíba girar 90°, asimismo las señales horizontales se encuentran en mal estado, no hay una buena visión de las líneas de cebra o cruce de peatones debido al desgaste de la pintura, además no se cuenta con líneas de seguridad a 1.00 m. del cruce de peatones, incumpliendo así lo establecido en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para calles y carreteras – 2016 en su capítulo 2 Señales Verticales y en su capítulo 3 Marcas en el Pavimento o demarcaciones en la cual establece a detalle la señalización que debe existir.

Por otra parte, en la figura 18 se muestra que en la intersección se realizan giros de 90° a la izquierda que no están permitidos ocasionando pequeñas congestiones, motivo que nos llevó a plantearnos varias soluciones, siendo una de ellas una rotonda, no obstante, la DG- 2018 especifica criterios básicos a tener en cuenta para el Diseño de rotondas (véase el cuadro 1), al disponer de un área muy pequeña no se cumple dichos requisitos, por lo que queda descartada dicha opción.

Entonces para brindar una solución a los giros nos planteamos habilitar un carril de 50 m (véase anexo 5), ubicado al costado de la Vía Evitamiento, para ser usado por los vehículos que se dirigen con dirección sureste y necesiten girar 90° a la izquierda (para ingresar a la Av. Larco con dirección noreste), giren 90° a la derecha e ingresen a la Av. Larco (con dirección Suroeste), y recorran 50 m. y puedan realizar un giro en “U”, para cambiar de dirección, en un acceso previamente habilitado, el cual también será usado por los vehículos que circulen por la Av. Larco (con dirección suroeste) y necesiten realizar un giro de 90° a la izquierda (para ingresar a la Vía Evitamiento, con dirección sureste), estos podrán seguir en línea recta, hasta llegar al acceso en el que pueden girar en “U” y luego podrán realizar otro giro de 90° a la derecha e ingresar a la Vía Evitamiento; de similar manera Huertas y Flores (2018) decidieron agregar un carril adicional, pero con el objetivo de aumentar el volumen vehicular, a diferencia de nosotros que buscamos evitar la congestión que generan dichos giros.

Para garantizar la fácil comprensión por parte de los conductores de la alternativa planteada para los giros, se debe contar con una señalización adecuada por tal motivo revisamos el Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2016, que nos presenta una diagramación de pre señalización en intersecciones con limitaciones de giro, las cuales adoptamos y se pueden observar en las figuras 41 - 49. Además, en las figuras 47, 48 y 49 se muestra las señales de tránsito que serán colocadas en la zona para restringir los giros y facilitar la vuelta en “U” en la Av. Larco.

Por otro lado, en la figura 21 se muestra el ciclo semafórico de la intersección y en la figura 21 se observa una desincronización de los semáforos, generando congestión vehicular, en una situación similar Reyna (2015) modificó el ciclo semafórico de su intersección, lo mismo propusieron Huertas y Flores (2018), por su parte Gonzales y Rey (2016) consideró que el ciclo semafórico debía balancearse con los semáforos próximos de la vía y finalmente Chuquihuaccha y Galván (2016) propusieron rediseñar los semáforos; lo que nos condujo a sugerir la modificación de los semáforos actuales, por otros más modernos (Véase los Anexos del 7 al 11).

V. CONCLUSIONES

- Se realizó el levantamiento topográfico y se calculó la pendiente transversal al eje de la vía es de 0.34% la cual corresponde a un terreno Tipo I (Orografía Plana), según la DG-2018.
- Se determinó el número de vehículos en la intersección Av. Larco – Vía Evitamiento usando el formato obtenido del MEF, el número de vehículos que circulan en línea recta por la Av. Larco fue 787 veh/hora, mientras que en la Vía Evitamiento el flujo fue 1349 veh/h, por otro lado, el número de los que dieron un giro de 90° a la derecha para ingresar de la Av. Larco a la Vía Evitamiento fue de 224 veh/h, asimismo los que realizaron el giro de 90° a la izquierda para ingresar a la Vía Evitamiento fue de 42 veh/h y por último los que giraron 90° a la izquierda para ingresar a la Av. Larco fue de 51 veh/h.
- Se analizó el ciclo semafórico que fue de 120 seg, en la Vía Evitamiento se observó 55 seg. en la fase de verde, 3 seg. en la de ámbar y 62 en la de rojo; mientras que en la Av. Larco se vio 40 seg. En la fase de verde, 3 seg. En la de ámbar y 77 seg. en la de rojo; no obstante, en una ocasión el ciclo se desincronizó en la Vía Evitamiento en 10 seg. y pasó de los 62 seg. en la fase de rojo a 52 seg., lo que originó desconcierto en los conductores, en consecuencia, se sugirió modernizar los controladores de los semáforos.
- Se elaboró el diagnóstico de infraestructura vial y como resultado se obtuvo que la intersección cuenta con señales preventivas en óptimo estado, mientras que las señales reglamentarias se encuentran es estado regular debido al desgaste y falta de mantenimiento y además no existe ninguna señalización que prohíba girar 90°, asimismo las señales horizontales se encuentra en mal estado, no hay una buena visión de las líneas de cebrá o cruce de peatones debido al desgaste de la pintura, además no se cuenta con líneas de seguridad a 1.00 m. del cruce de peatones, por otro lado las bermas, sardineles y martillos presentan un alto grado de desgaste estructural, solo la calzada se encuentra en buen estado.
- Se calculó las velocidades en el tramo Av. Larco desde la Av. Huamán hasta la Av. Nicolás de Piérola, siendo la velocidad de recorrido de los autos 25.19 km/h. y 34.13 km/h. su velocidad de crucero, mientras que de los micros es 17.95 km/h. y 21.87 km/h. respectivamente, Por otro lado, en el tramo Vía Evitamiento la velocidad de

recorrido de los autos es 50.13 km/h. y su velocidad de cruce 55.27 km/h., mientras los vehículos pesados sus velocidades son de 33.53 km/h. y 37.40 km/h. respectivamente.

- Se planteó habilitar un carril de 50 m. al costado de la Vía Evitamiento, para ser usada por los vehículos que requieren realizar giros de 90° a la izquierda, ya sea para ingresar a la Av. Larco o a la Vía Evitamiento, así mismo, se determinó habilitar un acceso que permita girar 180° o dar una vuelta en “U” en la Av. Larco a 50 m. de la comisaría de Buenos Aires, para ello se diseñó una señalización para indicar la dirección a tomar según sea el caso.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar la propuesta de solución de un carril adicional en la Vía Evitamiento, para evitar el congestionamiento de tráfico.
- Se recomienda tomar el modelo planteado y aplicarlo a diversas intersecciones en la ciudad, para brindar un tráfico sin interrupciones.

REFERENCIAS

- ALCÁNTARA, Dante. Topografía y sus Aplicaciones, [en línea]. México: Grupo Patria Cultural S.A., 2014 [fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018].
Disponible en:
<http://www.editorialpatria.com.mx/pdf/files/9789702409151.pdf>
ISBN: 978-607-438-943-2
- ALONSO, Lauro y RODRIGUEZ, Gabriel. Carreteras, [en línea]. México: Universidad Autónoma de Yucatán, 2005 [fecha de consulta: 19 de octubre de 2018].
Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=h-F1o3FkfyEC&pg=PA62&dq=aforo+de+transito&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwintqSC7MPeAhUJ4VMKHTkyDe0Q6AEIKDAA#v=onepage&q=aforo%20de%20transito&f=false>
ISBN: 968-6843-88-4
- ALVARADO, Víctor. Ingeniería de costos, [en línea]. México: Patria. S.A., 2016 [fecha de consulta: 05 de noviembre de 2018].
Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=lxchDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=costos+y+presupuestos+alvarado&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwix4aSj78PeAhXDtVMKHW8SA2MQ6AEIKzAA#v=onepage&q=costos%20y%20presupuestos%20alvarado&f=false>
ISBN: 978-607-744-467-1
- AMERICAN Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO (Estados Unidos). AASHTO annual report 2017. Diciembre de 2017. [en línea]. Washington D.C.: AASHTO, 2017. 24 pp. [fecha de consulta: 15 de junio de 2019].
Disponible en:
https://www.transportation.org/wp-content/uploads/2018/01/2017_AASHTOannual_report_web.pdf
- ARCE, Diego. “Sistema autónomo de control de tráfico vehicular para intersecciones de avenidas” [en línea]. Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017, 132 pp. [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2018].
Disponible en:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/10175/ARCE_CIG_UENAS_SISTEMA_AUTONOMO_CONTROL_TRAFICO.pdf?sequence=1

- ARGUEDAS, Carlos y MOSQUERA Roberth. “Propuesta de solución integral en la Av. Del Aire entre las Avenidas Aviación, San Luis y Rosa Toro, mediante un análisis de la congestión vehicular aplicando la metodología HCM 2010”. [en línea]. Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018, 190 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].

Disponible en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624071>

- CERQUERA, Flor. “Capacidad y niveles de servicio de la infraestructura vial”. [en línea]. Colombia, Universidad Pedagógica y Tecnológica, 2007, 58 pp. [fecha de consulta: 15 de junio de 2019].

Disponible en:

<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1222/1/RED-1.pdf>

- CHUQUIHUACCHA, Marco y GALVÁN Cristopher. “Propuesta de mejora de congestión vehicular usando metodología del HCM 2010 en las intersecciones de la Av. 26 de noviembre, entre la Av. Pachacútec y la Av. Salvador Allende, en el distrito de V.M.T.”. [en línea]. Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016, 147 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].

Disponible en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621703>

- CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones, [en línea]. 5.^a ed. México: Limusa. S.A., 2004 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVpQC&printsec=frontcover&dq=Crespo,+2004,&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwik5Ivz4MPeAhWSvVMKHaM_Dp8Q6AEIKDAA#v=onepage&q=Crespo%2C%202004%2C&f=false

ISBN: 968-18-6489-1

- DEL CASTILLO, Hermilio y RICO, Alfonso. “La ingeniería de suelos: en las vías terrestres” [en línea]. México, Limusa S.A., 2005, [fecha de consulta: 29 de junio de 2019].

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=rU_pA257zUEC&printsec=frontcover&dq=carreteras&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjyx4yWyrXjAhXPxIkKHTysD5IQ6AEISDAG#v=onepage&q=carreteras&f=false
ISBN: 968-18-0054-0

- FEDERAL Highway Administration U.S. Department of Transportation (Estados Unidos). Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways. [en línea]. Washington DC.: FHA, 2007. 760 pp. [fecha de consulta: 15 de junio de 2019].

Disponible en:

<https://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2003r1r2/mutcd2003r1r2complet.pdf>

- FEDERAL Highway Administration U.S. Department of Transportation (Estados Unidos). Road Symbol Signs. [en línea]. Washington DC.: FHA, 2007. 9 pp. [fecha de consulta: 15 de junio de 2019].

Disponible en:

https://mutcd.fhwa.dot.gov/services/publications/fhwaop02084/us_road_symbol_signs.pdf

- GÁMEZ, William y LÓPEZ, David. Texto Básico Autoformativo de Topografía General, [en línea]. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, 2013 [fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018].

Disponible en:

<http://repositorio.una.edu.ni/3179/1/NP31G192t.pdf>

ISBN: 978-99924-1-036-3

- GARCÍA, Antonio y ROSIQUE, Manuel y SEGADO, Francisco. Topografía Básica Para Ingenieros, [en línea]. España: Universidad de Murcia., 1994 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=KxMmdTQmkEQC&pg=PA153&dq=levantamiento+topografico&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiLodnh38PeAhUP4VMKHRVABmAQ6AEIKDAA#v=onepage&q=levantamiento%20topografico&f=false>

ISBN: 84-7684-568-5

- GLOSARIO de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. [en línea]. Lima: MTC, 2018. 27 pp. [fecha de consulta: 05 de noviembre de 2018].
Disponible en:
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf
- GÓMEZ, Domingo y GÓMEZ, Teresa. Evaluación de Impacto Ambiental, [en línea]. 3.ª ed. España: Mundi Prensa, 2013 [fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018].
Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=9VOuAwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=estudio+de+impacto+ambiental&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjU54-uyPjeAhVLtMKHYVtBzYQ6AEIKDAA#v=onepage&q=estudio%20de%20impacto%20ambiental&f=false>
ISBN: 9788484766438
- GONZALES, Diahanncarroll y REY Víctor. “Propuesta de mejora de los niveles de servicio para mitigar la congestión vehicular en las intersecciones de la Av. Rafael Escardo comprendida entre las avenidas Costanera, La Paz y La Libertad, Lima – San Miguel”. [en línea]. Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016, 85 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].
Disponible en:
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621702>
- HUERTAS, Mígues y QUISPE, Diego. “Propuesta de mejora de los niveles de servicios con un rediseño de la vía entre los tramos de las Av. Alfredo Benavides y Av. De los Ingenieros ubicados en el distrito de Santiago de Surco, Lima-Perú”. [en línea]. Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018, 84 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].
Disponible en:
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624289>
- MAMANI, Ever y CHURA, Oliver. “Diseño de intercambio vial a desnivel en las intersecciones de la carretera Panamericana Sur y la Avenida el estudiante de la ciudad de Puno”. [en línea]. Perú, Universidad Nacional del Altiplano, 2016, 367 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].
Disponible en:
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3791>

- MANTENIMIENTO o conservación vial. [en línea]. Lima: MTC, 2018. 726 pp. [fecha de consulta: 5 de junio de 2019].
Disponible en:
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-08-14%20Mantenimiento%20o%20Conservacion%20y%20Parte 4 Mant Rutinario Caminos Vecinales_GL_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-08-14%20Mantenimiento%20o%20Conservacion%20y%20Parte%204%20Mant%20Rutinario%20Caminos%20Vecinales_GL_OK.pdf)
- MANUAL de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018. [en línea]. Lima: MTC, 2018. 285 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].
Disponible en:
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- MANUAL de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción. [en línea]. Lima: MTC, 2013. 1281 pp. [fecha de consulta: 05 de mayo de 2019].
Disponible en:
<http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Febrero/16/RD-03-2013-MTC-14.pdf>
- MANUAL de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras. [en línea]. Lima: MTC, 2016. 398 pp. [fecha de consulta: 15 de junio de 2019].
Disponible en:
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf
- MANUAL de seguridad vial MSV - 2016. [en línea]. Lima: MTC, 2016. 326 pp. [fecha de consulta: 15 de junio de 2019].
Disponible en:
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/8524.pdf
- MARTINEZ, Ignacio. “Carreteras secundarias” [en línea]. España, INO Reproducciones S.A., 2012, [fecha de consulta: 15 de junio de 2019].
Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=EcA9wexhEVUC&pg=PA261&dq=carreteras&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjyx4yWyrXjAhXPxlkKHTysD5IQ6AEIVDAI#v=onepage&q=carreteras&f=false>
ISBN: 978-84-15538-68-4

- MORALES, Hugo. Ingeniería Vial I, [en línea]. República Dominicana: Editora Búho, 2006 [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2018].

Disponible en:

https://books.google.com.pe/books?id=OcefqXpOiswC&pg=PA58&dq=volumen+de+transito&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj2vOyXg_neAhVMbK0KHTrfA7cQ6AEIKDAA#v=onepage&q=volumen%20de%20transito&f=false

ISBN: 99934-25-67-2
- MORENO, Luis et al. Mantenimiento y conservación de Carreteras, [en línea]. España: Área de Innovación y Desarrollo S.L., 2018 [fecha de consulta: 19 de octubre de 2018].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=EpNPDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=carreteras&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwifZqxzbXjAhUFx1kKHeagCQQ4FBD0AQhEMAU#v=onepage&q=carreteras&f=false>

ISBN: 978-84-948074-9-7
- MUÑOZ, Juan. UF0312 - Procesos de trazados de carreteras y vías urbanas. [en línea]. 5.ª ed. España: Elearning, S.L., 2017 [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2018].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=hNNWDwAAQBAJ&pg=PA183&dq=se%C3%B1alización+carreteras&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjni6GFxbXjAhUQyFkKHVPHBAgQ6AEINzAD#v=onepage&q=se%C3%B1alización%20carreteras&f=false>

ISBN: 978-84-16424-87-0
- NAVARRO, Sergio. Ingeniería de Tránsito, [en línea]. Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería, 2018 [fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018].

Disponible en:

<https://www.dropbox.com/s/rtb183iizopwa7f/Documento%20Base%202018.pdf?dl=0>

- NEIRA, Luis. Diseño geométrico de viales y trazado de carreteras para técnicos de formación profesional, [en línea]. España: Bubok Publishing S.L., 2011 [fecha de consulta: 28 de junio de 2019].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=A1IXFqqBx84C&pg=PA84&dq=carreteras&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiI5fCgyrXjAhXC1FkKHRiuD7Q4ChDoAQgyMAI#v=onepage&q=carreteras&f=false>

ISBN: 978-84-9009-184-5

- NUÑEZ, Christian y VILLANUEVA, Cesar. “Solución Vial de la Av. Primavera comprendida entre las Avenidas La Encalada y José Nicolás Rodrigo, Lima-Lima-Surco”. [en línea]. Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014, 129 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].

Disponible en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/550124>

- PALMA, Raúl. “Aplicación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2,000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles” [en línea]. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006, 77 pp. [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2018].

Disponible en:

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2614_C.pdf

- PÉREZ, Tomás et al. Manual Del Auxiliar de Carreteras. [en línea]. 2.^a ed. España: Mad. S.L., 2004 [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2018].

Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=YFfw83cr6EsC&pg=PA207&dq=se%C3%B1alización+carreteras&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjni6GFxbXjAhUQyFkKHVPHBAGQ6AEIPDAE#v=onepage&q=se%C3%B1alización%20carreteras&f=false>

ISBN: 84-665-3559-4

- PISARSKI, Alan y RENO, Arlee. 2015 AASHTO Bottom Line Report Executive Version, [en línea]. Estados Unidos: BLR-5, 2015 [fecha de consulta: 15 de junio de 2019].

Disponible en:

<http://bottomline.transportation.org/Documents/Bottom%20Line%202015%20Executive%20Version%20FINAL.pdf>

ISBN: 978-1-56051-632-3

- REGLAMENTO Nacional de Edificaciones, Norma E-050. [en línea]. Lima: RNE, 2006. 55 pp. [fecha de consulta: 19 de octubre de 2018].

Disponible en:

<http://www3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/53%20E.050%20SUELOS%20Y%20CIMENTACIONES.pdf>

- REGLAMENTO Nacional de gestión de infraestructura vial. [en línea]. Lima: MTC, 2006. 12 pp. [fecha de consulta: 05 de mayo de 2019].

Disponible en:

<http://www.proviasdes.gob.pe/Normas/Proyecto.pdf>

- REYNA, Pedro. “Propuesta de mejora de niveles de servicio en dos intersecciones”. [en línea]. Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015, 107 pp. [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].

Disponible en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581516>

- SEÑALES de seguridad. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad. [en línea]. Lima: NTP, 2015. 108 pp. [fecha de consulta: 15 de junio de 2019].

Disponible en:

http://www.impexaperu.com.pe/img_normas/normas_2_LxMO1.pdf

- SERVICIO Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (Perú). Manual de Evaluación de Estudio de Impacto Ambiental detallado (EIA-d). [en línea]. Lima: SENACE, 2016. 148 pp. [fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018].

Disponible en:

<https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/manual-mineria-mhk2.pdf>

- SISTEMA de gestión, presupuestal clasificador de gastos. [en línea]. Lima: MEF, 2017. 27 pp. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2018].

Disponible en:

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publicaciones/anexos/Anexo_2_Gastos_RD026_2017EF5001.pdf

- TRANSPORTATION research board (Estados Unidos). Highway Capacity Manual HCM 2000. [en línea]. Washington DC.: TRB, 2000. 1207 pp. [fecha de consulta: 15 de junio de 2019].

Disponible en:

https://snavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacity_manual.pdf

ISBN: 0-309-06681-6

ANEXOS

ANEXO 1

NIVELES DE SERVICIO (Level of Service)

Cuadro 16: Clasificación de vías según su Niveles de Servicio

NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN GENERAL
A	Corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos; la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera.
B	Se considera como flujo estable, los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación.
C	El flujo es estable, los conductores perciben restricciones tanto para elegir su velocidad, como para efectuar maniobras de cambio de carril de rebase; se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.
D	Esta condición se aproxima al flujo inestable; la velocidad de operación aún es satisfactoria, pero resulta afectada por los cambios en las condiciones de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consecuente pérdida de comodidad.
E	En este nivel, los volúmenes de tránsito corresponden a la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración.
F	Corresponde a los flujos forzados, en donde los volúmenes son inferiores a los de la capacidad y las velocidades se reducen pudiendo producir paradas debido al congestionamiento.

Fuente: Adoptado y traducido del Highway Capacity Manual 2000

ANEXO 2

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR





















 		FORMATO N° 1.3																		
FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																				
TRAMO DE LA CARRETERA										ESTACION										
SENTIDO										CODIGO DE LA ESTACION										
UBICACIÓN										DIA Y FECHA										
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																				
00	E																			
A																				
01	S																			
01	E																			
A																				
02	S																			

Figura 28: Formato de conteo y clasificación vehicular

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

ANEXO 3

PLANO TOPRÁFICO

ANEXO 4

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

ANEXO 5

PLANTA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

ANEXO 6

PLANTA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN DETALLE

ANEXO 7

CONTROLADOR TRELEC - Modelo: MINIXP v10

CONTROLADOR TRELEC Modelo : MINIXP v10

El **Modelo: MINIXP v 10**, es una solución para el control de Tráfico en intersecciones Simples, el PLUS de este equipo es la sincronización entre controladores para la generación de Sincronismo y Ola Verde(par telefónico, antenas modem, GPS), lo que permite la agilización del tráfico vehicular.

Funciona con Semáforos Vehiculares y Peatonales de lámparas incandescentes o tipo LED con o sin contadores regresivos. No es necesario ser un experto para programar sus funciones, su panel intuitivo permite un rápido aprendizaje para seleccionar formas de operación, horarios al día, tiempos de cada movimiento, programación nocturna, etc. de forma que el operario quede en completo control de la intersección en muy poco tiempo. Esto es muy importante respecto a otras marcas donde la programación del controlador es muy compleja y solo puede hacerla el vendedor, creando una costosa e inoportuna dependencia.

El Controlador **MINIXP v 10** permite administrar intersecciones simples con programaciones a la medida que varían de un horario a otro para atender adecuadamente las horas punta y las horas valle con los tiempos apropiados para cada caso. Los tiempos y horarios se programan a través de su pantalla LCD autoiluminada.

Modos de Programación

- Dos fases Vehiculares con sus respectivas fases peatonales



Figura 30: Controlador TRELEC - Modelo: MINIXP v10 – Parte I

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.

CONTROLADOR DE SEMÁFOROS TRELEC Modelo: MINI XP v10

ESPECIFICACIONES		
Programación	Modos de Operación	Automático: Basado en programaciones preestablecidas Sincronizado: Generando Olas Verdes en Calles y Avenidas o mallas Intermitente: Modos de flash, aislados o sincronizados Apagado: permite apagarse en horarios nocturnos o diurnos
	Horarios diarios	7 turnos programables con la hora con resolución de 1 minuto
	Modos de Programación	2 Fases Vehiculares y 2 Fases Peatonales
	Olas Verdes	- Sincronismo autogenerado en topología encadenado. - Enlace Inalámbrico o cableado, No requiere control maestro - Sincronización con GPS - Permite variar características de la Ola verde de un horario a otro
	Accesibilidad	Los datos de la programación pueden ser modificados por el teclado Menús en castellano de fácil comprensión. Mínimo tiempo de aprendizaje
	Reporte	Reporta en pantalla estado actual de operación, mostrando el día programado, turno actual, programa, secuencia y segundos faltantes.
Conectividad	Luces	10 Salidas independientes. Compatible con semáforos incandescentes, LED, contadores regresivos digitales, señales audibles para invidentes, etc.
	Sincronizable	Puerto de sincronismo cableado, hasta 1Km de alcance Puerto de sincronismo inalámbrico, 1 Km o mas con repetidores Entra y Salida para Sincronizar y Generar Olas Verde
Tecnología	Microprocesador	RISC industrial de 14 bits, memoria no volátil. Supervisor watchdog autónomo Reloj de precisión basado en cristal de cuarzo, con batería de respaldo 3V.
	Display	LCD autoiluminado, permite programación en campo mediante teclado incorporado.
	Control de luces	Totalmente estado sólido con Triacs aislados Acople óptico entre las etapas de control y potencia. Panel mímico que permite ver que salidas están activadas
Generales	Voltaje	220 VAC +/- 25%, 60Hz o 50Hz (indiferente)
	Potencia	10Watts sin lamparas Instalada hasta 1Kw por salida, hasta 4Kw en total
	Protección	Fusibles fácilmente removibles en cada salida Llave termomagnética 20A en la acometida y un tomacorriente de servicio
	Materiales	Circuito Impreso de fibra de vidrio para uso industrial tropicalizado Conectores de potencia muy sólidos, porta fusibles de acero inoxidable Gabinete IP65 muy robusto para adosar a poste.

Figura 31: Controlador TRELEC - Modelo: MINIXP v10 – Parte II

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.

ANEXO 8

CONTROLADOR DE SEMAFORO TRELEC TR 24L .V10-219

CONTROLADOR DE SEMAFORO TRELEC TR 24L .V10-219



CONTROLADOR DE SEMAFORO TRELEC TR 24L .V10-219		
ESPECIFICACIONES		
Programación	Modos de Operación	Automático: Basado en programaciones preestablecidas Semi -Actuado: Habilitando fases peatonales o giros en función de sensores Actuado: Operación totalmente activada por sensores. AutoAdaptativo: Modificando los programas en función al tráfico Sincronizado: Generando Olas Verdes en Avenidas o mallas Centralizado: Interconectado a una Oficina Central Manual: Controlado temporalmente por un policía de tránsito Intermitente: Varios modos de flash, aislados o sincronizados
	Horarios diarios	16 turnos programables con la hora con resolución de 1 minuto
	Tipos de días	16 tipos de días asignables en 4 tipos de semanas, 7 días por semana, 16 feriados y 12 estaciones al año
	Programas	14 Fases programables por el usuario, 24 salidas configuradas por software. 32 programas de 24 secuencias asignables en cada horario Puede intercalar modos semiactuados por horarios 4 Juegos de 16 secuencias para modificar la forma de las Fases con los horarios
	Sincronización	Sincronismo autogenerado en topología encadenado. Enlace Inalámbrico o cableado. No requiere control maestro Permite variar características de la Ola verde de un horario a otro Sincronización GPS.
	Accesibilidad	Los datos de la programación pueden ser modificados por el teclado Menús en castellano de fácil comprensión. Mínimo tiempo de aprendizaje Reprogramación del equipo desde el Software de Gestión de Tráfico del Centro de Control.(GEOSEM)
	Reporte	Reporta en pantalla estado actual de operación, mostrando el día programado, turno actual, programa, secuencia y segundos faltantes. Reporta a Central de Trafico estado actual, estadísticas de sensores

Figura 32: Controlador de semáforo TRELEC TR 24L V10-219 – Parte I

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.

Conectividad	Luces	Salidas asignables por software, Compatible con semáforos incandescentes, LED, contadores regresivos digitales, señales audibles para invidentes, etc.
	Olas verdes	Puerto de sincronismo cableado, hasta 1Km de alcance Puerto de sincronismo inalámbrico, 1 Km o mas con repetidores
	Sensores	Para pulsador peatonal, control manual, para sensores de trafico, de lazo o virtuales.
	Protocolo	Gestion ITS abierto y libre ,comunicación TCP/IP
	Puertos	RS232 y Serial inalámbrica para programación vía PC, Ethernet 10/100 para enlace a redes, Internet, Wi-fi, GSM/GPRS, G3,G4,VPN (opcional) ZigBee S2 (opcional),fibra óptica media converter. GPS ,
Tecnología	Microprocesador	RISC industrial de 16 bits, memoria no volátil. Supervisor watchdog autónomo, operación de hasta 16 MIPS
	Display	LCD permite programación en campo mediante teclado incorporado
	Control de luces	Totalmente estado sólido con Triacs aislados Acople óptico entre las etapas de control y potencia. Panel mímico que permite ver que salidas están activadas.
Sincronización	Activa	Se <i>sincroniza</i> con otros Controladores de Semáforos, no importa la marca ni el modelo para generar Sincronismo y/o Olas Verdes por medio de cables o inalámbrico.
Adaptación dinámica	micro-regulación integrado	En función de la información recibida de los sensores, cámaras de trafico, detectores y de su propia programación
Generales	Voltaje	220 VAC +/- 25% Fuente de Alimentación aislada.
	Potencia de consumo	10Watts sin lamparas incandescentes o LEDS. Instalada hasta 1Kw por salida, hasta 8Kw en total
	Protección	Fusibles fácilmente removibles en cada salida Llave termomagnética en la acometida de 32amp.
	Hardware	Modular: Electrónica Modular de hardware Compacto
	Modo TEST	Para la detección de fallas eléctricas en intersección
	Monitor de conflictos	Supervisa los estados de señalización conflictiva, fallo en lámparas rojas o activación errónea de señales.(seguridad de señales lógicamente independientes)
	Materiales	Circuito Impreso de fibra de vidrio para uso industrial tropicalizado Conectores de potencia muy sólidos, porta fusibles de acero inoxidable Gabinete Metálico y /o Policarboanto IP65 muy robusto con accesorios para adosar.
	Tecnología de Software	Software Moderno, escalable y de fácil actualización

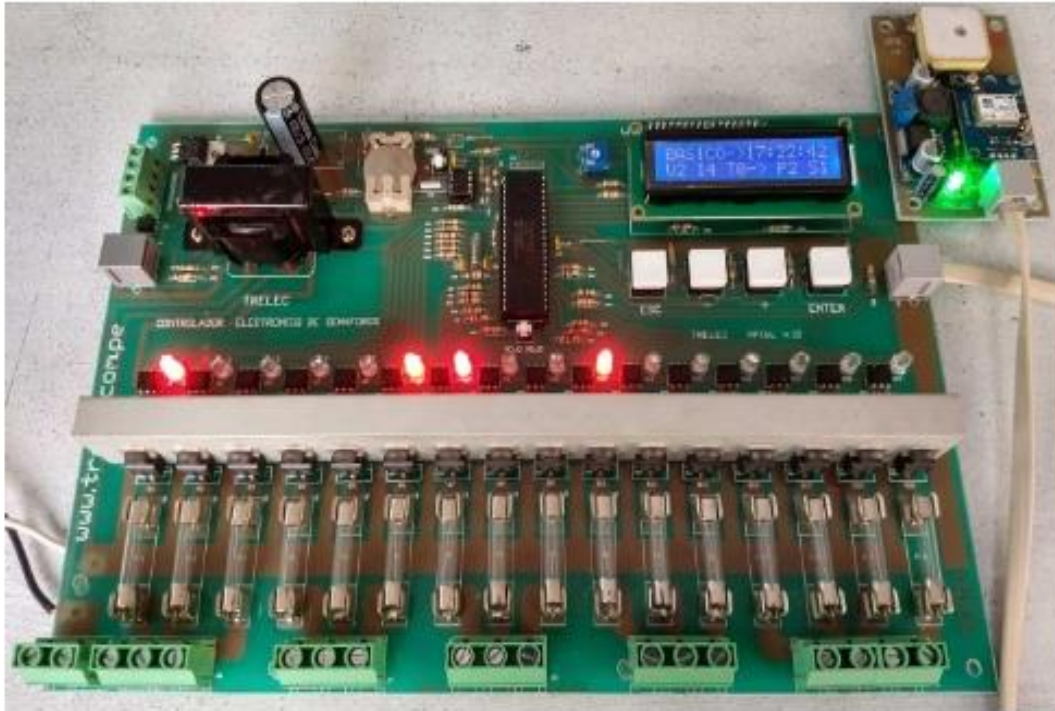
Figura 33: Controlador de semáforo TRELEC TR 24L V10-219 – Parte II

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.

ANEXO 9

CONTROLADOR TRELEC XP 16L V 12-2019

CONTROLADOR TRELEC XP 16L V 12-2019



CONTROLADOR DE 16 SALIDAS		
PROGRAMACION	Modo de Operación	Automático
		Semi -Actuado
		Sincronizado
		Centralizado
		manual
		Intermitente
	Cantidad de Turnos	16 Turnos Programables con una resolución de 1 minuto
	Cantidad de Estaciones	12 Estaciones , 4 tipos de semanas(de Lunes a Viernes), 15 Tipos de días, Cada tipo de día puede tener hasta 16 Turnos
	Programas	32 programas de 16 secuencias asignables a un horario
		8 fases programables por el usuario
Olas verdes	A cada programa se le puede asignar hasta 5 tipos de secuencias	
		Sincronismo autogenerado en topología encadenado mediante cableado o vía inalámbrica

Figura 34: Controlador TRELEC XP 16L V 12-2019 – Parte I

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.

		Sincronismo generado Mediante GPS
		Sincronismo generado Mediante GPRS
	Configuración	- Configuración Mediante el teclado y lcd, Menú en Castellano de fácil compresión - Configuración Mediante Software de Programación Instalada en una PC, flexible y de fácil uso.
	Otros	Modo Test para detección de fallas eléctricas en la intersección
Conectividad	Luces	16 Salidas Asignables por Software, Compatible con semáforos incandescentes, Semáforos led, contadores regresivos, Señales audibles para invidentes
	Olas verdes	- Sincronización Mediante Cableado - Sincronización Inalámbrica - Sincronización GPS - Sincronización GPRS
	Sensores	- Pulsador Peatonal - Control Manual - Para Sensores de trafico - Sensores de Lazo Virtuales
	PUERTOS	- Puerto TTL - Puerto RS232
Tecnología	Microprocesador	- Alto Rendimiento CPU RISC - Instrucciones de 16 bits - Operación de hasta 16 MIPS - Memoria ROM Y EEPROM no volátil
	Display	LCD permite programación en campo mediante teclado incorporado
	Control de Luces	- De Estado Solido con TRIACS - Acople óptico entre las etapas de control y potencia
Generales	Voltaje	220VAC +/- 25%, 60HZ y 50Hz
	Potencia	-10W sin lámparas - Instalada hasta 1kw por salida, hasta 8Kw en total
	Reloj	Reloj en tiempo real (RTC) Cuenta segundos, Minutos, horas, fecha del mes, mes, día de la semana, y año con año bisiesto Compensación Válido hasta 2100.
	Protección	- Fusibles Europeo Fácilmente Removible en cada Salida - Mediante Llave Termo magnética de 20A en la acometida y un Tomacorriente de Servicio
	Materiales	- Circuito Impreso de Fibra de Vidrio para uso industrial tropical izado -Conectores de Potencia de 10mm, portafusiles de acero inoxidable - Gabinete IP65 muy robusto con accesorios para adosar a poste.
	Tecnología de Software	Software Moderno Escalable y de Fácil Actualización

Figura 35: Controlador TRELEC XP 16L V 12-2019 – Parte II

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.

ANEXO 10

CONTROLADOR XP10L PULS



*Investigación, Ingeniería y desarrollo tecnológico.
.....los semáforos que sí funcionan!!!*

CONTROLADOR XP10L PULS

El Controlador **TRELEC XP10L PULS** es el mejor aliado para el control de Tráfico en intersecciones de Operación Clásica administrando Semáforos Vehiculares, de lámparas incandescentes o tipo LED con o sin contadores regresivos.

No es necesario ser un experto para programar sus funciones, su panel intuitivo permite un rápido aprendizaje para seleccionar formas de operación, horarios al día, tiempos de cada movimiento, programación nocturna, etc. de forma que el operario quede en completo control de la intersección en muy poco tiempo. Esto es muy importante respecto a otras marcas donde la programación del controlador es muy compleja y solo puede hacerla el vendedor, creando una costosa e inoportuna dependencia.

El Controlador XP10LPULS permite administrar intersecciones simples con programaciones a la medida que varían de un horario a otro para atender adecuadamente las horas punta y las horas valle con los tiempos apropiados para cada caso. Los tiempos y horarios se programan a través de su pantalla LCD autoiluminada.

Modos de Programación

El control TR10LPULS permite seleccionar dos modos de operación. Usando las salidas independientes.

- Dos fases Vehiculares con peatones.
- Actuado por Pulsador Peatonal o sensor

Control Peatonal y/o sensor

La entrada del Pulsador o Sensor se puede deshabilitar por un tiempo determinado al momento de programar es decir, que se desactiva el sensor y/o Pulsador, hasta que pase el tiempo programado de desactivación.

El modo **Peatonal** es ideal para puertas de ingreso a Hospitales, Colegios, y múltiples aplicaciones.

Este modo puede funcionar sólo en ciertos horarios y apagarse de noche, dependiendo de la programación que se le asigne.



Figura 36: Controlador XP10L PULS – Parte I

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.

*Investigación. Ingeniería y desarrollo tecnológico.
los semáforos que si funcionan!!!*

CONTROLADOR DE SEMÁFOROS TRELEC XP 10L PULS

ESPECIFICACIONES		
Programación	Modos de Operación	Automático: Basado en programaciones preestablecidas Manual: Controlado por Pulsador. Intermitente: Modos de flash, aislados o sincronizados Apagado: permite apagarse en horarios nocturnos o diurnos.
	Horarios diarios	7 turnos programables con la hora con resolución de 1 minuto
	Modos de Programación	- Progr. 2 Fases vehiculares y 2 fases peatonales. - Progr. C/ PUSH BOTÓN
	Accesibilidad	Los datos de la programación pueden ser modificados por el teclado Menús en castellano de fácil comprensión. Mínimo tiempo de aprendizaje
	Reporte	Reporta en pantalla estado actual de operación, mostrando el día programado, turno actual, programa, secuencia y segundos faltantes.
Conectividad	Luces	10 Salidas independientes. Compatible con semáforos incandescentes, LED, contadores regresivos digitales, señales audibles para invidentes, etc.
	Sensores	Para pulsador peatonal, control manual y/o sensor .
Tecnología	Microprocesador	RISC industrial de 14 bits, memoria no volátil. Supervisor watchdog autónomo Reloj de precisión basado en cristal de cuarzo, con batería de respaldo 3V.
	Display	LCD autoiluminado, permite programación en campo mediante teclado incorporado.
	Control de luces	Totalmente estado sólido con Triacs aislados Acople óptico entre las etapas de control y potencia. Panel mímico que permite ver que salidas están activadas
Generales	Voltaje	220 VAC +/- 25%, 60Hz o 50Hz (indiferente)
	Potencia	10Watts sin lamparas Instalada hasta 1Kw por salida, hasta 4Kw en total
	Protección	Fusibles fácilmente removibles en cada salida Llave termomagnética 20A en la acometida y un tomacorriente de servicio
	Materiales	Circuito Impreso de fibra de vidrio para uso industrial tropicalizado Conectores de potencia muy sólidos, porta fusibles de acero inoxidable Gabinete IP565 muy robusto con accesorios para adosar a poste

Figura 37: Controlador XP10L PULS – Parte II

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.

ANEXO 11

SEMAFOROS PEATONAL - 1C2L



.. Investigación, ingeniería y desarrollo tecnológico!!!

SEMÁFOROS TRELEC

Diseñados en policarbonato pre-coloreado con protección UV, con el cual se fabrican los semáforos, por su alta resistencia a cambios bruscos de temperatura, impactos, rayos solares y exposición al medio ambiente. lluvias, humedad.

Corriente de Inicio de encendido menor a 100mAmp.(no chispa como Motor eléctrico).

SEMÁFOROS VEHICULARES - 1C3L

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- OPTICAS :Modelo **NBJD300**
- COLOR: Rojo ,Ámbar ,Verde.
- CONSUMO DE ENERGÍA: Menor a 12 Watts.
- CANTIDAD DE LEDS: 168 leds
- ÁNGULO DE VISIÓN: **Media:** mayor a 60 Grados, **Abajo:** mayor a 60 Grados
- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO : 2M
- VOLTAJE DE OPERACIÓN: 80 a 277 VAC.
- TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -40 a 80 oC
- TAMAÑO. : 300mm O 12"
- DISTORSIÓN ARMÓNICA : menor a 20 Grados
- LUMINANCIA: Mayor a 800 cd.
- LONGITUD DE ONDA: entre 500 y 625 nm
- PESO KG: Menor a 11 Kilos.
- CARCASA: PC Policarbonato. Modelo: **NBJD 313**
- CIRCUITO IMPRESO: Fibra de vidrio.
- FUENTE DE PODER: Electrónica de estado solido.
- HERMETICO: **IP 65 / 66 IK 8**
- CORRIENTE DE ENCENDIDO ARRANQUE MENOR A 100mAmp.
- VIDA UTIL: **100,000 HORAS**



SEMÁFORO CONTADOR VEHICULAR - 1C1L

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- OPTICAS :Modelo **NBJD300**
- COLOR: Rojo ,Ámbar ,Verde.
- CONSUMO DE ENERGÍA: Menor a 8Watts.
- CANTIDAD DE LEDS: 84 leds ROJO,84leds Verde,42 Leds Ambar
- SISTEMA DE CONTEO: **ELECTRÓNICO DE DOS DÍGITOS TRES COLORES**
- ÁNGULO DE VISIÓN: **Media:** mayor a 60 Grados, **Abajo:** mayor a 60 Grados
- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO : 2M
- VOLTAJE DE OPERACIÓN: 80 a 277 VAC.
- TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -40 a 80 oC
- TAMAÑOS DE LA señal: 300mm o 12"
- DISTORSIÓN ARMÓNICA : menor a 20 Grados
- LUMINANCIA: mayor a 800 CD.
- LONGITUD DE ONDA: entre 505 y 625 nm
- PESO KG: Menor a 4.5 Kilos.
- CARCASA: PC Policarbonato. Modelo: **NBJD 313**
- CIRCUITO IMPRESO: Fibra de vidrio.
- FUENTE DE PODER: Electrónica de estado solido.
- CORRIENTE DE ENCENDIDO ARRANQUE MENOR A 100mAmp.
- HERMÉTICO: **IP 65 / 66 IK 8**
- VIDA ÚTIL: **100,000 HORAS**



Figura 38 Semáforos peatonales - 1C2L – Parte I

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.

.. Investigación, ingeniería y desarrollo tecnológico!!!

SEMAFOROS PEATONAL - 1C2L

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Modelo: **NBJD 300**
- COLOR: Rojo ,Verde.
- CONSUMO DE ENERGÍA: Menor a 8Watts.
- CANTIDAD DE LEDS: 80 Leds ROJO silueta rojo
314 Leds VERDE animado verde
84 Leds VERDE contador
84 Leds ROJO contador
- SISTEMA DE CONTEO: ELECTRÓNICO DE DOS DÍGITOS TRES COLORES
- ÁNGULO DE VISIÓN: **Media:** mayor a 60 Grados, **Abajo:** mayor a 60 Grados
- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO : 2M
- VOLTAJE DE OPERACIÓN: 80 a 277 VAC.
- TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -40 a 80 oC
- TAMAÑOS DE LA señal: 300mm O 12"
- DISTORSIÓN ARMÓNICA : menor a 20 Grados
- LUMINANCIA: MAYOR A 4000 cd.
- LONGITUD DE ONDA: entre 505 y 625 nm
- PESO KG: Menor a 8 Kilos.
- CARCASA: PC Policarbonato. Modelo: **NBJD 313**
- CIRCUITO IMPRESO: Fibra de vidrio.
- FUENTE DE PODER: Electrónica de estado solido.
- CORRIENTE DE ENCENDIDO ARRANQUE MENOR A **100mAmp.**
- HERMÉTICO: **IP 65 / 66 IK 8**
- VIDA ÚTIL: **100,000 HORAS**



SEMAFOROS FLECHA VERDE 1C1LF

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Modelo: **NBJD 300**
- COLOR: Verde.
- CONSUMO DE ENERGÍA: Menor a 7Watts.
- CANTIDAD DE LEDS: Entre 72 LEDS y 120 LEDS
- ÁNGULO DE VISIÓN: **Media:** mayor a 60 Grados, **Abajo:** mayor a 60 Grados
- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO : 2M
- VOLTAJE DE OPERACIÓN: 80 a 277 VAC.
- TEMPERATURA DE OPERACIÓN: -40 a 80 oC
- TAMAÑOS DE LA señal: 300mm O 12"
- DISTORSIÓN ARMÓNICA : menor a 20 Grados
- LUMINANCIA: MAYOR A 4000 cd.
- LONGITUD DE ONDA: entre 505 y 625 nm
- CARCASA: PC Policarbonato. Modelo: **NBJD 313**
- CIRCUITO IMPRESO: Fibra de vidrio.
- FUENTE DE PODER: Electrónica de estado solido.
- CORRIENTE DE ENCENDIDO ARRANQUE MENOR A **100mAmp.**
- HERMÉTICO: **IP 65 / 66 IK 8**
- VIDA ÚTIL: **100,000 HORAS**
- **NOTA: SEMAFORO 1C4L ,es la integración de 1C3L + 1C1LF**



Figura 39 Semáforos peatonales - 1C2L – Parte II

Fuente: LA CASA DEL SEMÁFORO S.A.C.