

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN ENTRE
LA AV. LA MARINA Y UNIVERSITARIA Y PROPUESTAS DE MEJORAS A
NIVEL**

**Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título de profesional de
Ingeniera Civil**

AUTORAS:

**Carol Vanessa Icaza De La Mata
Claudia Goretty Rosales Velasquez**

**Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título de profesional de
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Christofer Issac Alcántara Sandonás

ASESOR: Ing. Juan Carlos Dextre Quijandría

Lima, febrero, 2022

RESUMEN

En la ciudad de Lima, se puede notar a diario el aumento del tráfico y congestión vehicular debido al crecimiento urbano que carece de una planificación, sobrepoblación, la mala logística, diseño e infraestructura vial y al aumento del parque automotor. Las autoridades gubernamentales han alineado sus soluciones ante estas problemáticas entorno a brindar mayor infraestructura vial enfocada en el vehículo particular, lo cual supone una respuesta a corto plazo y genera otras problemáticas como la formación de barreras urbanas. Este es el caso del proyecto impulsado por el municipio metropolitano en la intersección de la Av. La Marina con la Av. Universitaria, donde se propone ejecutar un paso a desnivel. Ante esto, el presente proyecto busca plantear una solución a la problemática en la ubicación mencionada a nivel de intersección, que genere alto impacto y bajo costo, enfocada en la seguridad de los usuarios más vulnerables.

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó una inspección en campo para el registro de las problemáticas sobre seguridad vial, accesibilidad, estado de las vías, comportamiento peatonal y uso de suelos. Con el registro de estos datos y los proporcionados en cuanto a tráfico vehicular, como aforos y flujogramas, se procedió a determinar posibles soluciones a nivel intersección con un enfoque de movilidad urbana sostenible que comprenden propuestas en cuanto a giros protegidos, carriles segregados, recuperación de espacios públicos, extensión de la ciclovía y medidas de seguridad vial.

Adicionalmente, para poder obtener una vista más dinámica del comportamiento actual de la intersección y a su vez, obtener parámetros que nos permitan verificar la factibilidad/funcionalidad de las soluciones propuestas, se procedió a la utilización del programa VISSIM, el cual permite replicar la conducta de una amplia variedad de usuarios y zonas, mediante una microsimulación. Este es un proceso de modelación a pequeña escala, que plasma el comportamiento real de la intersección y permite adecuar el modelo con las propuestas planteadas, a fin de corroborar su buen funcionamiento mediante parámetros de comparación de tiempo, velocidad, colas.

Por último, con los resultados obtenidos mediante el proceso de microsimulación se procedió a comparar al escenario actual con el escenario propuesto, usando los parámetros de tiempo y colas, mediante el cual se pudo verificar el impacto positivo en la circulación de la intersección y la mejora de condiciones de movilidad respetando la pirámide invertida. Luego del proceso de verificación de la propuesta del presente trabajo, se pudo concluir que las soluciones presentadas a nivel de intersección generan impactos positivos y no suponen una gran intervención e inversión económica, tal como lo sería la implementación de un viaducto.

Dedico este proyecto a mis padres Ninfa y Francisco, quienes me han apoyado y motivado en todo el proceso de mi formación, sin ellos esto no sería posible.

A mi familia, por permitirme ser parte de su orgullo.

A mi casa de estudios por todas las enseñanzas y permitirme conocer personas valiosas que llevo siempre presentes.

Claudia Rosales

Dedico este trabajo a toda mi familia, en especial a mis padres Marcelo y Rosmery que siempre me apoyaron incondicionalmente, para cumplir con mis metas y ser una profesional.

A mis amigos, por las anécdotas, los recuerdos y el apoyo brindado durante toda la etapa universitaria.

Finalmente, una dedicatoria especial en memoria de mi abuela Nicolasa, a quién siempre tengo presente.

Carol Icaza

A Yeni Sandonaz y Fernando Alcántara, por sus inagotables esfuerzos y la oportunidad de estudio. Eternamente orgulloso de ser su hijo

Christofer Alcántara

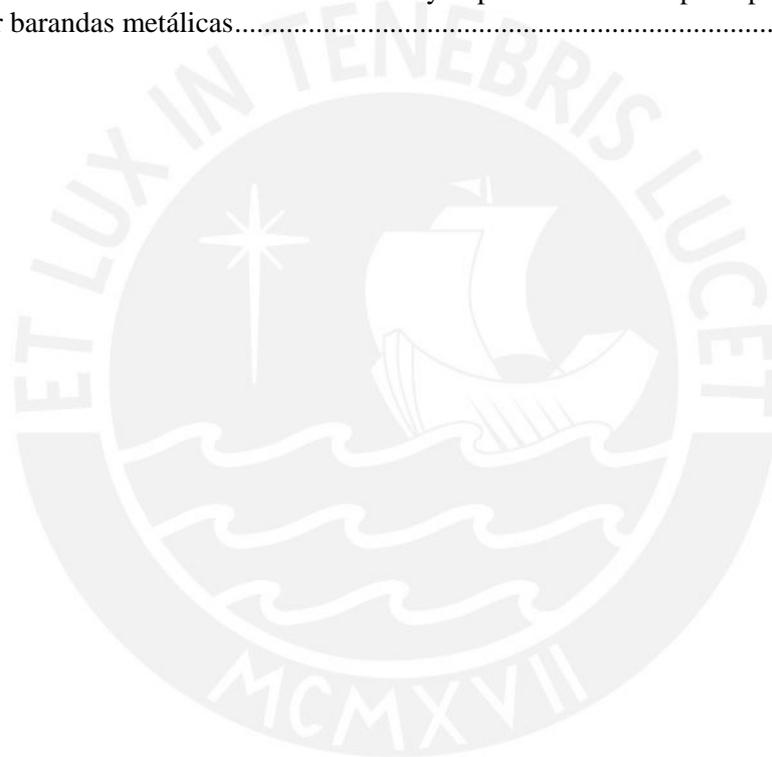
TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVO PRINCIPAL	2
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	2
3. MARCO TEÓRICO	2
3.1. POLÍTICAS DE TRANSPORTE	2
3.2. MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE	5
3.3. EVOLUCIÓN DEL PARADIGMA	6
3.4. SEGURIDAD VIAL	6
3.5. CONCEPTOS GENERALES	9
4. ANTEDECENTES	14
4.1. CONTEXTO DEL TRANSPORTE EN EL TIEMPO EN LA CIUDAD DE LIMA	14
4.2. INTERVENCIONES EN INTERSECCIONES EN LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS EN LIMA	16
4.3. CASOS DE INTERVENCIONES NO EXITOSAS	17
4.4. ACCIDENTALIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA	19
5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	21
5.1. DENSIDAD DEL SECTOR	21
5.2. VIALIDAD Y MOVILIDAD	21
6. INFRAESTRUCTURA VIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	22
6.1. CLASIFICACIÓN VIAL	22
6.2. AVENIDA UNIVERSITARIA	23
6.3. AVENIDA LA MARINA	23
7. AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL	23
8. PROPUESTAS DE DISEÑO VIAL URBANO	31
8.1. GIROS PROTEGIDOS EN LA INTERSECCIÓN	31
8.2. SEGREGACIÓN DE CARRIL PARA TRANSPORTE PÚBLICO	34
8.3. RECUPERACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO	35
8.4. EXTENSIÓN DE LA CICLOVÍA	36
9. MICROSIMULACIÓN VEHICULAR Y PEATONAL	41
10.1. CREACIÓN DE LA RED	42
10.2. ESCENARIO PROPUESTO	51
10. PROPUESTA MUNICIPAL DE VIADUCTO EN AV. LA MARINA CON LA AV. UNIVERSITARIA	54
11.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	54
11.2. INICIATIVAS SIMILARES	55
11.3. CRÍTICA AL PROYECTO	56
11. CONCLUSIONES	59
12. REFERENCIAS	62
13. ANEXOS	66
ANEXO A: LISTA DE CHEQUEO DE SEGURIDAD VIAL	66
ANEXO B: REGISTRO FOTOGRÁFICO EN LA ZONA DE ESTUDIO	72
ANEXO C: PLANO DE SITUACIÓN ACTUAL	77
ANEXO D: PLANO DE DISEÑO PROPUESTO	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Los tres factores que contribuyen a los siniestros viales.	7
Figura 3.2 Proporción de muertes estimadas causadas por el tránsito, por tipo de usuario de las vías de tránsito, Región de las Américas, 2016.....	8
Figura 3.3. Ciclovía exclusiva en Buenos Aires	10
Figura 3.4. Infraestructura segregada en Santiago de Chile.....	10
Figura 3.5. Ciclobanda en la Av. Mariátegui en Jesús María	11
Figura 4.1. Reducción de carriles en by-pass Av. Habich	18
Figura 4.2. Congestión en el paso a desnivel en la Av. 28 de julio	18
Figura 4.3. Ficha Técnica de la Caracterización de los Puntos negros en el cruce de la Av. La Marina con la Av. Universitaria	20
Figura 5.1. Puerta principal de la PUCP.	21
Figura 5.2. Cruce informal de peatones paradero Av. Universitaria NS.	22
Figura 6.1. Vías en zona de estudio.	22
Figura 7.1. Cruce de Av. La Marina y Av. Universitaria.....	23
Figura 7.2. Interferencias en las vías por trabajos de edificaciones.....	24
Figura 7.3. Estudio del cruce: Se verifica lo existente en la zona, ciclovías, señalética, cantidad de carriles, tipos de vehículos, rutas peatonales.	24
Figura 7.4. Falta de señalización horizontal y vertical.....	25
Figura 7.5. Falencias detectadas en el diseño urbano	26
Figura 7.6. Falencias que afectan la circulación vehicular y peatonal	27
Figura 7.7. Zona peatonal con obstáculos que afectan la circulación.	28
Figura 7.8. Radios de giro peligrosos en el giro protegido de la	28
Figura 7.9. Cruceros largos y con resguardo central angosto.	29
Figura 7.10. Asimismo, se considera como ruta a mejorar la ciclovía de La Marina	29
Figura 7.11. Paraderos en malas condiciones y veredas angostas	30
Figura 7.12. Flujo de transporte público no está segregado y paraderos con espacio reducido.....	30
Figura 8.1. Nuevo diseño de la intersección Av. Universitaria / Av. La Marina.	32
Figura 8.2. Resalto trapezoidal o camellón desde frontis de C.C. Plaza San Miguel hacia paradero de Av. Universitaria NS.....	33
Figura 8.3. Giro protegido en sentido Este-Norte (frente a McDonalds) en una sola plataforma canalizado con bolardos para otorgar facilidad a los peatones. Los bolardos están espaciados a 1.5 m c/u para evitar el paso de vehículos de mayor tamaño.	34
Figura 8.4 Muestra gráfica sobre el uso de la bicicleta.....	36
Figura 8.5. Ciclovías existentes aledañas a la intersección de estudio	37
Figura 8.6. Ciclista transitando al lado de los estacionamientos diagonales.....	38
Figura 8.7. Ciclista realizando maniobra peligrosa al tener que adelantar	38
Figura 8.8 y Figura 8.9 .Ciclistas cruzando en contra del sentido del tráfico	39
Figura 8.10. En rojo: propuesta de diseño de la ciclovía en el cruce de	40
Figura 9.1. Vista de grabación con dron	41
Figura 9.2. Vehicle Inputs del modelo	42
Figura 9.3. Modelos V3D creados, mototaxi y moto lineal	43
Figura 9.4. Curva de velocidad para el mototaxi	43
Figura 9.5. Composición vehicular de cada acceso	44
Figura 9.6. Ciclo semafórico y signal groups de la Av. Universitaria con la Av. La Marina	45
Figura 9.7. Rutas vehiculares Av. La Marina EO	46
Figura 9.8. Rutas vehiculares Av. La Marina EO vía auxiliar	46
Figura 9.9. Rutas vehiculares Av. La Marina OE.....	47
Figura 9.10. Rutas vehiculares Av. Universitaria NS	47
Figura 9.11. Rutas vehiculares Av. Universitaria SN	48
Figura 9.12. Rutas vehiculares Av. Universitaria SN	49
Figura 9.13. Áreas de conflicto.....	50

Figura 9.14. Reglas de prioridad.....	50
Figura 9.15. Parámetros de Wiedemann	51
Figura 9.16. Modelo propuesto	52
Figura 9.1. Propuesta en Av. La Marina con Av. Universitaria por la MML.	55
Figura 10.2.Paso a desnivel Óvalo Monitor Huáscar.....	56
Figura 10.3. Modelo Territorial que produce dispersión (no sostenible).....	57
Figura B.1. Tapas de buzones a desnivel con la calzada	72
Figura B.2. Falta mantenimiento de veredas.....	72
Figura B.3. Cruceros sin rampas en sus extremos en Av. La Marina	73
Figura B.4. Tapas de buzones expuestos y a desnivel de la mediana	73
Figura B.5. El proyecto considera el mejoramiento del espacio público como el ensanchamiento de veredas	74
Figura B.6. Uno de los movimientos a estudiar son los giros a la izquierda de vehículos	74
Figura B.7. Zona comercial, vías anchas	75
Figura B.8. Veredas angostas.....	75
Figura B.9. Líneas de deseo entre el centro comercial y el paradero de transporte público interrumpidos por barandas metálicas.....	76



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Cifras de Accidente de tránsito en el Perú	19
Tabla 8.1 Capacidad de pasajeros de cada tipo de vehículo	35
Tabla 8.2 Conversión de números de BRT para el total de pasajeros actuales.....	35
Tabla 9.1. Resultados de longitudes de colas de escenario.....	53
Tabla 9.2. Resultados de longitudes de colas de escenario propuesto	53
Tabla 9.3. Resultados de tiempos de viaje de escenario actual.....	54
Tabla 9.4. Resultados de tiempos de viaje de escenario propuesto	54



1. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Lima, se puede notar a diario el aumento del tráfico y congestión vehicular. La compañía TomTom publicó el ranking de las ciudades con más tráfico en 2020 donde se constató que Lima ocupa el puesto quince de 416 ciudades del mundo, esto debido al crecimiento urbano que carece de una planificación, la sobrepoblación, la mala logística, diseño e infraestructura vial y al aumento del parque automotor.

Según el INEI, en el año 2019, se identificó que en el departamento de Lima es la región que tiene más vehículos circulando por sus vías (1'982 650 vehículos), lo cual representa el 66% de vehículos que existen en el parque automotor en todo el Perú, en otras palabras, más de la mitad de los vehículos que hay en el país circulan por las vías y carreteras de la capital.

Aunado a lo ya expuesto, otro de los motivos que causan el caos vehicular en la ciudad es la falta de regulación y orden del sistema de semaforización en las intersecciones. Según Miguel Sidia, el gerente de Transporte Urbano de Lima en el 2019, actualmente existen en Lima 1550 intersecciones semaforizadas, cuando se requiere el doble. Además, solo 500 de estos semáforos están instalados con fibra óptica y son controlados desde una central de monitoreo de la Municipalidad de Lima, el resto funciona a su libre albedrío o a cargo de las comunas distritales sin ningún nivel de coordinación entre ellas.

Aun teniendo conocimiento de las problemáticas mencionadas anteriormente, las autoridades municipales, por lo general, han decidido enfocarse en la construcción de infraestructura vial y brindar importancia solo a los vehículos particulares generando soluciones solo para una minoría y por un corto tiempo. El especialista en planificación urbana, Lewis Munford, en su sección titulada "The roaring Traffic's boom" menciona una frase que hace referencia a la problemática que se vive hoy en día: "Nuestro especialista tuerto continúa generando planes grandiosos para el desarrollo de carreteras, como si el motor de transporte existiese en un vacío social... En vez de curar la congestión, amplían el caos..."

La mayoría de los proyectos actuales han girado en torno a la construcción desproporcionada de infraestructura vial, donde el automóvil tiene la prioridad sobre cualquier otro medio de transporte incluso sin importar que dichos cambios requieren de una mayor inversión monetaria. Por ello, el presente trabajo busca rediseñar, respetando la pirámide de movilidad, una intersección urbana de gran afluencia, con la finalidad de reducir el caos vehicular en la zona sin necesidad de invertir en una gran infraestructura, sino mejorando el diseño urbano y

el sistema de semaforización. Teniendo en consideración, que según estudios realizados por la ONG Luz Ámbar, si se perfeccionará el ciclo semafórico en Lima de acuerdo con la densidad vehicular de cada zona, la fluidez del parque automotor mejoraría hasta en un 80% en los cruces con semaforización.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Principal

El objetivo general del trabajo final es integrar las herramientas de estudio de movilidad urbana aprendidas en la diplomatura. Estas aplicaciones involucran el procesamiento y recolección de datos, el análisis estadístico, la microsimulación, el diseño urbano y la seguridad vial, a partir de la observación en campo, las grabaciones de dron, y el software PTV VISSIM y VISSWALK.

2.2. Objetivo Específico

Mejorar las condiciones de movilidad urbana en la intersección de la Av. Universitaria con la Av. La Marina, considerando los nuevos paradigmas de movilidad y garantizando la seguridad vial de los actores involucrados.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Políticas de Transporte

La falta de planificación urbana ha hecho que, en algunos países como Perú, se haya concentrado la pobreza, hacinamiento e inseguridad; así como la falta de coordinación y la improvisación en la estructuración de sistemas de transporte ha llevado a que éste sea totalmente deficiente, de poco acceso y discontinuo. También, debido a la inequidad social, la minoría que cuenta con recursos económicos ha solucionado sus problemas de movilidad mediante el uso de transporte privado lo que desfavorece a la movilidad de los habitantes que no tienen este beneficio (MUVC, 2015). Las consecuencias de esto han sido buscar soluciones para el parque automotor y no para las personas en general, lo que causa un incremento de vías y estacionamientos, que solo favorecen a los vehículos motorizados.

El hecho de que las ciudades hayan centrado sus sistemas de transporte en el auto privado es un problema global, en mayor o menor medida. Esto se identifica por la dispersión urbana, sistema de transporte público deficientes, fuerte concentración de centros de trabajo y servicios, etc. (MVUC, 2015). En este contexto, las familias con menores ingresos se ven desplazadas

hacia suelo más barato con poco acceso a servicios y deficiente acceso a una red de transporte público. Por otro lado, las personas que tienen acceso a una economía que les permite adquirir y mantener un automóvil, y que son la minoría, hace pagar a la mayoría de la población con pocos ingresos debido a los costos generados por congestión, pérdida de tiempo, ruido, gases, uso de espacio urbano, lesiones y muerte por lesiones de tránsito.

3.1.1. Marco Normativo

El marco normativo y legal que se fue produciendo desde los años noventa, y que influye y da forma al sistema de transporte que hoy tiene la ciudad de Lima, se señala temporalmente de la siguiente manera:

- Mediante Decreto Legislativo N.º 651, en el mes de julio del año **1991**, se estableció **la libre competencia en las tarifas y el libre acceso a las rutas** del servicio público de transporte urbano e interurbano de pasajeros en todo el país, eliminando toda restricción administrativa o legal que se le contraponga.
- En el inciso 4 del artículo 192 de la Constitución Política del Perú del año **1993**, se señala que una de las competencias de los gobiernos regionales es la de *“regular y otorgar las autorizaciones, licencias y derechos sobre los servicios de su responsabilidad”*.
- La Ley del Procedimiento Administrativo General, Ley N.º 27444 promulgada el año **2001**, modificó al Decreto Legislativo N.º 651 señalando que debe existir previa autorización por parte de las municipalidades provinciales para el acceso a las rutas de transporte público.
- La Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N.º 27972 promulgada el año **2003**, establece que las municipalidades provinciales tienen competencia para normar y regular el servicio de transporte público, así como otorgar licencias o concesiones de rutas.
- Con Ordenanza N.º 732-MML, promulgado el año **2004**, se crea el **Instituto Metropolitano Protransporte de Lima**, asimismo, señala que será la entidad encargada de los Corredores Segregados de Alta Capacidad – COSAC.
- Con Decreto Supremo N.º 013-**2007**-MTC se aprueba el **Plan Nacional de Seguridad Vial 2007-2011** con el objetivo de generar una cultura de respeto por las normas de tránsito y reducir los siniestros viales.
- El Reglamento Nacional de Transporte, Decreto Supremo N.º 017-**2009**-MTC, define y

establece, en sus artículos 13 y 14 respectivamente, la “continuidad urbana” y los alcances del régimen de gestión común del transporte, esto último referido a rutas que recorran más de una provincia.

- Con Decreto Supremo N° 059-2010-MTC se aprueba la **Red Básica del Metro de Lima – Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao**.
- La Ordenanza N° 1613-MML, promulgada en el mes de junio del **2012**, entre sus puntos más resaltantes, crea el **Sistema Integrado de Transporte Público de Lima Metropolitana (SIT)** y aprueba el **Plan Regulador de Rutas**, en el cual se establece “[...]implementar servicios de transporte público accesibles, seguros, eficaces, eficientes y respetuosos con el ambiente”.
- La Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, Ley N° 27181 del año **2012**, establece lineamientos generales que otorgan potestad a las municipalidades para regular el transporte público dentro de su jurisdicción.
- Con Ordenanza N° 1769-MML, promulgada en enero del **2014**, se aprueba la norma que regula el **Sistema de Corredores Complementarios del SIT**.
- La Ordenanza N° 1876-MML, promulgada en el año **2015**, aprueba el **Sistema de Rutas del Servicio de Transporte Regular de Personas en Lima Metropolitana** indicando la cantidad de rutas urbanas, rutas periféricas y rutas en zonas no atendidas; señalando además el periodo de autorización para estas. Cuatro meses después se promulga la Ordenanza N° 1893-MML que modifica artículos y añade una Disposición Final más a la Ordenanza N° 1876-MML que exige el “retiro definitivo de servicios de transporte que actualmente se superponen a los Corredores Complementarios”.
- Mediante, Decreto Supremo N.º 022-2016-VIVIENDA, se aprobó el **Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible**, que en el artículo 63, **define a la movilidad urbana sostenible**, como el conjunto de estrategias y medidas planificadas destinadas a recuperar la calidad del espacio urbano y mejorar el desplazamiento de personas y mercancías (logística urbana), favoreciendo los modelos de transporte que menos recursos naturales consumen y menos costos ambientales provocan; ello se realiza mediante intervenciones urbanas eficaces que están destinadas a reorganizar los accesos a los centros poblados urbanos, favoreciendo la circulación vehicular y peatonal, mejorando las señalizaciones e incrementando los niveles de seguridad vial,

minimizando los efectos negativos sobre el entorno y la calidad de vida de los ciudadanos.

- Con el Decreto Supremo N° 019-2017-MTC se aprueba el **Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial 2017-2021** con el que se busca generar un sistema de recolección y procesamiento de información, monitoreo y reporte a nivel nacional.
- La Ley que crea la **Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao (ATU)**, Ley N° 30900 promulgada en diciembre del año **2018**, señala que el objetivo de la ATU es el de organizar, implementar y gestionar el Sistema Integrado de Transporte de Lima y Callao, siendo este un organismo adscrito al Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC.
- La **Ley que promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible**, Ley N.º 30936 promulgada en abril del **2019**, se establece la implementación de políticas públicas para el uso de la bicicleta, la promoción de la educación vial y del uso de la bicicleta en instituciones educativas y centros laborales, adecuación de la infraestructura vial pública, sistema de bicicleta pública, entre otros.

3.2. Movilidad Urbana Sostenible

Según Lizárraga (2006) la movilidad urbana sostenible debe de definirse en función a la existencia de un sistema de transporte que proporcione los medios y las oportunidades para cubrir las necesidades económicas, ambientales y sociales, eficiente y equitativamente, evitando los innecesarios impactos negativos y sus costes asociados.

Existen diferentes consideraciones en cuanto a que debería de considerar la movilidad urbana sostenible. Por ejemplo, la UITP considera que la movilidad urbana sostenible se basa en un uso de suelos que se adecue a la movilidad, la restricción del vehículo privado y la promoción de un sistema de transporte público eficiente. En cambio, la AIE sugiere mejorar la eficiencia del transporte, hacer un mayor uso de los biocombustibles y adoptar vehículos eléctricos. (Lizárraga, 2006)

En general, la movilidad sostenible no solo considera a la movilidad y el transporte, sino también los usos de suelo. (Dextre & Avellaneda, 2014) Esto quiere decir que la planificación de la movilidad está relacionada con la planificación urbanística y son dependientes entre sí, y contempla la necesidad del desplazamiento de las personas y las mercancías prescindiendo del vehículo motorizado. Entonces, la movilidad urbana sostenible busca facilitar el acceso a los bienes y servicios, al trabajo, la educación, etc., de forma segura y cómoda.

3.3. Evolución del paradigma

Las políticas para combatir la congestión y contaminación en las zonas urbanas están principalmente orientadas a aumentar la infraestructura vial, lo que prioriza la circulación del auto particular. Sin embargo, ha quedado demostrado que esto soluciona el problema en un corto plazo, de hecho, genera que la demanda de autos aumente. Luego de esta etapa, algunas ciudades se han dado cuenta que lo más importante de la circulación no es cuantos autos se movilicen por la vía, sino cuantas personas se pueden trasladar (Dextre & Avellaneda, 2014). Por lo que, se empieza a promocionar el transporte masivo, es decir, el uso de trenes, metros, tranvías o buses.

Luego de la etapa de priorizar el transporte masivo, aparece el concepto de movilidad, que busca dar mayor importancia al desplazamiento de las personas, especialmente al de las más vulnerables de acuerdo con las necesidades individuales. A la par con este concepto, se suma el de sostenibilidad, aquí se busca relacionar el desplazamiento de las personas con sus consecuencias ambientales. Lo que da lugar a la llamada “accesibilidad sostenible” que busca que las personas puedan acceder a los bienes y servicios que ofrece la ciudad sin tener que viajar grandes distancias y sin tener que utilizar vehículos motorizados (Dextre & Avellaneda, 2014).

Cada ciudad se enfoca en una cierta etapa como solución a sus problemas de transporte. Sin embargo, las ideas de la primera son completamente obsoletas y genera que los peatones se vean completamente apartados del diseño, lo cual se ve reflejado en la inaccesibilidad de una persona para pasar de un lado a otro. Lo que se debe de buscar es un diseño inclusivo, para las personas y para facilitar su movilidad, ya sea mediante la implementación de transporte público eficiente para largas distancias o, con la promoción de la movilidad y accesibilidad sostenibles para desplazamientos cortos.

3.4. Seguridad Vial

El Manual de Seguridad Vial (2017), presenta dos tipos de seguridad vial: aquella que se basa en evidencia real e histórica, que se le denomina seguridad objetiva, y aquella que se asume como segura debido a que el diseño cumple un determinado estándar, que se le denomina seguridad subjetiva. Se hace esta división para poder discernir en ciertos casos en los que no se pueda cumplir los estándares, si la situación comprende un problema objetivo de seguridad vial (MTC, 2017). Sin embargo, se puede lograr una reducción significativa y sostenible en la reducción de los siniestros viales mediante una mejora en la infraestructura (OPS, 2019).

Según datos de la OPS, en el 2016 los traumatismos por el tránsito provocaron 154,997, esto representa un 11% de las muertes totales en el mundo por esta causa (OPS, 2019), siendo la tasa de mortalidad de 15,6 por 100.000 habitantes, dicha tasa se incrementa en países con ingresos medianos o bajos como Perú. En el 2016, la OPS presentó que las muertes causadas por el tránsito fueron la décima causa de mortalidad, tomando en cuenta a todos los grupos etarios. Sin embargo, se ha observado que los adultos jóvenes entre 15 a 29 años, sufren más de este tipo de accidente, lo que representó en ese entonces la segunda causa de mortalidad de ese grupo etario a nivel mundial.

Por otro lado, estos siniestros también causan costos sociales que los asume el gobierno, ya que conllevan una carga para los servicios de salud (OPS, 2019). Además, puede contribuir con el incremento de afecciones como la obesidad, cardiopatía y la diabetes, ya que la ausencia de vías de tránsito seguras es un limitante para que las personas caminen, vayan en bicicleta o incluso el uso del transporte público. (OPS, 2019)

Se consideran tres principales factores que generan los accidentes: infraestructura y/o vía, vehículo y usuario (MTC, 2016), estos pueden presentarse de manera conjunta por lo que en un determinado accidente es difícil asignar responsabilidad solo a uno de ellos. Estos accidentes de tránsito no solo pueden causar la muerte, sino también en muchos casos generan traumatismos irreparables, que comprenden un cambio en las condiciones de vida de estas personas (OPS, 2019). Sin embargo, mucho de estos, pueden evitarse aplicando un enfoque integral de seguridad vial que comprende promulgar y hacer cumplir la legislación relacionada con los factores de riesgo, es decir, aplicar normas de seguridad para las vías de tránsito y los vehículos, y mejorar el acceso a la atención pre hospitalaria (OPS, 2019).

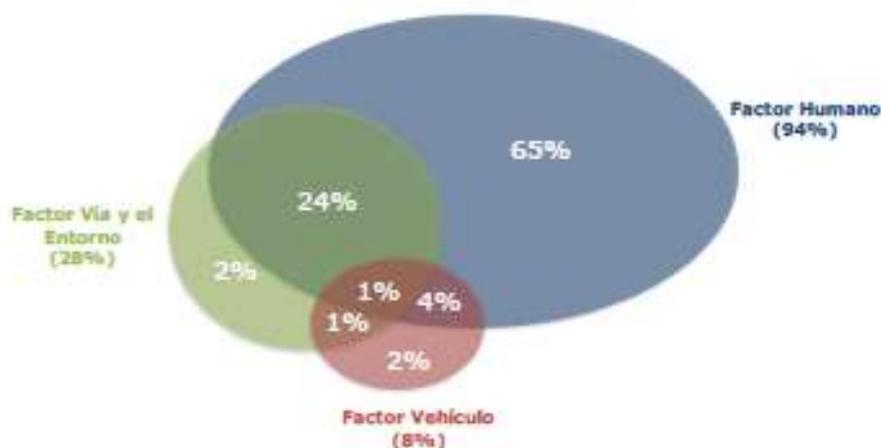


Figura 3.1. Los tres factores que contribuyen a los siniestros viales.

Fuente: New South Roads and Traffic Authority (RTNSW), 1996.

Se ha observado que muchos países no presentan una normativa adecuada para asegurar que los vehículos tengan los estándares mínimos de seguridad, como por ejemplo la disponibilidad de cinturones de seguridad y anclajes para todos los pasajeros (OPS, 2019). Por este motivo y por los principales factores involucrados en los accidentes de tránsito, la OPS (2019) menciona que la seguridad vial consiste en adoptar y hacer cumplir una legislación por medio de cinco medidas de control: conducción bajo los efectos del alcohol, uso del cinturón de seguridad, uso del casco, límites de velocidad, uso del casco de motociclista y dispositivos de retención para niños, mejorar las normas de seguridad de los vehículos y de las infraestructuras viales y aumentar el acceso a la atención de urgencia de calidad.

Sobre lo mencionado en el párrafo anterior, una de medidas más importantes es el control de velocidad, y se disponen tres mejores prácticas que el estado puede implementar como políticas públicas sobre este punto: una ley nacional sobre límites de velocidad, un límite máximo de velocidad de 50 km/h en vías urbanas y la capacidad de las autoridades de modificar los límites nacionales de velocidad. Estas políticas inciden directamente en los usuarios más vulnerables, ya que se ha comprobado que el riesgo para los peatones aumenta 4,5 veces cuando el automóvil circula a velocidades entre 50-65 km/h (OPS, 2019).

Además de los peatones, los ciclistas y motociclistas también califican como usuarios vulnerables, todos estos usuarios son afectados en mayor medida por la inseguridad vial, ya que usualmente los diseños tanto de los vehículos como de las vías priorizan el desplazamiento vehicular por encima de la seguridad de los usuarios más vulnerables, obligando a estos últimos a utilizar infraestructura vial insegura (OPS, 2019).

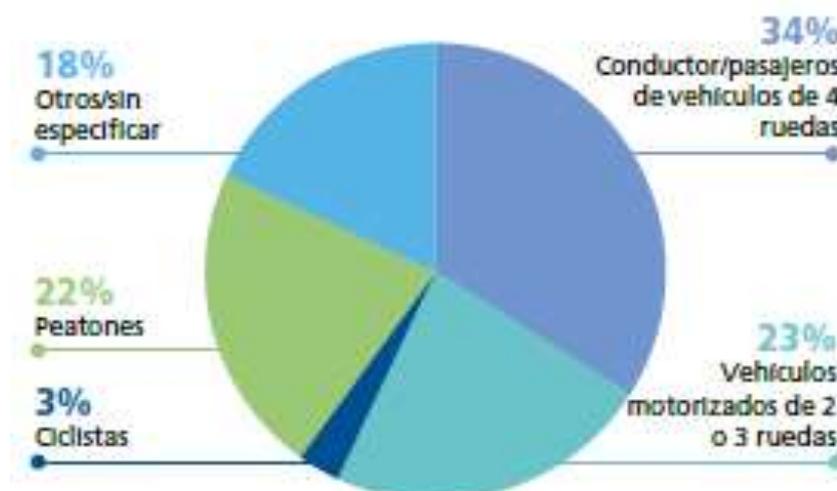


Figura 3.2 Proporción de muertes estimadas causadas por el tránsito, por tipo de usuario de las vías de tránsito, Región de las Américas, 2016.

Fuente: Tomado de "Estado de la seguridad vial en la Región de las Américas" (OPS), 2019

Por lo dicho anteriormente, la infraestructura vial se debe de diseñar entorno a los usuarios más vulnerables mediante la gestión de velocidad, la separación de usuarios vulnerables del tránsito vehicular, diseño de cruces seguros para peatones y ciclistas (OPS, 2019). Si existiesen deficiencias en la infraestructura, estas se pueden detectar mediante las auditorías e inspecciones de seguridad vial, que son métodos sistemáticos con fines preventivos que permiten verificar que la infraestructura vial sea segura, así como su entorno y comportamiento. (MSV, 2017). En el caso de Perú, el Manual de Seguridad Vial (2017), brinda una lista de chequeo como una herramienta que permite guiar la auditoría e inspección de seguridad vial con diversas preguntas sobre la vía y su entorno, para poder diagnosticar posibles riesgos para la seguridad vial de manera anticipada (MTC, 2019), esto no solo permite brindar un mantenimiento adecuado a la infraestructura sino también, tomar decisiones sobre nuevos diseños enfocados en los usuarios más vulnerables.

3.5. Conceptos Generales

3.1.2. Infraestructura Ciclovial

La infraestructura ciclo-incluyente debe cumplir ciertos requisitos, según el manual de ciclociudades de México (2011) son cinco: coherente, directa, segura, cómoda y atractiva. Entonces, para poder diseñar una ciclovía que sea útil, el diseñador deberá tomar en cuenta que el ciclista necesita un camino amigable, donde no pierda energía y tiempo de manera innecesaria. Además, el recorrido de un ciclista no es siempre recto por lo que deberá de tener el espacio suficiente para mantener el equilibrio y evitar caídas. Por otro lado, deberá de ser completamente segregada, con un espacio adecuado de separación de los objetos fijos o en movimiento que proporcionen seguridad al ciclista. Debido a que las bicicletas tienen muy poca amortiguación, la ruta ciclista deberá de tener una superficie de rodadura suave, sin obstáculos y sin rampas.

- **Ciclovía**

Vía o sección de una vía, exclusiva para la circulación ciclista, físicamente confinada del tránsito automotor. Debe ser unidireccional cuando se ubique en vías primarias y avenidas secundarias, siempre en el extremo derecho del arroyo vehicular, en el mismo sentido de circulación. En el caso de que sea bidireccional, únicamente puede ubicarse en camellones con escasas intersecciones, áreas verdes, derechos de vía, cauces o zonas federales y áreas naturales protegidas y en las laterales de grandes avenidas, que por el ancho de la sección

sea más factible.



Figura 3.3. Ciclovía exclusiva en Buenos Aires

Fuente: MVUC, 2015



Figura 3.4. Infraestructura segregada en Santiago de Chile

Fuente: MVUC, 2015

- **Ciclobanda**

Carril en la vía destinado exclusivamente para la circulación ciclista, delimitado por marcas en el pavimento y ubicado en el extremo derecho del área de circulación vehicular y en casos excepcionales en el costado izquierdo dependiendo de las características y función de la vialidad en que se ubique; este puede ubicarse a un costado del carril de transporte público, o en vialidades con o sin estacionamiento en vía pública.



Figura 3.5. Ciclobanda en la Av. Mariátegui en Jesús María

Foto propia

- **Carril compartido ciclista**

Carril preferente para la circulación ciclista compartido con el tránsito automotor, ubicado en el extremo derecho de la calzada, compartido generalmente con vehículos de transporte público. Debe ponerse este tipo de infraestructura como última opción para el ciclista.

3.1.3. Accesibilidad Universal

La accesibilidad como tal tiene diferentes definiciones, descritas por diferentes autores, sin embargo, todas engloban un mismo concepto. El Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad de la Ciudad de México (2016), toma como definición a la accesibilidad como aquellas medidas que aseguren el acceso de las personas con discapacidad a cualquier espacio, ya sea espacio público, transporte, medios de información y comunicación, y servicios (Gobierno de la Ciudad de México, 2016)

Por otro lado, para en el Manual de Accesibilidad Universal (2010), se define a la accesibilidad como el conjunto de características que debe de tener cualquier bien utilizado por las personas para que pueda ser usado con comodidad, seguridad, igualdad y autonomía por cualquier persona (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer & Squella, 2010).

Entonces, la accesibilidad universal podría a ser el derecho de todas las personas, principalmente las personas con discapacidad, a gozar de condiciones adecuadas de seguridad y autonomía como elemento primordial para el desarrollo sus actividades diarias en todos los ámbitos para su integración social en igualdad de oportunidades (DS N° 003-2000-PROMUDEH, 2000, Artículo 4°)

También se manifiesta que una buena accesibilidad será aquella que pase desapercibida, denominada en el dicho texto como “accesibilidad desapercibida” (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer & Squella, 2010), que es aquella que funciona para todo tipo de personas indiferentemente de su grupo etario o capacidades físicas.

Sobre lo anterior se puede desprender el concepto de “Accesibilidad Universal”, la cual otorga un valor agregado al diseño. En términos de Ron Mace, creador del término “Diseño Universal”, es aquel diseño de productos y entornos aptos para el uso del mayor número de personas sin necesidad de adaptaciones ni de un diseño especializado (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer & Squella, 2010).

Huerta, en su libro “Discapacidad y Diseño Accesible” (2007) presenta algunos principios que debe de seguir el diseño universal, y son los siguientes:

- Uso equiparable
- Uso flexible
- Uso simple e intuitivo
- Información perceptible
- Tolerancia al error
- Que exija poco esfuerzo físico
- Tamaño y espacio para el acceso y uso

También existe una clasificación de personas con discapacidad, quienes deben de tenerse en cuenta para realizar un adecuado diseño universal, se clasifican en: discapacidad, ambulatoria, usuarias de silla de ruedas, sensorial, visual y auditiva. (Huerta, 2007)

Por último, entre la normativa al respecto del diseño accesible, el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma G.010, en su artículo 5°, indica que:

«Para garantizar la seguridad de las personas, la calidad de vida y la protección del medio ambiente, las habilitaciones urbanas y edificaciones deberán proyectarse y construirse, satisfaciendo, entre otras, las condiciones del Diseño Universal, por lo que promueve que las habilitaciones y edificaciones sean aptas para el mayor número posible de personas, sin necesidad de adaptaciones ni de un diseño especializado, generando así ambientes utilizables equitativamente, en forma segura y autónoma».

3.1.4. Intermodalidad en el transporte

La experiencia demuestra que las medidas aisladas sólo pueden tener un impacto limitado, por lo que las soluciones se deben enfocar en la integración de los modos de transporte (Intermodalidad) juntamente con la planificación sectorial y el uso del suelo. (Co-founded by the intelligent energy europe, 2014)

La intermodalidad implica el uso de diferentes medios de transportes motorizados y no motorizados en un solo viaje y la capacidad de los diferentes sistemas de transporte de funcionar de manera integral, complementaria y sincronizada; que permitan satisfacer las necesidades de los usuarios (Manual DOTS, 2017)

En el caso de la ciudad de Lima, los usuarios de transporte público tienen que viajar desde su origen hasta el paradero y al final del viaje desde el paradero a su destino. Por ejemplo, el sistema de transporte del metropolitano tuvo que implementar una ruta alimentadora con el fin de acercar a los usuarios hacia los terminales para realizar la conexión con las rutas principales. Sin embargo, este medio de transporte es limitada y no cubre todas las rutas por donde se trasladan los ciudadanos, por ende, los usuarios tienen que adaptar sus patrones de viaje.

Esta situación hace que el transporte intermodal sea crucial, ya que es fundamental que los ciudadanos puedan combinar varios medios de transporte para optimizar su ruta diaria (Municipalidad de Lima, 2017). La bicicleta y los scooters eléctricos, los cuales han aumentado su popularidad y uso durante la pandemia, son una buena opción para distancias intermedias en la cual los ciudadanos pueden trasladarse hasta los puntos de acceso de un transporte público.

Para ello, es importante impulsar el uso de los medios de transporte no motorizado a través de sistemas de bicicletas públicas y la creación de la infraestructura ciclista en las calles, como

ciclovías, vías compartidas, ciclocarriles, parqueaderos de bicicletas en los paraderos del transporte público, etc. (Medina Ramirez & Veloz Rosas, 2012) En consecuencia, al mejorar la infraestructura y la política de transporte intermodal se ofrecerá un transbordo fácil y seguro entre bicicletas y transporte público, esto resulta más atractivo y estimula a que los ciudadanos dejen de lado su vehículo privado para trayectos urbanos.

3.1.5. Vías de tráfico calmado

Se denomina vías de tráfico calmado o “traffic calming” a aquellas vías que permiten reducir la velocidad vehicular, para poder aumentar la seguridad vial en estas. Se implementan en aquellas vías urbanas, han venido siendo diseñadas enfocadas a mejorar la circulación vehicular y no la seguridad vial de los usuarios más vulnerables como son los peatones. Esto a causa de que se ha demostrado que aquellas velocidades vehiculares menores a 35 km/h, disminuyen en gran medida el riesgo de provocar accidentes de tránsito (Rosen and Sander, 2009), o que estos no terminen en fatalidades. Además, se ha observado que las intervenciones de este tipo mejoran la estética visual de las calles (Bunn et al., 2003)

La implementación de vías de tráfico calmado, además de reducir las velocidades, pueden motivar a que los conductores presenten mayor atención al momento de manejar, así como mejorar las condiciones de circulación para manejar bicicleta y que los conductores tiendan a ceder el paso a los peatones (Bunn et al., 2003). Como se ha mencionado, este tipo de vías se implementa en vías urbana y se ha observado que aquellos espacios importantes para implementar con alrededor de centros comerciales, escuelas, parques y áreas de recreación y centros comunitarios (Ben Welle et. Al., 2015)

Asimismo, las vías de tráfico calmado pueden permitir la implementación de otras intervenciones de mejoras para peatones como vías compartidas, plazas, street plazas, ampliación de veredas, ciclovías, etc. speeds. (Ben Welle et. Al., 2015). Las vías de tráfico calmado incluyen en su diseño lo siguiente: gibas, chicanas, estrechamientos, ampliaciones de veredas, rotondas, camellones (Ben Welle et. Al., 2015).

4. ANTEDECENTES

4.1. Contexto del transporte en el tiempo en la ciudad de Lima

A lo largo de los años han ocurrido hechos que han marcado y determinado la modulación en el transporte público en la ciudad de Lima. En 1921, el ómnibus inicio sus operaciones cuya operación era del tipo artesanal con una organización familiar, sin embargo, en 1936 se dio el

primer reglamento de este servicio que se basaba en determinar una concesión de rutas y al mantenimiento del orden. Fue entonces cuando la demanda y el aumento de la población para poder transportarse aumentó la popularidad del ómnibus debido a sus rutas flexibles, la capacidad de personas que transportaban, los menores costos de inversión y mantenimiento que generaban una tarifa más económica comparado con los tranvías (Penagos, 2011).

Cabe destacar que en 1927 hace su aparición los primeros informales del transporte público, los colectivos, esto a causa de que la red de tranvías y ómnibus no lograban satisfacer la demanda de las personas. Pero su ingreso fue temporal debido a sus altas tarifas comparadas con el transporte público formal.

En la década de los setenta, apareció el microbús en la ciudad de Lima con un servicio atomizado en forma de comités que se convirtió en la competencia directa del ómnibus. En 1972 el gobierno y el municipio en una visión a corto plazo archivaron el plan para establecer un metro en Lima y apostaron por el transporte público basado solo en microbús y ómnibus.

A mediados de 1990, el gobierno decretó la ley 651 para la liberalización de la importación de vehículos usados y la desreglamentación del transporte urbano e interurbano. Además, se autorizó normas de libre competencia para el establecimiento de rutas de transporte y la circulación de unidades de transportes con más de 12 pasajeros, conocidas como combis y custers (Dávila, 2010). La amplia desregularización del transporte público trajo como consecuencia una excesiva cantidad de vehículos de transporte público entre taxis, buses, combis y colectivos, lo que generó empeorar la congestión y la aparición de un nuevo tipo de sistema desordenado e informal.

Al principio de la década del siglo XXI, los gobiernos municipales se centraron en la construcción de grandes infraestructuras favoreciendo al transporte individual (transporte particular), se crearon vías rápidas, vías expresas, viaductos y pasos a desnivel. Sin embargo, estas medidas no han funcionado a largo plazo, la congestión ha aumentado, se ha fraccionado la ciudad en diversos puntos y se ha dejado de lado la oferta del transporte público.

Es increíble pensar como en una ciudad en la cual solo el 12.7% (Lima Como Vamos, 2019) de los ciudadanos usa como medio de transporte un vehículo privado individual, en los últimos 20 años las autoridades se hayan enfocado solo en el beneficio de este medio de transporte al invertir dinero y tiempo en grandes infraestructuras que no han generado ningún beneficio a los ciudadanos pues año tras años solo se ve aumento en la congestión. Además, cabe resaltar

que en la actualidad la diversidad de autoridades que actúan de manera fragmentada y discontinua en los temas enfocados en la movilidad y el transporte generan un estado de desarticulación que no permite emprender mejoras.

4.2. Intervenciones en intersecciones en los últimos 20 años en Lima.

El INEI indica que entre el periodo de 1961 a 1972 la población total creció a un ritmo anual de 2.9%, mientras la población urbana lo hizo al 5.0 % y la rural a solo 0.5% anual. En el año 1990 la población nacional se dividió en 68.7% urbano y en 31,3% rural, demostrando que existe una diferencia del crecimiento de la población por áreas geográficas

El crecimiento de las ciudades ha acelerado el proceso de urbanización, introduciendo cambios en la estructura social y económica en el país, mostrando así que existe una mayor demanda y generando insuficiencia en la atención de los servicios básicos y sociales. Uno de los principales los problemas que relucieron fue la paupérrima infraestructura urbana en ciertos sectores de la ciudad y la baja calidad de los servicios de transporte urbano; donde en muchos casos incluso hay inexistencia del transporte público y un crecimiento desmedido de la motorización individual.

Según las últimas cifras del INEI (2020), muestran que la ciudad de Lima y Callao cuenta con un parque automotor en circulación de 2,025,227 unidades, que representa el 66 % de números de autos existentes en Perú. Esta situación demuestra ser una de las causas del incremento de congestión vehicular, que se interpreta en la pérdida de eficiencia económica y tiempo para la sociedad.

Debido a ello, las diversas autoridades de la ciudad de Lima a lo largo de los años han tratado de mitigar el problema de congestión mediante el desarrollo de proyectos de pasos a desnivel o by-pass. Por ejemplo, el paso a desnivel de Av. Javier Prado- Av. Aviación, Paso a desnivel Carlos Izaguirre -Panamericana Norte, By-pass del Derby, By-pass de 28 de julio, el intercambio vial Habich, entre otros, que demuestran que es una solución técnica muy utilizada en el Perú. No obstante, no han tenido éxito, ya que al aumentar la capacidad vial para autos ello ha ocasionado un aumento del tráfico, especialmente si la obra está mal diseñada.

Aun cuando se han tenido ejemplos en la ciudad de Lima donde los bypasses no han sido una solución, ya que no han resuelto el problema de fondo, sino que trasladaron el problema a otro punto. Se puede apreciar que en Plan de Desarrollo 2016-2021 la Municipalidad de Lima

plantea como estrategia la construcción de dieciocho pasos a desnivel, manteniendo la idea errónea de que la construcción de mayor infraestructura será la solución al tráfico y al transporte urbano. Según CEPAL, en América Latina se argumenta con frecuencia que el deber de las autoridades es siempre aumentar y proporcionar mayor infraestructura vial a razón de que tienen la obligación de administrar los impuestos pagados por los ciudadanos para perseguir el bien común, lo que incluye enfrentar la congestión. Sin embargo, no tiene sentido que las soluciones técnicas solo se enfoquen en la construcción de vías e infraestructura, puesto que ello involucra obras grandes y costosas que no resuelve de manera eficiente y estable el problema; es más podría ser contraproducente a mediano o largo plazo agravando la situación como se ha visto en diversas ciudades donde adoptaron esta modalidad.

Por ello, es que se debe cambiar la perspectiva de cómo enfrentar la congestión y no se debe menospreciar las intervenciones que se pueden realizar a nivel como la mejora de señalización verticales, la rectificación de cruces, la segregación de vías para el transporte público, una correcta demarcación de las vías y la corrección del ciclo semafórico. Medidas que al incorporarse aportan a la reducción de la congestión con un bajo costo y asimismo logra un equilibrio donde no solo se beneficia a un porcentaje pequeño de los ciudadanos que usan un transporte privado individual (12, 7%, Lima Como Vamos), sino que favorezca y mejore la calidad de vida de los peatones, ciclistas y personas con movilidad reducida.

4.3. Casos de intervenciones no exitosas

- Paso a desnivel de la Av. Habich

La obra del viaducto elevado a desnivel está ubicada en la Panamericana Norte y pasa por encima de la Av. Habich. Este viaducto de doble carril tiene 273.92 metros de longitud, con rampas de acceso a ambos lados siendo la del lado sur de 313.60 metros y la del lado norte de 176.25 metros (ICCGSA, 2008).

El intercambio vial de Habich inaugurado en el 2008 con una inversión de 67 millones de soles tenía como finalidad según la jefa de proyectos de Luis Castañeda que se reduzca el tiempo de recorrido entre el centro de la ciudad del cono norte de 40 minutos a 10 minutos. Sin embargo, según la periodista Gladys Pereyra, el proyecto se tarda en cruzar 45 minutos en hora punta, es decir 4 veces más del tiempo que se estimó. El mal diseño provoca la formación de un cuello de botella en el intercambio que empieza con 6 carriles y termina reducido a 3 (Ver figura 4.1)



*Figura 4.1. Reducción de carriles en by-pass Av. Habich
Fuente: El comercio,2016*

- Paso a desnivel de la Av. 28 de Julio

El paso a desnivel está ubicado en el cruce de la Av. Arequipa, Av. 28 de Julio y Av. Garcilaso de la Vega, el proyecto se ejecutó en una zona de intersecciones con semáforos lo que ocasionó que el tiempo que ahorran los vehículos al transitar por el paso a desnivel lo perdían en el siguiente semáforo, formándose largas colas (Ver figura 4.2). Es decir, el efecto total es casi nulo.

Además, una de las ciclovías más largas de la ciudad de Lima ubicada en la Av. Arequipa termina abruptamente en el by-pass de 28 de julio, obligando así a los ciclistas a usar las veredas o en otros casos realizar maniobras peligrosas como la de cruzar el túnel rodeados de vehículos.



*Figura 4.2. Congestión en el paso a desnivel en la Av. 28 de julio
Fuente: El comercio,2017*

4.4. Accidentalidad en la ciudad de Lima

A nivel nacional se puede apreciar, ver tabla 4.1, que las cifras de accidentes de tránsito son elevadas, siendo los años 2013 y 2015 los años con mayores cifras de accidentes de tránsito. De esta manera tenemos que desde el año 2010 al 2019 se visualizó un incremento en el número de accidentes en el territorio nacional de 83 653 accidentes de tránsito a 96 409, lo cual representa un aumento del 15%.

Tabla 4.1 Cifras de Accidente de tránsito en el Perú

AÑO	A NIVEL NACIONAL	LIMA
2010	83 653	50 520
2011	84 871	49 877
2012	94 923	52 581
2013	102 762	54 362
2014	101 104	53 924
2015	95 532	53 305
2016	89 304	49 304
2017	88 168	49 208
2018	90 056	49 336
2019	96 409	49 908

Nota. Tomado de “Accidentes de tránsito registrados por la Policía Nacional”, por Instituto Nacional de estadística e informática, 2018

De la tabla 4.1, se puede determinar que el departamento de Lima concentra la gran mayoría de accidentes de tránsito. En el año 2010, los accidentes en Lima representaban el 60.39% del total de accidentes ocurridos en el país. Posteriormente en los siguientes nueve años, se ha mantenido el margen de los accidentes en Lima entre 50% - 60% del total nacional. Según el observatorio nacional, entre las causas más frecuentes que originan los accidentes de tránsito no fatales se encuentran; la imprudencia de conductor, peatón y pasajero, seguido de exceso de velocidad y ocasionado por conductor ebrio.

En la actualidad, entre el periodo de enero y junio del 2021, según el Boletín Estadístico de Siniestralidad Vial, se han registrado un total de 34 905 siniestros viales a nivel nacional, de los cuales Lima registró 16 848 siniestros (48.3%). Los factores causantes de dichos siniestros viales fueron el factor humano (69,1%), falla mecánica (2%), factor infraestructura y entorno vial (3.2%) y no identifica, ni hay la certeza para determinar la causa y otros (25.8%).

En ese sentido, se busca identificar las zonas de mayor incidencia de accidentes de tránsito (puntos negros) y así poder revertir esta vulneración cada vez más frecuente y mortal. Posterior

a ello se deben realizar supervisiones, implementaciones, mejoras en el diseño e infraestructura de las vías y espacios públicos con el fin de reducir los índices de accidentes.

- **Puntos Negros**

El informe “Detección, priorización y caracterización de puntos negros en 5 ciudades principales del Perú (2015)”, desarrollado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, concluyó que las provincias de Lima, Callao, Trujillo, Tacna, Chiclayo y Arequipa son los lugares con mayor número de accidentes. Dentro de dichas provincias se identificaron distritos con zonas o tramos de alta concentración de accidentes de tránsito denominados puntos negros. De otra parte, en el departamento de Lima, los distritos donde se encontraron la mayor cantidad de puntos negros fueron: Lima (205), Santiago de Surco (176), San Juan de Lurigancho (171), Ate (113) y Miraflores (115). Adicionalmente, los distritos donde se identificaron la menor cantidad de puntos negros fueron Chaclacayo y Pucusana.

La zona de estudio se encuentra ubicado en el distrito de San Miguel provincia de Lima, el cual cuenta con 64 puntos negros. Asimismo, el cruce de la av. Universitaria con la Av. La Marina es considerado un tramo de vía de Alta Incidencia de Accidentes de tránsito dentro del distrito de San Miguel.

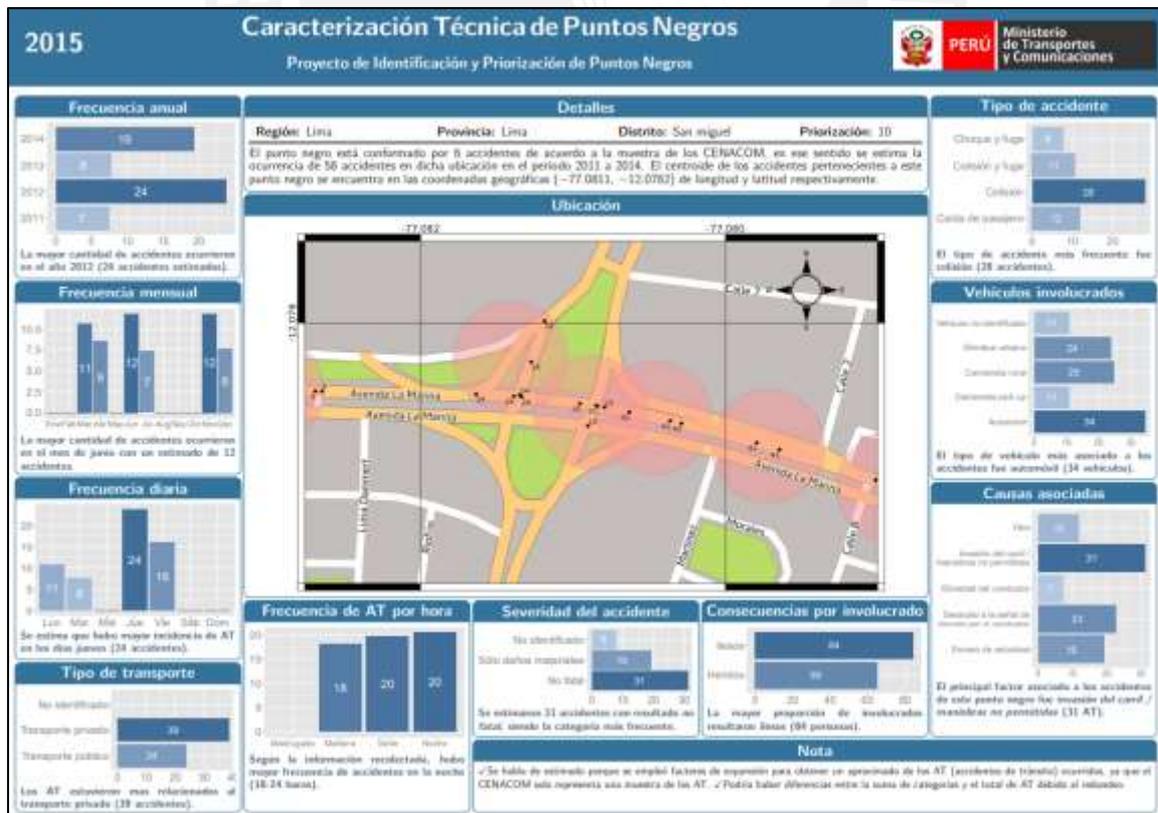


Figura 4.3. Ficha Técnica de la Caracterización de los Puntos negros en el cruce de la Av. La Marina con la Av. Universitaria

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015

El proyecto de Identificación y Priorización de Puntos negros (2015), como se aprecia en la figura 4.3, determinó que el cruce de la Av. Universitaria con la Av. La Marina es considerado un punto negro debido a que en el periodo del 2011 al 2014 se reportaron 45 accidentes. Las causas principales asociadas a los accidentes son el desacato a la señal de tránsito por el conductor, invasión del carril y maniobras no permitidas.

5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1. Densidad del Sector

La intersección de la Av. La Marina con la Av. Universitaria alberga gran cantidad de centros atractores y generadores de viaje. Ello se debe a que en las 4 esquinas de la intersección se tienen diversos edificios que acogen actividades comerciales y educativas, teniendo en una de ellas el Centro Comercial Plaza San Miguel, que es el más concurrido del Distrito de San Miguel. (Fig. 5.1).

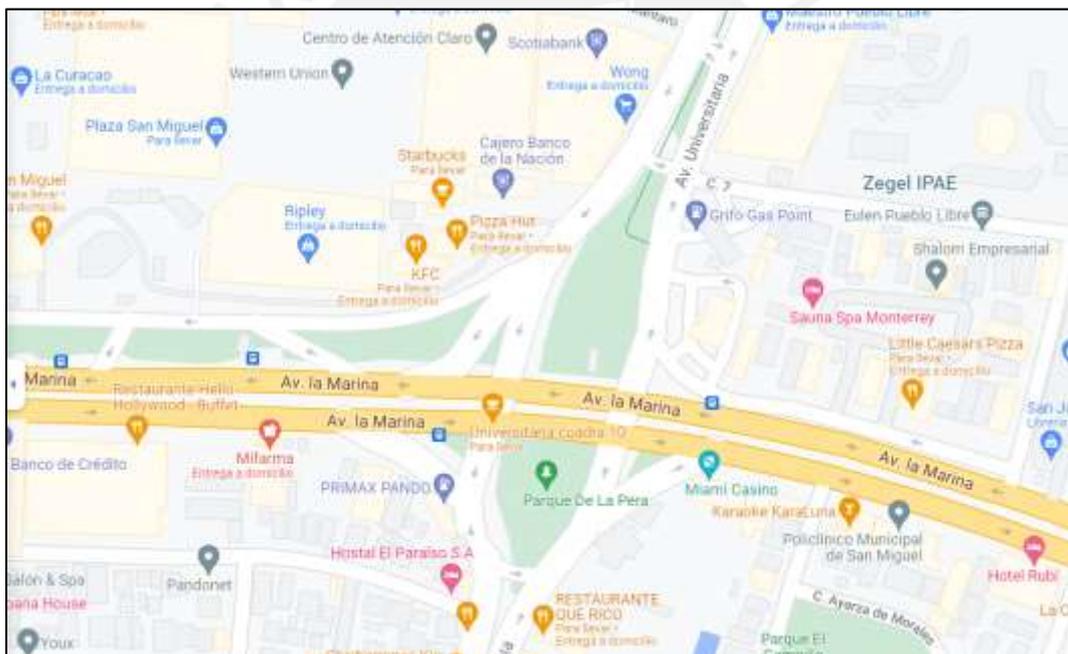


Figura 5.1. Puerta principal de la PUCP.

Fuente: Google Maps

5.2. Vialidad y Movilidad

Este sector al poseer en sus 4 esquinas actividades comerciales y educativas genera la demanda de servicios de transporte público y privado. En esta área se suscitan conflictos, producto de un diseño urbano que no promueven un comportamiento vehicular y peatonal seguro y formal. Esta situación origina que los peatones crucen por rutas inseguras vialmente (Fig. 5.2), o vehículos de transporte público no respetan, de acuerdo con el diseño, los paraderos segregados en esta área.



Figura 5.2. Cruce informal de peatones paradero Av. Universitaria NS.

Fuente: Google Street View

6. INFRAESTRUCTURA VIAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

6.1. Clasificación vial

La intersección en estudio está conformada por la Av. La Marina que está clasificada como vía metropolitana y la Av. Universitaria, que es una vía arterial según la clasificación en el Sistema Vial Metropolitano.

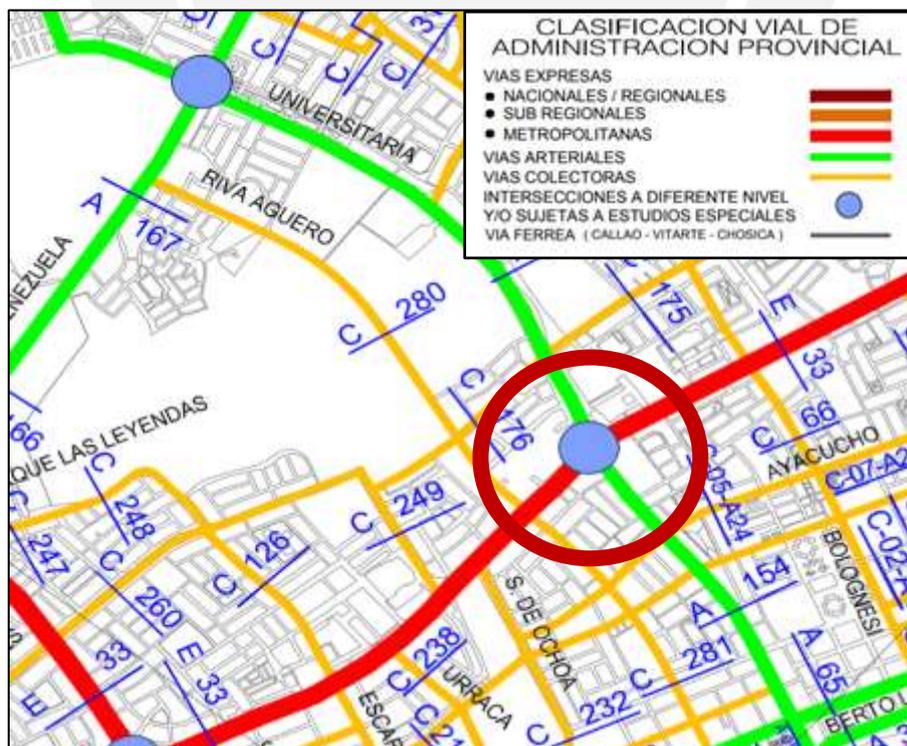


Figura 6.1. Vías en zona de estudio.

Fuente: Sistema Vial Metropolitano, MML

6.2. Avenida Universitaria

Se trata de una de las principales vías arteriales de la ciudad de Lima, parte del Sistema Vial Metropolitano. Cuenta con una longitud de casi 30 Km con 03 carriles por sentido en la mayoría de su recorrido.

6.3. Avenida La Marina

Se trata de la principal avenida en el distrito de San Miguel y es una vía metropolitana o vía expresa, la cual se extiende en 02 sentidos, de 03 carriles en sentido EO hasta la Av. Universitaria y luego cambia 4 carriles desde la Av. Universitaria en adelante; mientras que en el sentido OE presenta 4 carriles en todo su recorrido.

7. AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL

Se realizó una inspección de campo con la ayuda del formato de lista de chequeo que proporciona el Manual de Seguridad Vial (2017), la cual se presenta en los anexos del presente trabajo. A continuación, se presenta los principales aspectos considerados y las condiciones generales de la zona en evaluación.

- Operacionalmente se respeta la jerarquía vial, siendo la Av. La Marina la que presenta la preferencia.



Figura 7.1. Cruce de Av. La Marina y Av. Universitaria

Fuente: Propia

- Se observó la presencia de una obra de construcción en la Av. Universitaria, que se encontraba interfiriendo la vía para la carga y descarga de materiales (Figura 7.2).



Figura 7.2. Interferencias en las vías por trabajos de edificaciones
Fuente: Propia

- Se observó la dinámica de la intersección, así como el registro de elementos como señalización, cantidad de carriles, tipos de vehículos, rutas peatonales para el posterior planteamiento de mejoras viales. Asimismo, se observó la presencia de una ciclovía en la Av. La Marina (Figura 7.3)



Figura 7.3. Estudio del cruce: Se verifica lo existente en la zona, ciclovías, señalética, cantidad de carriles, tipos de vehículos, rutas peatonales.
Fuente: Propia

- Se observó falta de señalización tanto vertical como horizontal (postes sin señal, falta de cruces, líneas y flechas borrosas) en ciertas zonas de la intersección (Ver figuras 7.4a, 7.4b, 7.4c, 7.4d, 7.4e y 7.4f)



- a) Ausencia de señal vertical en Av. Universitaria S-N.
- b) Ausencia de cruce peatonal en Aux. Av. Universitaria
- c) Ausencia de señalización vertical de cruce de peatones
- d) Ausencia de cruce peatonal en Av. Universitaria
- e) Falta de señalización horizontal
- f) Poste sin señal y señalización horizontal borrosa

Figura 7.4. Falta de señalización horizontal y vertical
Fuente: Propia

- Se observó también falencias en el diseño urbano, como falta de rampas o rampas que no cumplen los estándares, falta de resguardos seguros, veredas angostas, etc. (Ver figuras 7.5a, 7.5b, 7.5c, 7.5c y 7.5d)



- a) Falta de cruceo peatonal y vereda en “berma central” angosta.
- b) Falta de rampa hacia un lado de la intersección y mediana angosta.
- c) Rampa existente muy angosta.
- d) Rampa y vereda angostas.

Figura 7.5. Falencias detectadas en el diseño urbano

Fuente: Propia

- Por otro lado, se detectó que el pavimento vehicular y peatonal no se encontraba en buen estado en diferentes lugares de la Av. Universitaria y la Av. La Marina (Ver Figura 7.6).



- a) Huecos por desgaste de pavimento sin mantenimiento
- b) Vías con hundimiento por zanjas mas ejecutadas
- c) Veredas con desniveles y sin rampa
- d) Rampa sin continuidad al otra lado de la vía
- e) Kiosko obstaculizando la ciclovía
- f) Falta mantenimiento a veredas y rampas

Figura 7.6. Falencias que afectan la circulación vehicular y peatonal

Fuente: Propia

- Se observó la existencia de mobiliario urbano y temporal que puede afectar la circulación de los peatones (postes, comercio ambulatorio, tapas de buzones sobresalidas).



Figura 7.7. Zona peatonal con obstáculos que afectan la circulación.
Fuente: Propia

- Además de las falencias detectadas en cuanto a mantenimiento y falta de cumplimiento de estándares, se observa que existen radios de giro peligrosos en giros protegidos (Ver Figura 7.8) y cruces peatonales muy largos.

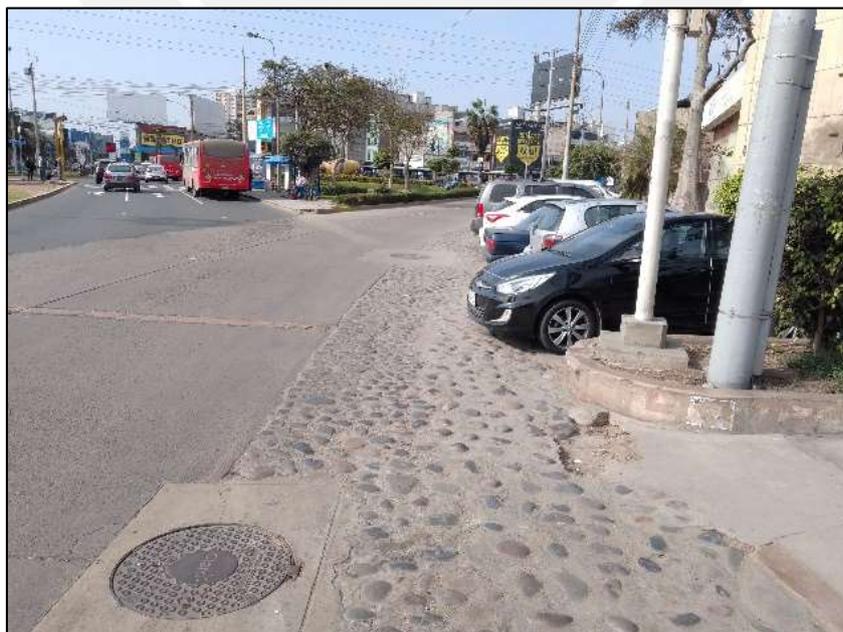


Figura 7.8. Radios de giro peligrosos en el giro protegido de la Av. Universitaria S-N hacia Av. La Marina O-E
Fuente: Propia

- Actualmente la intersección está diseñada principalmente para facilitar la circulación de los vehículos. Sin embargo, se busca mejorar el diseño enfocado en los usuarios más vulnerables y garantizar su seguridad.



Figura 7.9. Cruceos largos y con resguardo central angosto.

Fuente: Propia



Figura 7.10. Asimismo, se considera como ruta a mejorar la ciclovía de La Marina

Fuente: Propia

- El uso de suelos alrededor de la zona de estudio es principalmente comercial, por lo que las vías adyacentes guardan compatibilidad con este uso al ser amplias. Sin embargo, no existe un enfoque de seguridad peatonal, ni condiciones de seguridad para los usuarios de estos comercios, a pesar de la alta demanda.



Figura 7.11. Paraderos en malas condiciones y veredas angostas

Fuente: Propia

- Existen sistemas de transporte que circulan tanto por la Av. La Marina y la Av. Universitaria, sin embargo, se observa que no existe una prioridad hacia estos medios de transporte. Los paraderos en muchos casos son angostos o tienen obstáculos, no existen vías segregadas para los corredores (Figura 7.12).



Figura 7.12. Flujo de transporte público no está segregado y paraderos con espacio reducido

Fuente: Propia

8. PROPUESTAS DE DISEÑO VIAL URBANO

A partir de la Auditoría de Seguridad Vial, y de los conceptos de accesibilidad universal y de gestión del tránsito, revisados en los Módulos de 1. Movilidad Urbana y 5. Gestión del tránsito, se han considerado aplicar siete (3) intervenciones en el diseño vial urbano del área de estudio (intersección Av. Universitaria con Av. La Marina). Estas se sustentan y detallan a continuación.

8.1. Giros protegidos en la intersección

En las esquinas del sur de la intersección (Grifo Primax e Idiomas Católica), se ha identificado un porcentaje bajo de giro del tráfico vehicular. Registrando un 4.89% en el giro de La Marina OE hacia Universitaria NS y 10.24% en el giro desde Universitaria SN hacia La Marina OE. Así mismo, según lo observado durante la inspección en la zona no existe un tratamiento adecuado para garantizar la seguridad vial de los peatones que transitan por esas vías.

De acuerdo a lo revisado en los módulos 2 y 4, cuando se tienen porcentajes de giros menores al 20% del total de vehículos que transitan por la vía, se puede considerar innecesaria la creación de un giro protegido. Si bien es cierto que, al eliminar este giro protegido, se puede asumir que las colas a desarrollarse durante el tiempo de rojo en estas vías se incrementen ahora que los giro derecha se abren en conjunto con el resto de movimientos. El posible incremento de colas vehiculares se mide en uno de los escenarios de la microsimulación del estudio.

En ese sentido, esta propuesta requiere peatonalizar el espacio que actualmente se encuentra dispuesto para los giros a la derecha de los vehículos, lo que incrementa el espacio peatonal en la zona, que, de acuerdo a la auditoría de seguridad vial realizada, actualmente no garantiza la seguridad vial de peatones. En ese sentido, el nuevo diseño de esta parte de la intersección no solo debe garantizar una maniobra segura de giro para los vehículos, sino que debe incrementar la seguridad vial de los peatones en esta área.

De esta manera, considerando los dos aspectos anteriores, se considera apropiado implementar un nuevo diseño de la intersección que elimina el giro protegido usado actualmente (Figura 8.1).

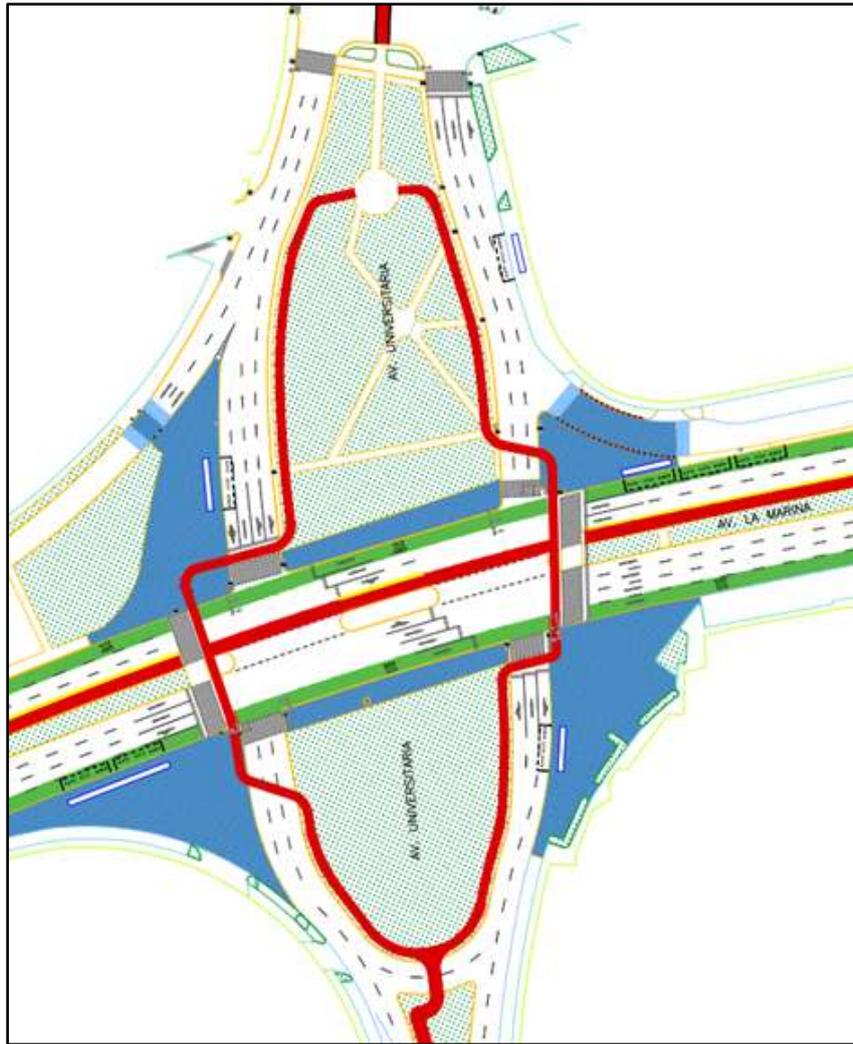


Figura 8.1. Nuevo diseño de la intersección Av. Universitaria / Av. La Marina.

Elaboración Propia

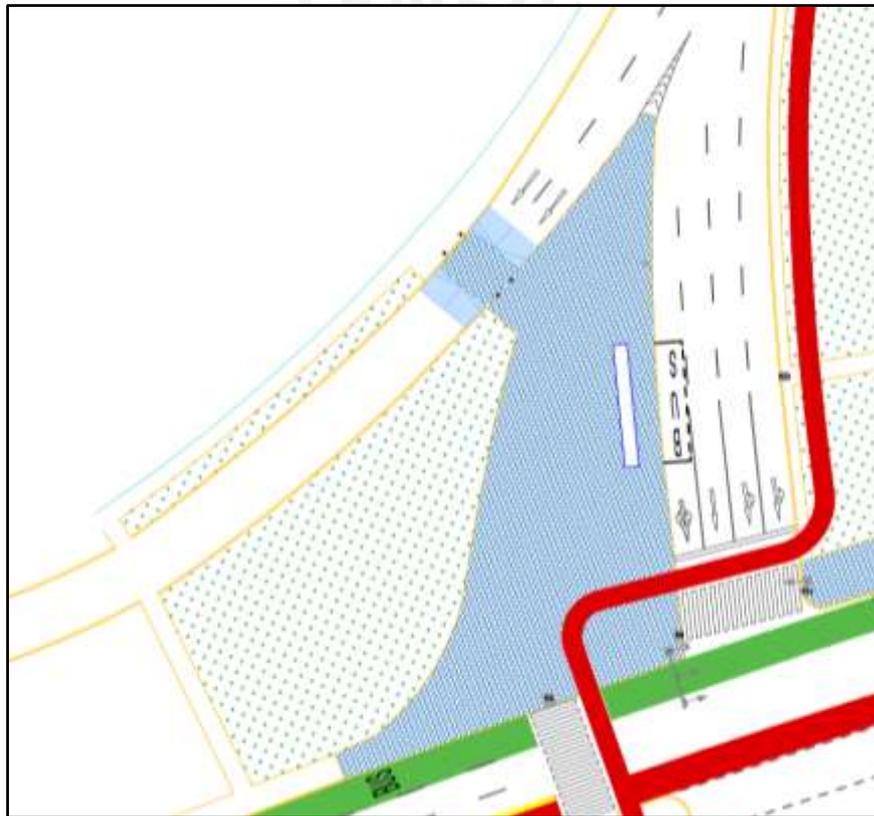
Los giros protegidos del lado sur han sido reemplazados por veredas para aprovechamiento del espacio público (en azul). De igual manera, del lado noroeste solo se ha mantenido uno de los giros protegidos permitidos, en el área restante se está usando el área para espacio público.

El nuevo diseño incluye la reducción del radio de los martillos a un valor mínimo debido a que estos giros se realizan desde el segundo carril al costado del carril bus en el caso de los que van en sentido Oeste-Sur, y hacia el segundo carril para los que van en sentido Sur-Este. (ver Capítulo 9).

Finalmente, desde el ámbito de la accesibilidad universal del nuevo diseño, se evidenció en el Capítulo 8 que no existen rampas peatonales, por ello se propone la implementación de rampas que no superen el 10% de pendiente y con un ancho efectivo de acuerdo al cruceo peatonal demarcado en la acera.

Respecto al giro protegido de la esquina NO (Esquina de Plaza San Miguel), los vehículos que lo utilizan representan el 15.78%. Este valor sigue siendo menor al recomendado para considerar la implementación de un giro protegido, por lo que también se propone cerrarlo y recuperar el espacio en favor de los ciudadanos.

Además, se ha identificado un conflicto entre peatones y vehículos provenientes de Universitaria NS en el acceso a la auxiliar de la Av. La Marina EO a la altura del frontis de Plaza San Miguel (Fig. 8.2), por ello se propone la implementación de un camellón, que reduzca la velocidad de los vehículos que desean acceder a Plaza San Miguel, permitiendo que los peatones puedan desplazarse de manera segura.



*Figura 8.2.*Resalto trapezoidal o camellón desde frontis de C.C. Plaza San Miguel hacia paradero de Av. Universitaria NS.

Elaboración Propia

Finalmente, en la esquina NE (altura del antiguo Mc Donalds) se propone mantener el giro protegido, toda vez que es una vía por la que circula el transporte público desde la Av. La Marina EO hacia la Av. Universitaria SN. Sin embargo, se considera necesario mejorar las condiciones para la circulación peatonal. En ese sentido se propone implementar una

plataforma única en el giro protegido, según NACTO (2013) estas plataformas funcionan como un pacificador de tránsito obligando al conductor a transitar con velocidades entre 25 a 45 Km/h, si este mobiliario se complementa con normativa que modifique la velocidad en la auxiliar de las avenidas de la intersección a 30 km/h se podría configurar como una vía de tráfico calmado. (Ver Figura 8.3)

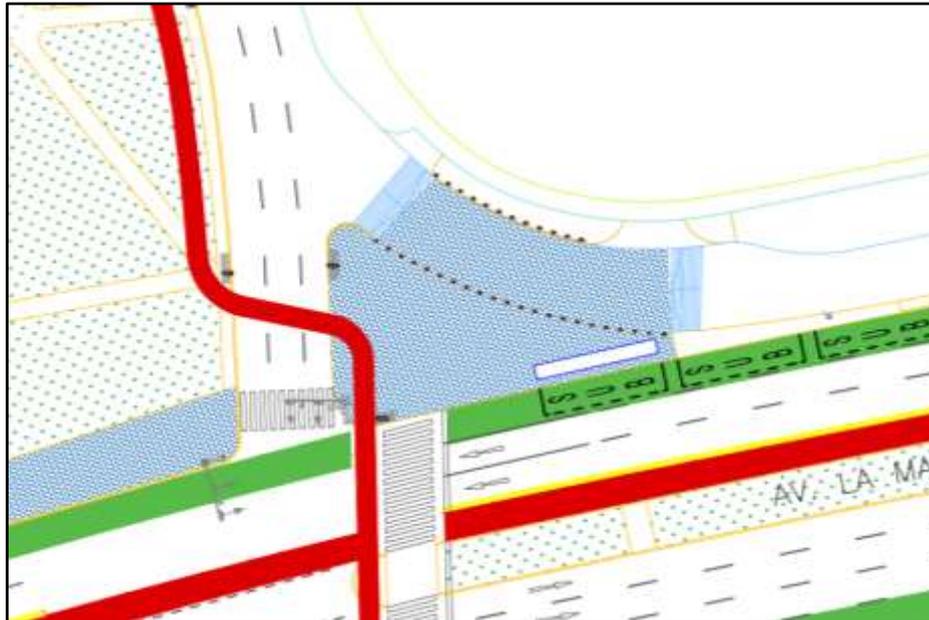


Figura 8.3. Giro protegido en sentido Este-Norte (frente a McDonalds) en una sola plataforma canalizado con bolardos para otorgar facilidad a los peatones. Los bolardos están espaciados a 1.5 m c/u para evitar el paso de vehículos de mayor tamaño.

Elaboración Propia

8.2. Segregación de carril para transporte público

El transporte público masivo es reconocido como un modo de transporte eficiente, lo que se traduce en un mayor aprovechamiento del espacio público, menor contaminación por pasajero-kilómetro y un menor índice de accidentes de tránsito (Dextre & Avellaneda, 2014).

En ese sentido consideramos importante gestionar el espacio público de tal manera que se generen dinámicas que promuevan la competencia del transporte público, haciendo este modo de transporte atractivo a los ciudadanos. Por ello, proponemos la implementación de carriles segregados.

Para la modelación se conocía el número de unidades de transporte público según el tipo de vehículo: bus, micro, c. rural. Además, se conoce la capacidad de pasajeros de cada una de estas unidades: Bus: 75, Micro: 25, C. Rural: 10.

A partir de esos datos se determinó el número de potenciales pasajeros de transporte público, y se determinó el número de unidades de Buses BRS necesarios para satisfacer la demanda, asumiendo que estos buses tienen capacidad para trasladar a 100 pasajeros. Los cálculos realizados se muestran en las Tablas 8.1 y 8.2.

Tabla 8.1 Capacidad de pasajeros de cada tipo de vehículo

Cant. Prom. de Pasajeros			
Bus	Micro	C. Rural	Bus de BRS
75	25	10	100

Elaboración Propia

Tabla 8.2 Conversión de números de BRT para el total de pasajeros actuales

Sentido	EO 31	OE 41
Bus	22	84
Micro	127	121
C.Rural	61	87
Cant. Pasajeros	5435	10195
Bus de BRS	54	102

Elaboración Propia

8.3. Recuperación del espacio público

Según el urbanista Gehl, la observación directa es la herramienta primaria para el estudio de la vida pública, ya que ayuda a entender por qué algunos espacios son utilizados y otros no. De igual manera, comenta que una de las deficiencias del planeamiento urbano y la construcción arquitectónica de las ciudades recae en el hecho de que se visualiza la ciudad esperando que las personas respondan al diseño propuesto, cuando la realidad refleja que sucede todo lo contrario (Gehl,2013).

Alrededor de la zona de estudio, lo mencionado por Gehl no es ajeno a la realidad. En las estrechas veredas se pueden apreciar quioscos, que buscan satisfacer las necesidades de los transeúntes. La ubicación de estos quioscos reduce el ancho efectivo de las veredas y configuran un problema en el diseño, pues al no haber sido contemplados en la distribución de espacios en la etapa de planeamiento, han encontrado como solución, colocarse en las veredas ya reducidas.

Se propone mejorar las condiciones del espacio público de la zona de estudio. Esto como respuesta a qué el diseño actual ha dejado fuera diferentes servicios y necesidades que utilizan

las personas que circulan por la zona y esta condición genera que actualmente las vías peatonales, de ciclistas, e incluso vehiculares se vean utilizadas por peatones.

En ese sentido, en la mediana sur de la Av. Universitaria, se propone la implementación de bancas en las jardineras y mesas de concreto, acompañadas con árboles que provean de sombra a este espacio. Esto respondería a la necesidad de espacios para descansar, comer y/o socializar identificados por los ciudadanos en esta intersección. Además, en la misma mediana se recomienda implementar un contenedor de basura. Actualmente este es un punto en el que se ha identificado gran presencia de desperdicios.

8.4. Extensión de la ciclovía

Actualmente el sistema de uso de bicicletas como medio de transporte en zonas urbanas ha ganado gran acogida en el contexto de la pandemia COVID-19 ya que es el medio de transporte más seguro para evitar la transmisión del virus. Muestra de ello es que, según la Municipalidad de Lima, el uso de la bicicleta en la capital durante la pandemia en el 2020 creció en 36%.

Sin embargo, el porcentaje de usuarios que se transportan en bicicleta podría aumentar si se mejora la infraestructura y la seguridad de los ciclistas. Según la encuesta realizada por Despierta Lima y Lima Cómo Vamos en mayo del 2020, el 70% considera que la bicicleta es una buena opción, pero tienen barreras para usarlas, entre estos desincentivos para usar la bicicleta destacan la falta de ciclovías, los accidentes de tránsito y las ciclovías que no están bien diseñadas.

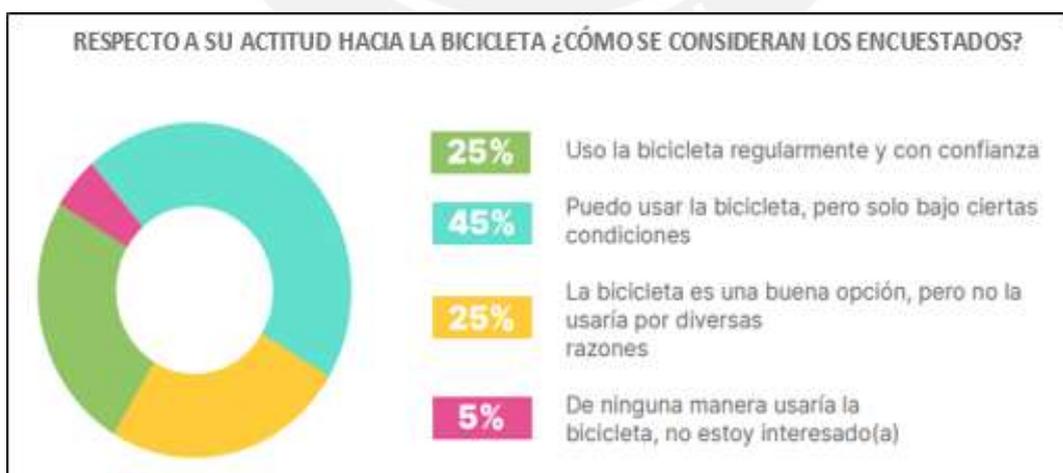


Figura 8.4 Muestra gráfica sobre el uso de la bicicleta

Fuente: Despierta Lima y Lima Como Vamos ,2020

Asimismo, enfocándonos en nuestra zona de estudio, según el conteo de flujo de ciclistas (octubre 2020- abril 2021) realizado por Gerencia de Transporte No Motorizado, en la AV. Universitaria con la Av. La Marina la cantidad de ciclistas ha aumentado en 135%.

Por todo lo expuesto anteriormente, el equipo de trabajo ha considerado de gran importancia analizar las ciclovías aledañas a la intersección para mejorar el diseño, la seguridad, conectividad y eficiencia entre ellas, con el fin de lograr cambios en los patrones de transporte y movilidad de los usuarios mejorando el atractivo del transporte no motorizado.

En la zona de estudio actualmente existe la ciclovía de la avenida universitaria (14 km de extensión) que conecta con la ciclovía emergente de la Av. La Marina (3.8 km de extensión) que va desde la Av. Universitaria hasta la Av. Salaverry, sin embargo, en la intersección no existe una continuación de las ciclovías hacia el Callao y el malecón de la Costa Verde. Asimismo, la Municipalidad de San Miguel ha realizado la implementación de ciclovías en Jirón Prolongación Ayacucho y la Avenida Costanera, ambas conectadas por un ciclocarril en la av. Mariscal Ramón Castilla, pero no debidamente interconectadas con las ciclovías principales de la zona de estudio.



Figura 8.5. Ciclovías existentes aledañas a la intersección de estudio

Fuente: Propia

Al inicio de este proceso se realizó una inspección en campo con el fin de identificar aspectos técnicos deficientes, el comportamiento de los ciclistas durante su desplazamiento, constatar la demanda del usuario e identificar las ubicaciones más inseguras para un ciclista al momento de moverse.

Durante la inspección visual se identificó que en la ruta hacia el malecón de la Costa verde los ciclistas, según el Artículo 106-C del Decreto Supremo N°012-2020-MTC, al no contar con una ciclovía y no existir un carril derecho de uso exclusivo de buses, estos deben circular por el lado derecho de la calzada. Sin embargo, el primer problema detectado es que en dicha ruta se encuentran gran cantidad de comercios entre restaurantes, talleres mecánicos, carwash y entidades financieras; los cuales cuentan con estacionamientos diagonales colindante a la calzada. Los vehículos al salir del estacionamiento en dirección al flujo vehicular provocan la obstrucción del tránsito de los ciclistas quienes realizan maniobras peligrosas hacia el lado izquierdo del vehículo o deben esperar largos minutos a la salida del vehículo para continuar con su recorrido (Ver Fig. 8.8). En segundo lugar, aumenta la sensación de inseguridad de los ciclistas dado que corren el riesgo de ser atropellados al momento del retroceso del vehículo o que los pasajeros abren las puertas abruptamente ocasionando accidentes (Ver Fig. 8.9).



*Figura 8.6. Ciclista transitando al lado de los estacionamientos diagonales.
Fuente: Propia*



*Figura 8.7. Ciclista realizando maniobra peligrosa al tener que adelantar por el lado izquierdo al vehículo
Fuente: Propia*

En consecuencia, para mejorar la circulación y la seguridad de los ciclistas se propone realizar el diseño de la ciclovía ganándole espacio al separador central (3.2 m), es decir la ciclovía se encontrará ubicado al lado izquierdo del carril, permitiendo el flujo continuo e ininterrumpido de los ciclistas durante todo su recorrido. La implementación de la ciclovía de 1.43 km permitirá la continuación de la ciclovía de la Av. Universitaria hasta la Av. Costanera y se conectará con la ciclovía ubicada en jirón prolongación Ayacucho, que se encuentra a 0.40 km de la intersección en estudio.

La av. La Marina, al ser una avenida de alto tránsito y con gran fluidez del transporte público, los ciclistas se encuentran en un escenario de alto nivel de inseguridad, debido a que no existe una ciclovía que les permita continuar con su recorrido. En la inspección visual, se pudo detectar que los ciclistas al salir del parque Plaza San Miguel que funciona como una zona de descanso y de estacionamiento de bicicletas, optan por manejar en contra del sentido del tráfico (Fig. 8.10 y 8.11) con el fin de pegarse al lado derecho del carril de la Av. La Marina para continuar con su recorrido. Otros tantos, manejan por encima de las veredas que solo cuentan con 1m de ancho para poder llegar al cruce.



Figura 8.8 y Figura 8.9 .Ciclistas cruzando en contra del sentido del tráfico para llegar a la Av. La Marina

Fuente : Propia

Por todo lo expuesto anteriormente, se realizó el diseño de las ciclovías que cuenten con rutas visibles y óptimas para los ciclistas que les permita entrar a ellas con facilidad a través de conectores. La incorporación de las ciclovías otorgará beneficios a los usuarios como la interconectividad con otros distritos, en este caso San Miguel con el Callao (con la ciclovía de la av. La marina), San Miguel con Magdalena (ciclovía av. Costanera o costa verde) y Cercado de lima con San Miguel (ciclovía av. Universitaria).

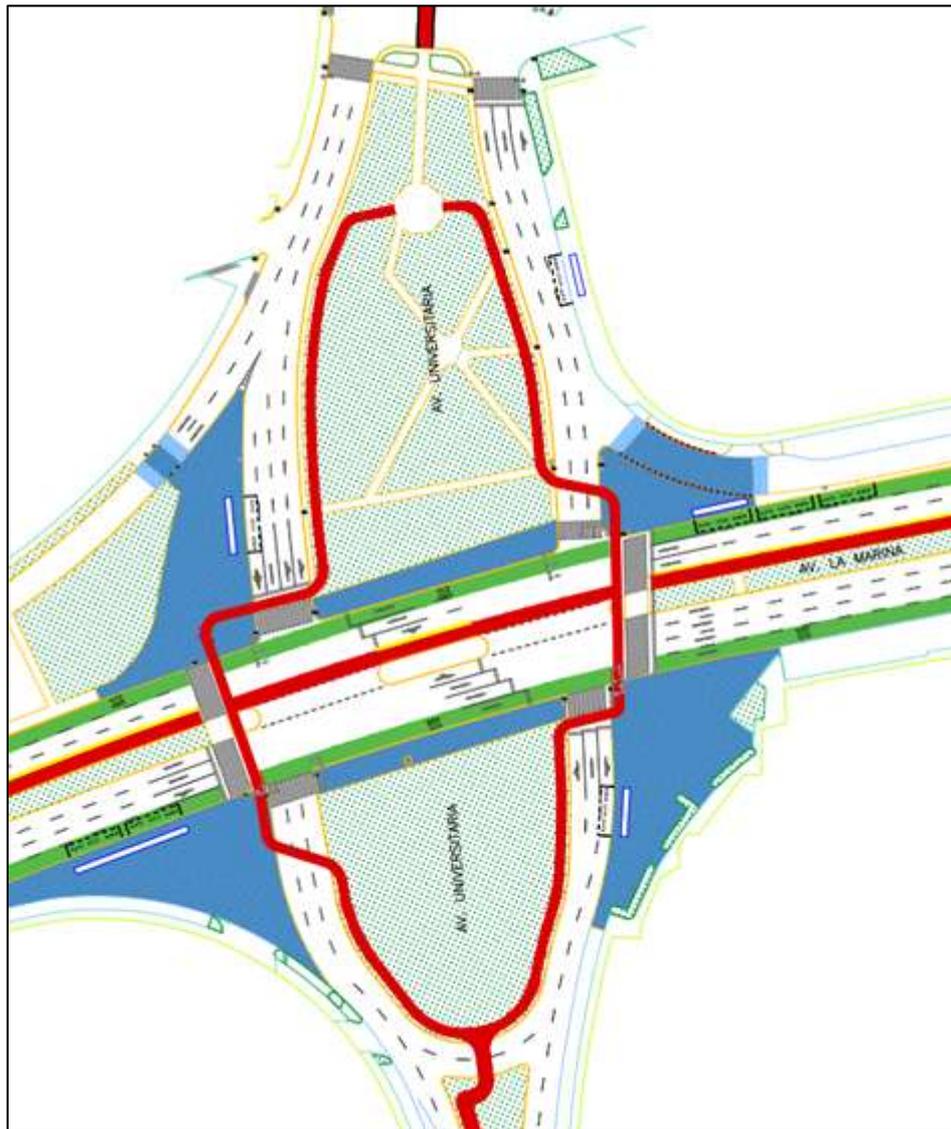


Figura 8.10. En rojo: propuesta de diseño de la ciclovía en el cruce de la av. Universitaria con la av. La Marina

Fuente: Propia

Como se muestra en la Fig. 8.12 con los cambios realizados en la propuesta, la ciclovía bidireccional central de la Av. Universitaria que cumple con los requerimientos mínimos de ciclovía interurbana con un ancho de 3.00 m, se encuentra conectada con la nueva ciclovía bidireccional de 3.20 metros de ancho, la cual estará segregada del carril mediante tachones y

bolardos. Asimismo, en los cuatro puntos del cruce se estableció accesos y zonas de transición en “L” la cual estará pintada de color rojo como zona prioritaria para ciclistas, seguido de cruceos cicloviales que estarán instalados junto con los cruceos peatonales.

La ciclovia de doble sentido de la Av. La marina continuará su recorrido hacia el distrito del Callao en línea recta aledaña al separador central. En esta zona, el ciclista se guiará de la semaforización que permitirá su manejo fluido y seguro.

9. MICROSIMULACIÓN VEHICULAR Y PEATONAL

Para fines del presente se ha modelado la red que comprende la intersección de la Avenida Universitaria con la Av. La Marina (Figura 9.1), dicha simulación se centra principalmente en representar con la data proporcionada el comportamiento de la intersección, para posteriormente realizar un modelo con mejoras a nivel, que logre cambios en cuanto a seguridad vial y considere la pirámide de prioridad invertida como eje estructurante.

Cabe señalar, que la microsimulación no considera la calibración del modelo, ya que no se ha registrado data para poder realizarla, por lo que la comparación de los dos escenarios se realizará asumiendo datos según lo observado en la visita a campo que el equipo realizó. A pesar de esto, sí se ha considerado el cambio de los parámetros de Wiedemann, para acercar la simulación a la realidad peruana.



Figura 9.1. Vista de grabación con dron
Foto Propia

10.1. Creación de la red

Para la creación de la red, se proporcionaron datos al equipo de aforos vehiculares, así como fotos y videos de la intersección realizadas mediante un dron. Cabe aclarar que no se consideraron los giros en U en la Av. Universitaria, que se observa a cada costado de la figura 9.1, debido a la falta de data.

- **Vehicle Inputs**

Como se aprecia en la imagen, se tienen vías principales y calles auxiliares protegidas, según los registros proporcionados se crearon 05 inputs vehiculares, el primero para la Av. La Marina E-O, el segundo para la vía auxiliar de la Marina E-O, el tercero en la Av. Universitaria N-S, el cuarto en la Av. La Marina O-E y el quinto en la Av. Universitaria S-N. Asimismo, se tiene un sexto input proveniente de la ciclovía existente en la Av. La Marina E-O, en dirección a la Av. Universitaria, dicho input se ha asumido para fines la simulación, ya que no se tiene el registro de estos. La figura 9.2, muestra los inputs creados y el volumen vehicular respectivo.

Coun	No	Name	Link	Volume(0)	VehComp(0)
1	1		3: la marina eo 1	2504.0	3: la marina eo (principal)
2	2		8	324.0	4: la marina eo (auxiliar)
3	3		16	1195.0	5: universitaria sn
4	4		9: universitaria ns1	1590.0	6: universitaria ns
5	5		19	76.0	7: ciclovía oe
6	6		4: ciclovía eo	76.0	8: ciclovía eo
7	7		2: la marina oe	1928.0	2: la marina oe

Figura 9.2. Vehicle Inputs del modelo
Elaboración propia en VISSIM

- **Vehicle Composition**

También, se ingresaron los datos de composición vehicular, para este paso, se crearon dos modelos nuevos V3D correspondientes a la moto lineal y a la mototaxi (Figura 9.3), ya que forman parte de los tipos de vehículos que circulan por las vías en estudio. Asimismo, se ingresó una curva de velocidad para el mototaxi por ser un vehículo peculiar (Figura 9.4).

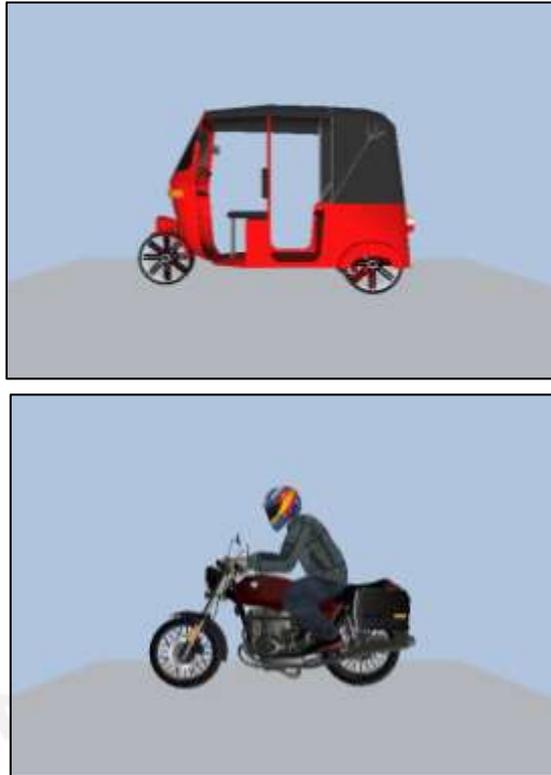


Figura 9.3. Modelos V3D creados, mototaxi y moto lineal
Fuente: Propia

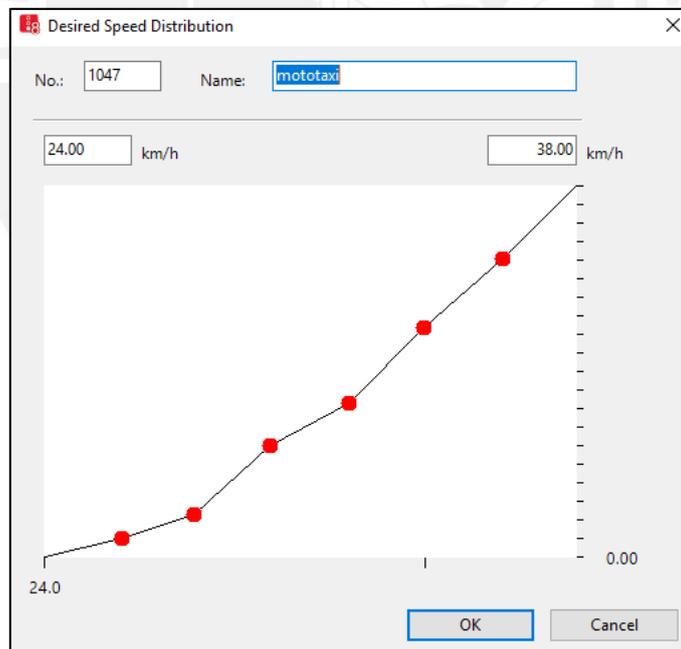


Figura 9.4. Curva de velocidad para el mototaxi
Fuente: Propia

En el caso de la composición vehicular para cada input, se ingresaron las cantidades de cada tipo de vehículo que pasan por las vías y no el porcentaje de estas, por practicidad (Figura 9.5)

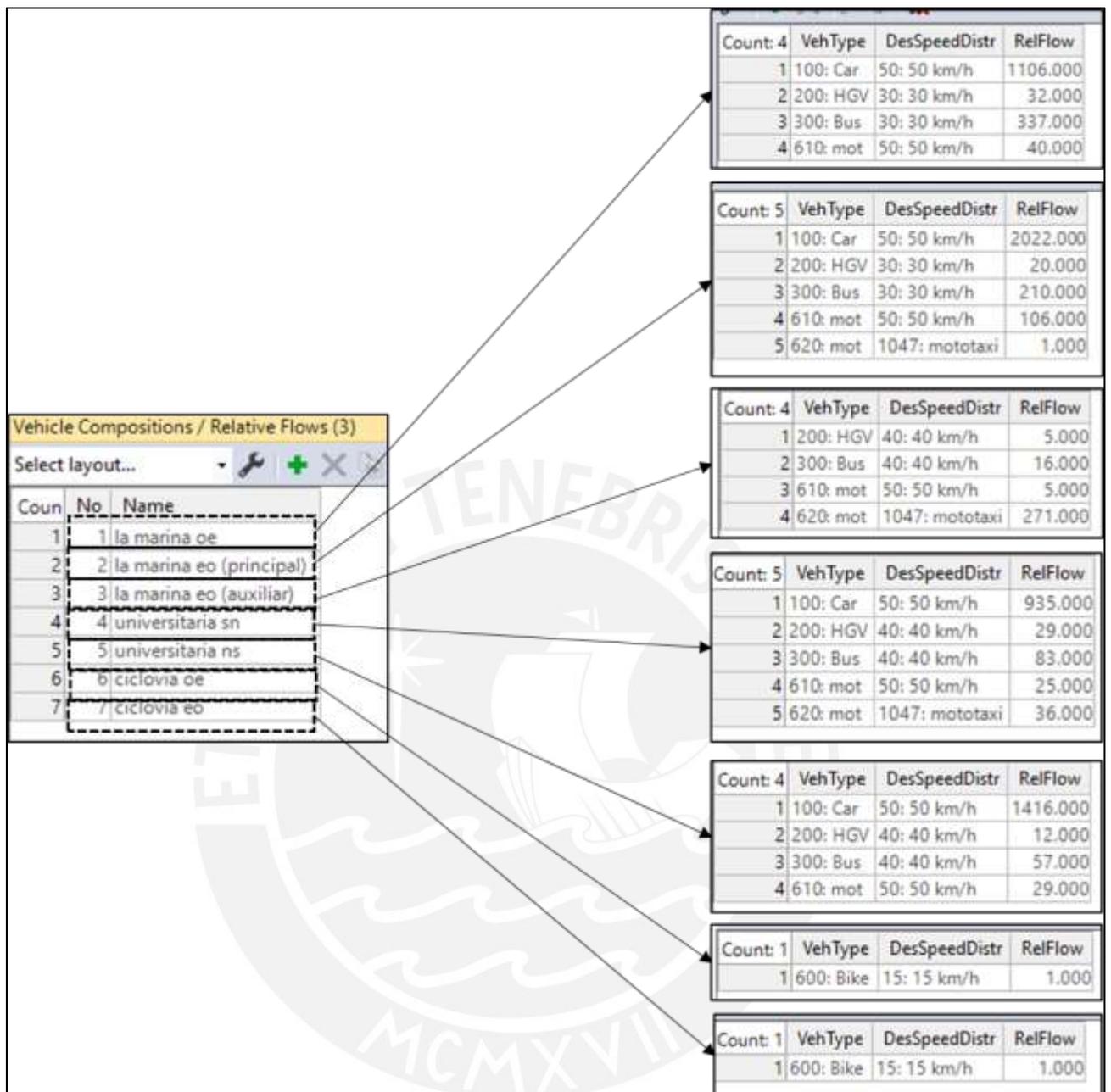


Figura 9.5. Composición vehicular de cada acceso

Fuente: Propia

- **Signal Controllers / Signal Groups**

Por otro lado, mediante mediciones de campo se registraron el tiempo de ciclo y distribución de fases en la intersección, se obtuvieron 03 signal groups que fueron ingresados al modelo. (Figura 9.6).

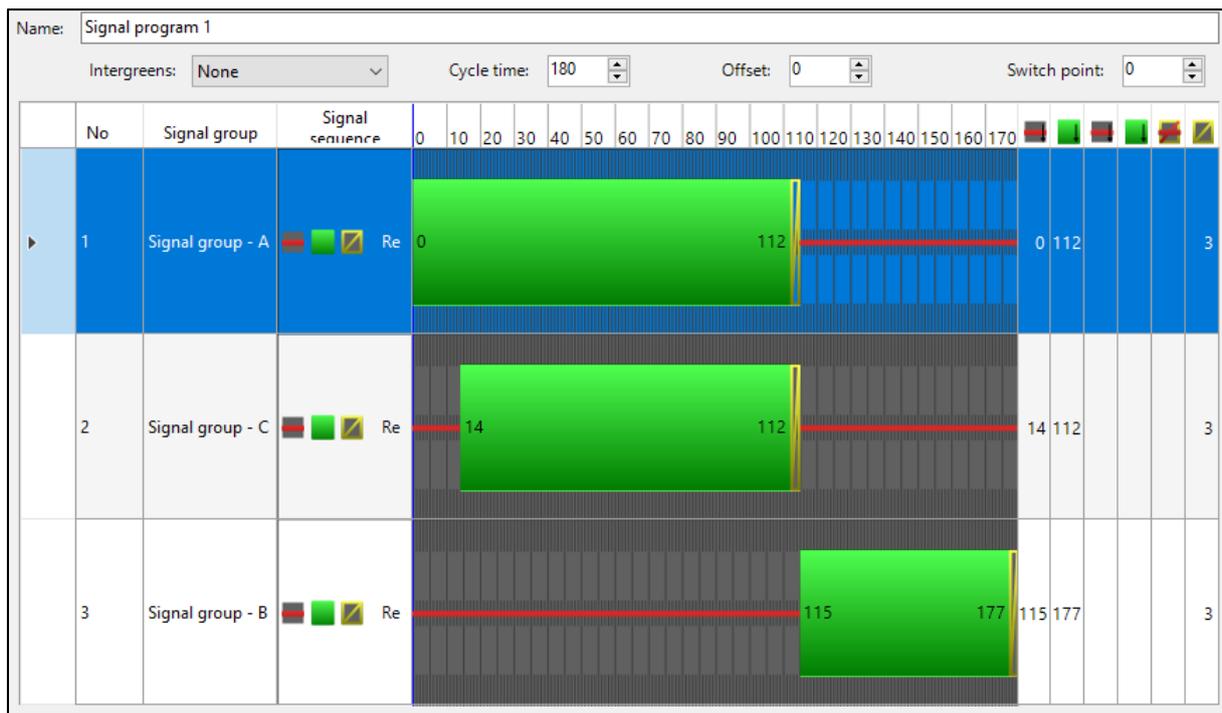


Figura 9.6. Ciclo semafórico y signal groups de la Av. Universitaria con la Av. La Marina

Fuente: Propia

- **Vehicle Routes**

Se añadieron las rutas vehiculares de acuerdo con la data proporcionada que se registró en campo. Cabe señalar que se ingresaron rutas diferenciadas para cierto tipo de vehículos, ya que no todas las rutas se podían aplicar para todos los tipos de vehículos. A continuación, se presentan las rutas vehiculares:

En Av. La Marina vía principal (Desde el este)

- En dirección a la PUCP (giro a la derecha)
- En dirección a plaza San Miguel (de frente)
- En dirección a la Costanera (giro a la izquierda)



Figura 9.7. Rutas vehiculares Av. La Marina EO

Elaboración Propia en VISSIM

En Av. La Marina vía auxiliar (Desde el este)

- a. En dirección a PUCP (giro a la derecha)



Figura 9.8. Rutas vehiculares Av. La Marina EO vía auxiliar

Elaboración Propia en VISSIM

En Av. La Marina (Desde el oeste)

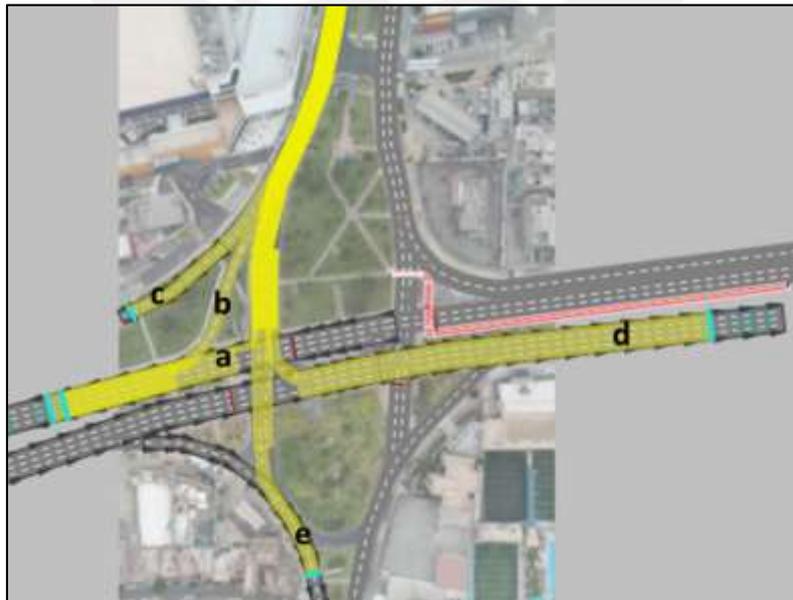
- a. En dirección a la PUCP (giro a la izquierda)
- b. En dirección a la Av. Sucre (de frente)
- c. En dirección a la Costanera (giro a la derecha por carril protegido)



*Figura 9.9. Rutas vehiculares Av. La Marina OE
Elaboración Propia en VISSIM*

En Av. Universitaria (Desde el norte)

- a. Hacia la Av. Riva Agüero vía principal (giro a la derecha)
- b. Hacia la Av. Riva Agüero vía protegido (giro a la derecha)
- c. Hacia la Av. Riva Agüero vía auxiliar (giro a la derecha)
- d. Hacia la Costanera (de frente)
- e. Hacia la Av. Sucre (giro a la izquierda)



*Figura 9.10. Rutas vehiculares Av. Universitaria NS
Elaboración Propia en VISSIM*

En Av. Universitaria (del sur)

- a. Hacia la Av. Sucre (giro a la derecha por vía protegida)
- b. Hacia la PUCP (de frente)
- c. Hacia plaza San Miguel (giro a la izquierda)

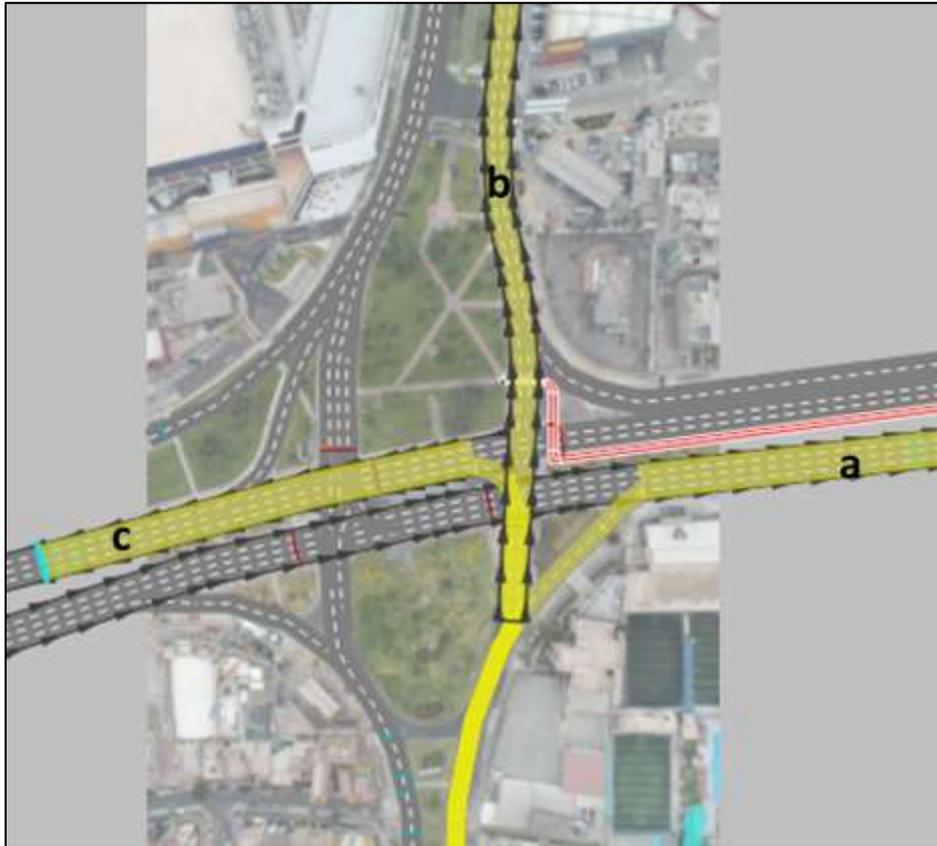


Figura 9.11. Rutas vehiculares Av. Universitaria SN
Fuente: Propia

Para buses de Servicio Público

- a. Av. La Marina OE (de frente)
- b. Av. La Marina EO (de frente)
- c. Av. Universitaria SN (de frente)

• **Paraderos de bus**

En la zona en estudio pasan diferentes vehículos de transporte público, ya sean las diferentes líneas de los corredores complementarios como líneas privadas y combis, muchas veces informales. Para este tipo de vehículos se ingresaron los paraderos existentes en la intersección.

- **Zonas de velocidad reducida**

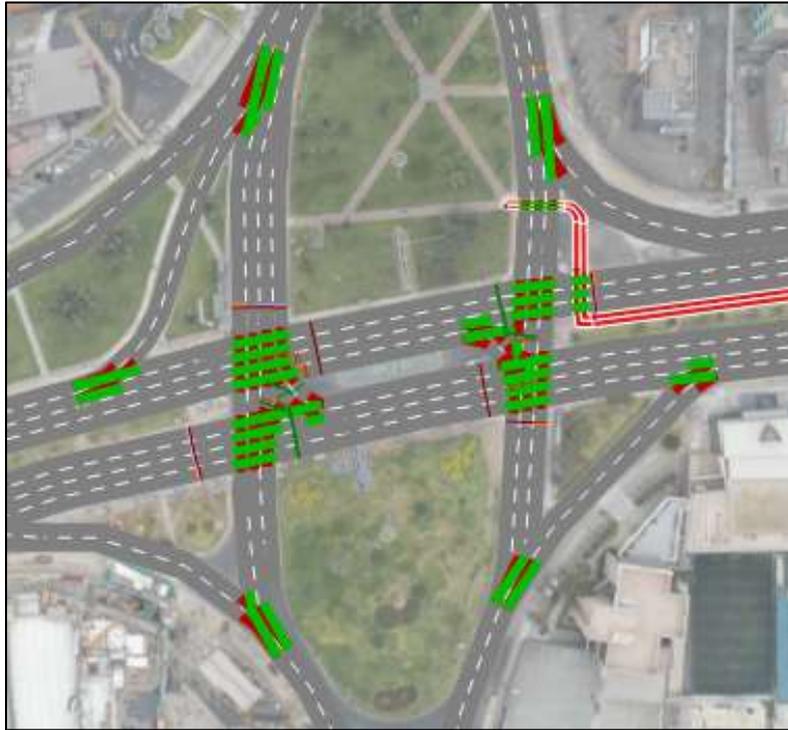
Se realizó una visita a campo y se pudo observar aquellas zonas donde los vehículos reducen la velocidad, esto se da principalmente en los giros protegidos y movimientos de giro que los vehículos realizan. (Figura 9.12)



*Figura 9.12. Rutas vehiculares Av. Universitaria SN
Elaboración Propia en VISSIM*

- **Áreas de Conflicto**

Se utilizaron áreas de conflicto para dar prioridad a la Av. La Marina, así como ordenar los múltiples giros que realizan los vehículos, así como para resolver los posibles conflictos con las ciclovías existente. (Figura 9.13)



*Figura 9.13. Áreas de conflicto
Elaboración propia en VISSIM*

- **Reglas de Prioridad**

Debido a que se observó algunos conflictos entre vehículos que no se lograron resolver con las áreas de conflictos, se procedió a usar reglas de prioridad según lo que se vio en la visita de campo realizado por el equipo y el video que se grabó. Estos conflictos se sitúan principalmente en el centro de la intersección, ya que hay posibilidad de giro hacia cualquier dirección.



*Figura 9.14. Reglas de prioridad
Elaboración propia en VISSIM*

- **Parámetros de Wiedemann**

Como se mencionó inicialmente, el presente no ha considerado la calibración del modelo, ya que no es parte del alcance de esto por no tener la suficiente data para realizarlo. Sin embargo, se ha considerado cambiar los parámetros de Wiedemann para acercar la simulación a la realidad peruana como se muestra en la Figura 9.15.

The screenshot shows the 'Behavior' editor window for 'Urban (motorized)'. It features tabs for 'Lane Change', 'Lateral', and 'Signal Control'. The 'Car following model' is set to 'Wiedemann 74'. Under 'Model parameters', the following values are displayed:

Average standstill distance:	1.00
Additive part of safety distance:	1.00
Multiplic. part of safety distance:	2.00

Other parameters include: head distance (0.00 m), 250.00 m, 4 Observed vehicles, back distance (0.00 m, 150.00 m), and primary lack of attention (0.00 s, 0.00 %).

*Figura 9.15. Parámetros de Wiedemann
Fuente: Propia en VISSIM*

10.2. Escenario Propuesto

Como se desarrolló anteriormente, la simulación del escenario propuesto incluye lo siguiente:

- a. Cierre de los giros protegidos existentes en el lado sur de la intersección (Grifo Primax e Idiomas Católica), así como el giro protegido existente en la esquina de Plaza San Miguel.
- b. Mantener el giro de la vía auxiliar de la Av. La Marina adyacente a Mc Donalds y convertirla en una plataforma única.
- c. Mantener el giro de la Av. Universitaria adyacente a Plaza San Miguel y crear un camellón a la altura de la entrada del centro comercial.

- d. Se plantea la extensión de la ciclovía existente, tanto hacia el Callao, como hacia el norte y sur de la intersección, para darle continuidad a esta y crear una red de ciclovías con las existentes cercanas a la intersección.
- e. Se plantea segregar un carril en la Av. La Marina para el transporte Público, para esto se realizó un cálculo equivalente para determinar la cantidad de pasajeros potenciales y el número de buses.
- f. Se plantea el mejoramiento de la señalización vertical y horizontal, de acuerdo a las medidas mencionadas anteriormente.
- g. Asimismo, la mejora de los paraderos de autobuses y la reubicación de los que actualmente se ubican en la Av. Universitaria S-N y Av. La Marina vía auxiliar.
- h. A raíz de los cierres de los giros protegidos, se plantea la recuperación de estos espacios para el uso peatonal y de recreación, ya que se encuentran cercanos a zona escolar (Idiomas Católica) y zona comercial (Plaza San Miguel).

Se realizaron las modificaciones mencionadas en el modelo base, para poder comparar los resultados de colas y tiempos de viaje.



*Figura 9.16. Modelo propuesto
Elaboración Propia en VISSIM*

Se realizaron 15 corridas aleatorias a los modelos, considerando un tiempo de “warm up” de 600 s. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Longitudes de colas

Tabla 9.1. Resultados de longitudes de colas de escenario

ESCENARIO ACTUAL		Cola Promedio	Cola Máxima
La Marina EO	Media	268.27	355.70
Universitaria NS EO	Media	219.49	234.79
La Marina OE	Media	128.79	146.08
Universitaria SN	Media	117.44	231.29
La Marina EO	Desviación Estándar	47.16	0.03
Universitaria NS EO	Desviación Estándar	3.75	1.16
La Marina OE	Desviación Estándar	2.38	1.79
Universitaria SN	Desviación Estándar	56.64	39.94

Nota. Elaboración Propia

Tabla 9.2. Resultados de longitudes de colas de escenario propuesto

ESCENARIO PROPUESTO		Cola Promedio	Cola Máxima
La Marina EO	Media	471.81	507.57
Universitaria NS EO	Media	318.50	449.62
La Marina OE	Media	53.72	179.16
Universitaria SN	Media	343.68	377.12
La Marina EO	Desviación estándar	9.36	2.68
Universitaria NS EO	Desviación estándar	68.76	3.13
La Marina OE	Desviación estándar	52.25	134.08
Universitaria SN	Desviación estándar	8.97	0.35

Nota. Elaboración Propia

Como se muestra en las tablas mostradas anteriormente, en la mayoría de los casos las longitudes de colas aumentan, esto es lo esperado ya que se ha realizado modificaciones como los carriles segregados. Sin embargo, la simulación nos muestra que aquellos vehículos que forman las colas son principalmente son vehículos particulares, por lo que esto supondría un desincentivo para el uso de este, priorizando la movilidad masiva.

Tiempos de viaje

Tabla 9.3. Resultados de tiempos de viaje de escenario actual

ESCENARIO ACTUAL	# vehículos	Promedio Tiempo de viaje
Av. La Marina EO	2042	47.42
Av. Universitaria SN	333	71.69

Nota. Elaboración Propia

Tabla 9.4. Resultados de tiempos de viaje de escenario propuesto

ESCENARIO PROPUESTO	# vehículos	Promedio Tiempo de viaje
Av. La Marina OE	1328	58.51
Av. Universitaria SN	467	42.40

Nota. Elaboración Propia

En las tablas anteriores se muestran los tiempos de viaje en la Av. La Marina EO y la Av. Universitaria SN. Se muestra un ligero aumento en la Av. La Marina, que es lo esperado, debido a que se segregó un carril para transporte público y se incluyó una ciclovía hasta el Callao. Sin embargo, la simulación nos muestra que el carril bus funciona de manera más eficiente, respecto a los otros carriles, por lo que se puede inferir que esto contribuyó a que el promedio de tiempo viaje no varíe en gran medida.

10. PROPUESTA MUNICIPAL DE VIADUCTO EN AV. LA MARINA CON LA AV. UNIVERSITARIA

11.1. Descripción del proyecto

La Municipalidad Metropolitana de Lima tiene proyectada la construcción de un viaducto en la intersección de la Av. La Marina con La Av. Universitaria, zona de estudio del presente trabajo. El proyecto busca mejorar las condiciones de tránsito vehicular, es decir, permitir una

mejor fluidez del tráfico vehicular, reduciendo el tiempo de viaje, costos de operación vehicular, contaminación sonora y atmosférica (El Comercio, 2021). Asimismo, se menciona que se mejorarán las condiciones peatonales en la zona de influencia (El Comercio, 2021).

Según la Empresa Municipal Administradora de Peajes de Lima, esta propuesta beneficiará a más de 90 mil usuarios que transitan por esta intersección y a vecinos de San Miguel y Pueblo Libre de manera indirecta.

La propuesta contempla un paso a desnivel en la Av. La Marina de 02 carriles por sentido, así como la implementación de una rotonda para los movimientos actuales en la intersección (Figura 10.1).



*Figura 10.1. Propuesta en Av. La Marina con Av. Universitaria por la MML.
Fuente: El Comercio, 2021.*

11.2. Iniciativas Similares

El presente año se dio inicio al proyecto del viaducto en el Óvalo Monitor, impulsado por la Municipalidad Metropolitana de Lima, iniciativa similar a lo que se pretende realizar en la intersección de la Av. La Marina con la Av. Universitaria. El proyecto demanda una inversión de S/ 80 millones y busca aliviar en un 85% la carga vehicular de la zona, beneficiando a más de 500 mil vecinos de La Molina y Surco, según lo previsto por la Municipalidad de Lima (Andina, 2021). Sin embargo, expertos han determinado que no se han realizado los debidos

estudios a largo plazo para la vialidad del proyecto, ya que podría tener las mismas consecuencias que proyectos similares que se han ejecutado en la ciudad de Lima a lo largo de los años, incentivando que el parque automotor crezca y se siga generando o empeorando el nivel de tráfico en la zona.



*Figura 10.2. Paso a desnivel Óvalo Monitor Huáscar.
Fuente: El Comercio, 2021*

11.3. Crítica al Proyecto

Las políticas utilizadas hasta la actualidad para combatir la congestión vehicular, en el Perú, no han cambiado en los últimos años, ya que se mantiene la visión de mejorar la capacidad vial de las calles, para que el tránsito sea más fluido. Por esto, las autoridades deciden construir más infraestructura destinada a los autos (ampliación de carriles, viaductos, estacionamientos, autopistas, etc.). Principalmente la ciudad de Lima es la que ha experimentado mayores cambios en cuanto a aumento de infraestructura vial, lo que, junto a su crecimiento desordenado y falta de planificación urbana, ha generado problemas de congestión vial, inseguridad y formación de barreras urbanas.

El proyecto de viaducto planteado en la intersección de la Av. Universitaria con la Av. La Marina demuestra la vigencia del enfoque mencionado en el párrafo anterior, que se mantiene entre las políticas para combatir la congestión. Sin embargo, ya en 1964, Buchanan en su informe “Traffic in towns”, expresaba que la generación de mayor infraestructura destinada al vehículo, genera una demanda nueva de personas que se ven interesadas por utilizar la vía, pero

que termina en el largo plazo saturándola nuevamente, volviéndose un ciclo vicioso (Figura 10.3) (Dextre & Avellaneda, 2015). Asimismo, en el 2001, el reporte de movilidad del Texas Transportation Institute, mostraba resultados sobre la evolución de la congestión en una muestra de 68 áreas urbanas de EE. UU, entre 1982 y 1999. Los resultados de este informe mostraban que la congestión aumentaba en todas las áreas examinadas, a pesar de que los kilómetros de vías aumentaron más que el crecimiento de la población (7% vs 15%) (Dextre & Avellaneda, 2015).

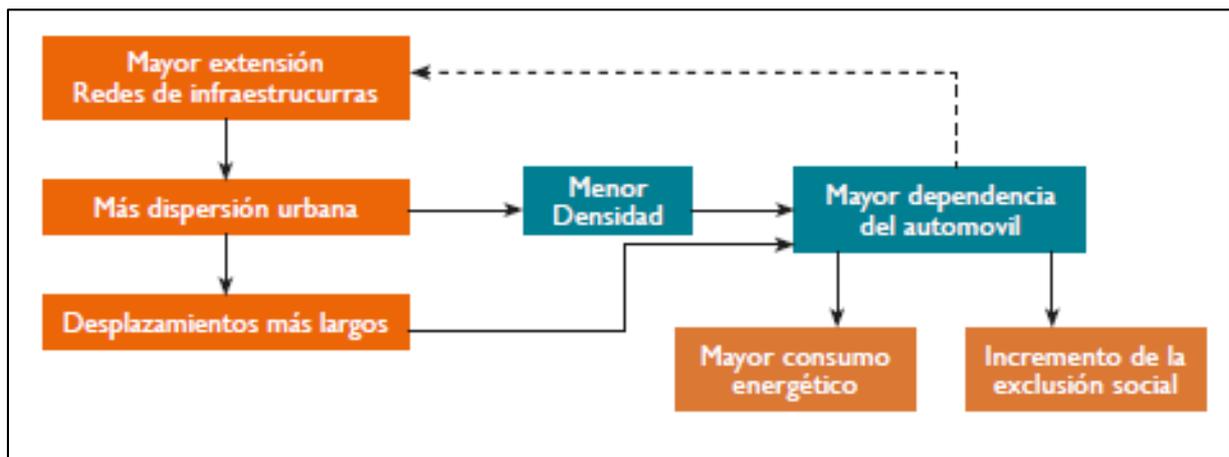


Figura 10.3. Modelo Territorial que produce dispersión (no sostenible)

Fuente: Herce, 2009

Por otro lado, Buchanan decía que el planeamiento urbano debe de garantizar a los ciudadanos las condiciones mínimas para el desarrollo de la vida y del trabajo (Dextre & Avellaneda, 2015). Entonces podemos inferir de esto, que el desarrollo de las ciudades y las políticas de transporte que se deben de seguir, deben estar orientadas a priorizar el desplazamiento de las personas, haciendo que este sea accesible y segura, para que estas puedan acceder a los bienes y servicios de manera fácil y en lo posible sin la necesidad de un medio de transporte motorizado.

El proyecto de viaducto La Marina, no cumple con el enfoque descrito líneas arriba, debido a que la creación de este tipo de infraestructura, supone la creación de barreras urbanas que segregan el territorio y hacen más inaccesible la circulación peatonal. Por otro lado, muchas veces acarrea consecuencia de inseguridad ciudadana, ya que las sendas por las que transita el peatón se vuelven más oscuras y pueden ser origen de delincuencia. También, cruzar las vías que complementan el viaducto se vuelve más inseguro e incómodo.

Entonces, queda demostrado que el aumento de infraestructura vial, solo aplaca el problema de congestión en un plazo muy corto, por lo que el planteamiento para mejorar la circulación en esta zona deberá tener un enfoque que pueda disminuir los niveles de congestión y a su vez mantener o mejorar los desplazamientos no motorizados, es decir, la reducción de infraestructura. Sobre esto, Antonio Estevan (2006), expone los resultados de un estudio financiado por el Ministerio de Medio Ambiente y Regiones del Reino Unido (Department for Transporte Local Government and the Regions (DETR)), en colaboración con London Transport, donde se trata de comprobar que la reducción de infraestructura vial conlleva a una reducción del tráfico, en base a resultados de 70 experiencias repartidas en una docena de países alrededor del mundo (Estevan, 2006). Luego de culminado el proceso, se observó que efectivamente, había una media del 20% de reducción del tráfico a diferencia de la infraestructura anterior, llegando en algunos casos al 60%, a esto se le denominó “traffic evaporation” (evaporación del tráfico) (Estevan, 2006).

Por lo dicho anteriormente, se puede deducir que las políticas y planteamientos que se debe de aplicar a este tipo de casos, es más bien, tratar de reducir la infraestructura vial para poder reducir la demanda de usuarios. Sin embargo, esto debe de venir en conjunto con políticas de mejora del sistema de transporte público, promoción del uso de vehículos no motorizados, seguridad vial, accesibilidad, regulación del uso del automóvil.

Se puede concluir entonces que el proyecto del viaducto en la Av. La Marina y sus antecesores en otras zonas de Lima, siguen enfocadas en políticas obsoletas que buscan aumentar la infraestructura viaria para combatir la congestión, aun cuando, la evidencia demuestra que esto solo alivia el problema en el corto plazo, generando una “demanda inducida” que volverá a congestionar la vía, haciendo que este tipo de proyectos no sean sostenibles en el tiempo. En lugar de ese tipo de políticas, existen medidas que pueden disminuir los niveles de congestión y a su vez mantener la calidad, seguridad y accesibilidad de los desplazamientos de las personas, tales como: mejorar la oferta de transporte público, reducir la capacidad de la red viaria, gestionar la velocidad de la red vial, gestionar cruces (Dextre & Avellaneda, 2015).

11. CONCLUSIONES

- La intersección de estudio muestra una alta complejidad debido a flujos vehiculares altos, centros comerciales alrededor, confluencia elevada de peatones, ciclovías inconexas, cantidad de ciclistas en aumento, espacio público deficiente, áreas verdes cercadas por rejas, falta de accesibilidad peatonal, paraderos aislados y una geometría de gran tamaño diseñada con paradigmas desactualizados que priorizan el paso vehicular sobre los demás tipos de movilidad. Estas condiciones demandan el rediseño de este espacio físico de acuerdo con el nuevo orden de prioridad para la movilidad sostenible en donde los usuarios más vulnerables son los que están en la cima de esta pirámide de prioridades.
- La seguridad vial en la zona tiene oportunidades de mejora pues actualmente no protege a la totalidad de ciclistas que circulan en la intersección, permite giros protegidos de amplios radios que inducen a incrementar la velocidad en perjuicio de los peatones que desean cruzar estas vías auxiliares y se tiene registro de gran número de siniestralidad vehicular según reportes de la PNP.
- Se debe tomar en consideración para el modelo en Vissim que los datos utilizados de conteos son del 2016, cuando existían 4 carriles en sentido Este-Oeste en la Av. La Marina. Actualmente solo hay tres debido a la ciclovía implementada junto al separador central, por lo que la capacidad de la vía se ha visto afectada.
- Es necesario señalar que para el presente estudio no se ha realizado la calibración del modelo en Vissim debido a la falta de datos para este fin. La información proporcionada no comprendía la distancia de las colas o tiempos de viaje y no es factible trabajar con datos de un momento distinto, por lo tanto, las comparaciones hechas se hicieron con los resultados de la microsimulación de la situación actual y la situación propuesta sin haber calibrado adecuadamente. Sin embargo, se están considerando los siguientes parámetros de Wiedemann como los más representativos de la realidad en la ciudad de Lima: Average standstill distance: 1; Additive part of safety distance: 1; Multiplic. part of safety distance: 2.
- La situación propuesta modelada en Vissim incluye la continuación de la ciclovía en el eje de la Av. La Marina, la conexión del circuito de ciclovías con la ciclovía de la Av. Universitaria, el cierre de giros protegidos, el uso de resaltos trapezoidales y el uso de carriles exclusivos para buses en la Av. La Marina. Todas estas medidas responden a la

visión de accesibilidad universal, garantizando que todos los ciudadanos puedan desplazarse de manera segura y con libertad. Además, se emplazan a un solo nivel de calzada y pueden catalogarse como medidas de bajo costo comparadas con infraestructuras a desnivel.

- Otros aspectos considerados de suma importancia en la intervención a ejecutarse, pero que no son parte del modelo en Vissim, son aquellos que mejoran las condiciones de movilidad peatonal (superficies rugosas, veredas amplias, rampas con pendientes adecuadas, áreas verdes accesibles, arborización que proporcione sombra, mobiliario, etc.), así como la implementación semafórica peatonal y ciclovial en toda la intersección; también una correcta instalación de señalización vertical y horizontal, además del mantenimiento de la carpeta asfáltica.
- Para el caso de carriles exclusivos es necesario que aparte de esta medida se plantee también una gestión del Transporte Público, en este caso se reemplazará todo tipo de vehículo de TP por un solo tipo de vehículo de mayor capacidad (100 pasajeros) con el fin de poder reducir la cantidad de unidades y mejorar las condiciones de viaje. Con esta consideración es posible estimar la cantidad de usuarios beneficiados por los carriles exclusivos de buses, por ejemplo, para Av. La Marina OE (10 195 pasajeros) frente a los carriles de autos particulares (4 424 pasajeros), por lo que la medida se sustenta en dar beneficio a una mayoría de pasajeros que viajan en ese sentido, aun sin considerar a otros tantos que se desplazan por la ciclovía.
- Los resultados muestran parámetros esperables, como mayores colas en la Av. La Marina EO (75.87 % más larga) pues se han reducido la cantidad de carriles para los autos particulares. Sin embargo, se observa que los carriles exclusivos de buses no forman colas y el tiempo de espera es mínimo. Sucede lo mismo con las ciclovías. Esta situación podría ser beneficiosa pues permite que los usuarios de vehículos privados experimenten largas demoras mientras que buses y bicicletas gozan del privilegio de avanzar rápidamente, lo que a corto plazo podría significar un incentivo para la transferencia de usuarios del auto privado hacia medios más sustentables como el bus o la bicicleta. Por este motivo se considera factible o viable la implementación de la propuesta elaborada aun cuando los resultados muestran parámetros desfavorables.

- Se observa que las colas máximas que se forman en los 4 accesos incrementan, mientras que las colas promedio llegan incluso a disminuir en el caso de La Marina OE. Esto puede explicarse por el reemplazo de gran cantidad de vehículos de transporte público por un solo tipo de vehículo y su circulación por un carril exclusivo y la permisividad para que también circulen por el carril aledaño para adelantar.



12. REFERENCIAS

Andina: Agencia Peruana de Noticias (05 de noviembre de 2021). *Construcción de paso a desnivel en Óvalo monitor Huáscar presenta 40% de avance*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-mml-nuevo-paso-a-desnivel-oval-monitor-huascar-presenta-61-avance-875331.aspx>

Andina: Agencia Peruana de Noticias (07 de septiembre de 2019). *Tráfico en Lima: interconectarán 715 cruces semaforizados para generar "olas verdes"*. Obtenido de Andina: <https://andina.pe/agencia/noticia-traffic-lima-interconectar-715-cruces-semaforizados-para-generar-olas-verdes-762431.aspx>

Centro de Transporte Sustentable de México A.C. (2022). *Manual Desarrollo Orientado al Transporte Sustentable* (pp. 1-56). México D.F.

Co-founded by the intelligent enery europe. (2014). *Developing and Implementing Sustainable Urban Mobility Plan*. Bruselas.

Constitución Política del Perú, promulgada el 29 de diciembre de 1993, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Corporación Ciudad Accesible, Boudeguer & Squella ARQ. (Octubre de 2010). *Manual de Accesibilidad Universal*. Santiago de Chile, Chile.

Decreto Legislativo N.º 651, en el mes de julio del año 1991, *se estableció la libre competencia en las tarifas y el libre acceso a las rutas del servicio público de transporte urbano e interurbano de pasajeros en todo el país*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Decreto Supremo N.º 022-2016-VIVIENDA, del 24 de diciembre de 2016, *se aprobó el Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Decreto Supremo N.º 013-2007-MTC, de 26 de abril de 2007, *Plan Nacional de Seguridad Vial 2007-2011*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Decreto Supremo N.º 019-2017-MTC, 08 de setiembre de 2017, *se aprueba el Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial 2017-2021*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Decreto Supremo N.º 059-2010-MTC, de 11 de septiembre de 2013, *Red Básica del Metro de Lima – Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Decreto Supremo N.º 016-2009-MTC, de 22 de abril de 2009, *Reglamento nacional de tránsito*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Despierta Lima & Lima Cómo Vamos. (2020). *Los efectos del #Covid19 en la movilidad de Lima y Callao*. lima. Obtenido de http://www.limacomovamos.org/wp-content/uploads/2020/05/Encuesta_movpostcovid.pdf

Dextre, J. C. & Avellaneda, P. (2014). *Movilidad en zonas urbanas*. Fondo Editorial PUCP, Lima.

Estevan, A. (marzo de 2006). *Transporte contra Natura: la inviabilidad ecológica del transporte horizontal*. Madrid, España.

Gehl, J., & Gemzøe, L. (2002). *Nuevos espacios urbanos*. Barcelona: Gustavo Gili.

Gobierno de la Ciudad de México. (2016). *Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad*. Ciudad de México.

Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo. (2011). *Tomo IV Ciclociudades: Infraestructura*. México.

Lastra, M. S., Galindo-Pérez, C., & Murata, M. (2016). *Bicicletas para la ciudad*. México
Ley N° 27050, de 05 de abril de 2000, *Ley General de la Persona con Discapacidad*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Ley N° 27181, 21 de noviembre de 2012, *Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Ley N° 27444 promulgada el año 2001, *Ley del Procedimiento Administrativo General*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano»

Ley N° 27972 promulgada el año 2003, *Ley Orgánica de Municipalidades*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Ley N° 30900, de 28 de diciembre de 2018, *Ley que crea la Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao (ATU)*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Ley N° 30936, de 24 de abril de 2019, *Ley que promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Lizárraga Mollinedo, C. (2006). *Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI*

Medina Ramirez, S., & Veloz Rosas, J. (2012). *Guía de estrategias para la reducción del uso del auto en ciudades mexicanas* (1st ed.). Embajada Británica de México.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015). *Informe de Caracterización de Tramos de Vía de Alta Incidencia de Accidentes de Tránsito en el Distrito de San Miguel*. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2020). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de INEI: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/prueba-11103//>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (julio de 2017). *Manual de Seguridad Vial*. Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda y urbanismo. Gobierno de Chile (2015). *Vol II Espacios Públicos Urbanos: Construcción de ciclovías*. Santiago: División de Desarrollo Urbano

Ministerio de Vivienda y urbanismo. Gobierno de Chile. (2015). *Vol. I Vialidad Ciclo-inclusiva: Recomendaciones de Diseño*. Santiago: División de Desarrollo Urbano.

Municipalidad de Lima, (2017). *Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía de Circulación de Bicicletas*. Lima, Perú

NACTO., I. (2013). *Urban Street Design Guide*. Washington, DC: Island Press/Center for Resource Economics.

Norma G.010, de 08 de mayo de 2006, *Consideraciones Básicas del RNE*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Observatorio Nacional de Seguridad Vial (2021), *Boletín estadístico de siniestralidad vial, Primer semestre 2021*, Perú. Obtenido de <https://www.onsv.gob.pe/boletin-estadistico-de-siniestralidad-vial-primer-semestre-2021/>.

Olivera, G. A. (14 de Mayo de 2021). El Comercio. *Municipalidad de Lima plantea construir un viaducto en el cruce de las avenidas La Marina y Universitaria: ¿Qué opinan los especialistas?* Obtenido de www.elcomercio.com

Ordenanza N° 1613-MML, 26 de junio del 2012, *Sistema Integrado de Transporte Público de Lima Metropolitana (SIT) y aprueba el Plan Regulador de Rutas*, Diario Oficial «El Peruano».

Ordenanza N° 1769-MML, de enero del 2014, “*Norma que regula el Sistema de Corredores Complementarios del SIT*”, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Ordenanza N° 1876-MML, de 28 de febrero de 2015, *aprueba el Sistema de Rutas del Servicio de Transporte Regular de Personas en Lima Metropolitana indicando la cantidad de rutas urbanas, rutas periféricas y rutas en zonas no atendidas*, Ordenanza N° 1876-MML publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Ordenanza N° 341-MML, de 06 de diciembre de 2001, *Sistema Vial Metropolitano*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Ordenanza N° 732-MML, promulgado el año 2004, *se crea el Instituto Metropolitano Protransporte de Lima*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Organización Panamericana de la Salud. (2019). *Estado de la Seguridad vial en la región de las Américas*. Washington, D.C.

Peralta, J. H. (Octubre de 2007). *Discapacidad y Diseño Accesible*. Lima, Perú.

Resolución de Gerencia N°202- 2014-MML/GTU, de 17 de julio de 2014, *Criterios para la instalación de resaltos trapezoidales*, publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Resolución Directoral N° 16-2016-MTC/14, de 31 de mayo de 2016, *Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras*. publicado en el Diario Oficial «El Peruano».

Sarmiento, C. and Clerc, J. (2016). *Guía DOTS para Comunidades Urbanas*. CTS EMBARQ México, Segunda edición.

Stiglich, M. (2016). *¿Por qué con el bypass de 28 de Julio ha aumentado el tráfico?* Lugares Comunes. Obtenido de <https://comunelugares.wordpress.com/2016/04/14/por-que-con-el-bypass-de-28-de-julio-ha-aumentado-el-trafico/>.

Texas Transport Institute (2011). *Annual Urban Mobility Report*. Texas, EUA.

TomTom. (2020). *Annual TomTom Traffic Index 2020*. Amsterdam, Holanda

Welle, B., Li, W., Adriaola-Steil, C., King, R., Obelheiro, M., Sarmiento, C., & Qingnan, L. (23 de Julio de 2015). *Cities Safer by Design. Guidance and Examples to Promote Traffic Safety through Urban and Street Design*.



13. ANEXOS

ANEXO A: LISTA DE CHEQUEO DE SEGURIDAD VIAL

Tabla A1: Lista de chequeo de la intersección Av. La Marina/Av. Universitaria

LISTA DE CHEQUEO GENERAL DE SEGURIDAD VIAL		REVISADO	CONDICIONES GENERALES/COMENTARIOS
1.1	Alcance		
1	¿Son claros los objetivos del proyecto?	✓	Mejorar la circulación peatonal, ciclista y vehicular
2	¿Se respeta el contexto y la jerarquía de la red vial?	✓	Av. La Marina (metropolitana) y Av. Universitaria (arterial).
3	¿Se conocen y consideran los planes de la red vial futura?	✓	Existe una propuesta municipal de ejecutar un paso a desnivel elevado
4	¿Existen estudios de tránsito y transporte?	✓	Existen estudios de flujos peatonales y vehiculares alrededor del centro comercial Plaza San Miguel
1.2	Infraestructura existente		
5	¿Se interactuó con proyectos y obras de infraestructura existente para evitar interferencias?	✓	Se observó la interferencia de carril por ejecución de obra de un edificio. No se ha realizado coordinación alguna.
1.3	Impactos		
6	¿Se consideró los impactos sobre redes viales existentes?	✓	En ello consiste la propuesta de mejora
1.4	Ejecución del proyecto		
7	¿Es claro el plan de trabajo para la ejecución?	✓	Estudio del cruce, recolección de datos, ingresar datos en el software Vissim, interpretar los resultados, proponer mejoras.
8	¿La señalización es efectiva?	✓	Falta de instalación, mantenimiento y/o limpieza de señales.
9	¿Se encuentra en buen estado las vías para los desvíos?	✓	Se observaron fallas por hundimiento o falta de mantenimiento, pero no fisuras piel de cocodrilo, tampoco baches importantes, peladuras, etc.
10	¿Los desvíos resuelven en capacidad de fluidez de la circulación vehicular y peatonal?	✓	No aplica
11	¿Se considera los aspectos básicos para mantener limpia el área de circulación?	✓	Se observa la existencia de mobiliario urbano y comercio ambulatorio que no impiden ni bloquean el espacio de flujo peatonal, pero si existe otro mobiliario que afecta la circulación.
1.5	Accidentabilidad		

12	¿Se ha tenido en cuenta los análisis de accidentabilidad de la zona del proyecto para reducir los riesgos?		Datos de la Policía Nacional del Perú en donde asignan como "puntos negros" las zonas exactas donde se generan los accidentes
1.6	Auditorías anteriores		
13	¿Se considera las detecciones de puntos potencialmente peligrosos formulados por las auditorías de seguridad vial anteriores con respecto al mismo o similar tipo de proyecto?		Se han detectado puntos potencialmente peligrosos dentro del cruce, que la propuesta trata de eliminarlos.

13.

2.1	Concepción urbanística		
1	¿Existe el concepto urbanista en el proyecto y a su vez existe la preferencia al peatón antes que al vehículo?		La propuesta toma en cuenta al peatón como eje principal.
2	¿De acuerdo a los nuevos conceptos y filosofía de transporte público, el proyecto considera la circulación peatonal segura?		La propuesta considera mejoramiento del espacio público, separación de rutas ciclistas con rutas peatonales, ensanchamiento de veredas
2.2	Características del lugar		
3	¿Se ha analizado e identificado el lugar de ubicación del proyecto, así como su área de influencia, para una correcta implantación?		Se ha delimitado el alcance del cruce La Marina - Universitaria, y se ha identificado y analizado los giros a la izquierda y derecha, los ciclos semafóricos y fases, las paradas de buses y autos, conflictos, líneas de
4	¿Las características topográficas, tienen participación en la accidentalidad vial del lugar?		La zona de estudio tiene un terreno plano
5	¿Los componentes viales responden a las condiciones físicas del terreno?		No aplica
6	¿Las condiciones climáticas tienen influencia en la causa de generación de accidentes viales?		A ciclistas, peatones y autos afecta la lluvia
2.3	Uso de suelo		
7	¿Existe compatibilidad entre el uso del suelo y las características funcionales de la vía?		Zona comercial: vías anchas, existe compatibilidad.
8	¿Se cumple las normas de velocidad y acceso para cada zona con el uso de suelo		Se verifica que la velocidad de los vehículos es compatible con la zona comercial: velocidad moderada

	especificado?		
9	¿Existen medidas y elementos de protección al peatón en áreas cercanas a los colegios, etc.?		No existen colegios dentro de la zona de estudio
10	¿Existen condiciones de afluencia segura a los equipamientos urbanos de alta concentración de peatones?		Paraderos en Universitaria no tienen condiciones seguras para ser una zona de concentración de peatones: ancho angosto de veredas, poca iluminación.
11	¿Los vendedores ambulantes y estacionarios que ocupan las veredas y en algunos casos las vías, serán posibles causas de los accidentes?		Vendedores estacionarios se ubican en espacios en donde no bloquean el flujo peatonal, y no existe una cantidad considerable de vendedores ambulantes que puedan bloquear el paso
12	¿El uso de suelo para estacionamientos, será compatible en su ubicación, dimensión y señalización y circulación de usuarios del entorno?		No existen estacionamientos en la zona de estudio
13	¿Los estacionamientos reúnen las condiciones de operación sin riesgo con respecto a la seguridad del tránsito de vehículos y peatones en las vías de acceso y salida?		No existen estacionamientos en la zona de estudio
2.4	Movilidad humana		
14	¿Está controlado el cruce entre el transporte masivo y el transporte convencional?		No hay distinciones en el tránsito de ambos tipos de transporte
15	¿La señalización es efectiva?		Las señales verticales se encuentran en mal estado. Los semáforos tienen ciclos adecuados.
16	¿El sistema de transporte masivo es compatible física y operacionalmente con la clase y la jerarquía de vía por donde se desplaza?		Sí es compatible: Universitaria es vía arterial, y La Marina es vía expresa (Ordenanza N°341-MML)

17	¿El sistema de transporte público colectivo es compatible física y operacionalmente con la clase de vía que utiliza para su desplazamiento?		Sí es compatible: Universitaria es vía arterial, y La Marina es vía expresa (Ordenanza N°341-MML)
18	¿Las vías que permiten la alimentación al sistema de transporte masivo reúnen las condiciones operacionales y de seguridad?		El flujo de transporte masivo no se encuentra dentro de carriles segregados.
19	¿El transporte público colectivo tiene paraderos seguros?		No hay zonas especiales que operen como paraderos seguros
20	¿Los paraderos de transporte público colectivo están ubicados a distancias adecuadas para los peatones y a su vez son compatibles con los centros extractores de viaje?		Sí se encuentran ubicados en puntos extractores de viaje: cerca a los cruces
21	¿El transporte privado tiene las facilidades para su normal operación con la señalización, estacionamiento visible y compatible con la seguridad de las vías?		Sí existe señalización vertical y horizontal que permite operar a los autos en condiciones adecuadas
22	¿Las ciclovías tienen condiciones funcionales y constituyen una alternativa segura de traslado diario para los usuarios?		Sí, no obstante, se pueden mejorar: ampliar su ruta, colocar semáforos en ciclovías
2.5	Infraestructura Vial		
23	¿Existe una clasificación funcional de las vías que contribuya a una eficiente conectividad urbana?		Sí, la zona de estudio es un cruce de dos vías metropolitanas
24	¿El cruce entre vías principales y secundarias garantiza el flujo continuo y seguro de los usuarios, presentando sus atributos funcionales?		No aplica
25	¿En las vías principales y secundarias se resuelve el cruce transversal de las vías de menor jerarquía para uso de peatones, ciclistas y vehículos?		No aplica

26	¿Las vías colectoras sirven para alimentar las vías principales y secundarias, con velocidad permitida para su operación?		No aplica
27	¿Las vías locales se usan para el desplazamiento y el acceso a las viviendas y usos de suelos urbanos compatibles con las áreas residenciales?		No aplica
28	¿Las veredas de peatones tienen las condiciones físicas y dimensiones, continuidad sin obstáculos, visibilidad y señalización para ser una alternativa segura de traslado?		Las veredas son angostas en ciertas zonas.
29	¿La ruta de ciclovías constituye un subsistema de vías exclusivas para ciclistas y brinda las condiciones y facilidades operacionales de una circulación segura?		Parcialmente: en La Marina es exclusiva para ciclistas, mientras que cuando llega a universitaria dentro de la mediana se cruza con el flujo peatonal
30	¿Están configuradas las ciclovías y las veredas peatonales para alimentar de manera segura el sistema de transporte masivo y el transporte público?		No: las rutas peatonales son parcialmente seguras, y las rutas ciclistas no conecta ni continúa hacia otros tramos de las vías en estudio
2.6	Infraestructura de servicios públicos		
31	¿El equipamiento y el mobiliario de la infraestructura de servicio público afectan la circulación segura de peatones y vehículos?		No se observaron
32	¿Es conforme la ubicación de ductos y elementos de control de redes de infraestructura de servicio con las vías peatonales y vehiculares en su mantenimiento y operación?		No aplica
2.7	Accidentabilidad		
33	¿Se ha tenido en cuenta los análisis de accidentabilidad de la zona del proyecto para reducir los riesgos?		Datos de la Policía Nacional del Perú en donde asignan como "puntos negros" las zonas exactas donde se generan los accidentes

2.8	Auditorías anteriores		
34	¿Se considera las detecciones de puntos potencialmente peligrosos formulados por las auditorías de seguridad vial anteriores con respecto al mismo o similar tipo de proyecto?		Se han detectado puntos potencialmente peligrosos dentro del cruce, que con la propuesta se trata de eliminarlos

Fuente: Adaptado del Manual de Seguridad Vial (MTC), 2017



ANEXO B: REGISTRO FOTOGRÁFICO EN LA ZONA DE ESTUDIO



Figura B.1. Tapas de buzones a desnivel con la calzada
Fuente: Propia



Figura B.2. Falta mantenimiento de veredas.
Fuente: Propia



Figura B.3. Cruceos sin rampas en sus extremos en Av. La Marina
Fuente: Propia



Figura B.4. Tapas de buzones expuestas y a desnivel de la mediana.
Fuente: Propia



Figura B.5. El proyecto considera el mejoramiento del espacio público como el ensanchamiento de veredas

Fuente: Propia

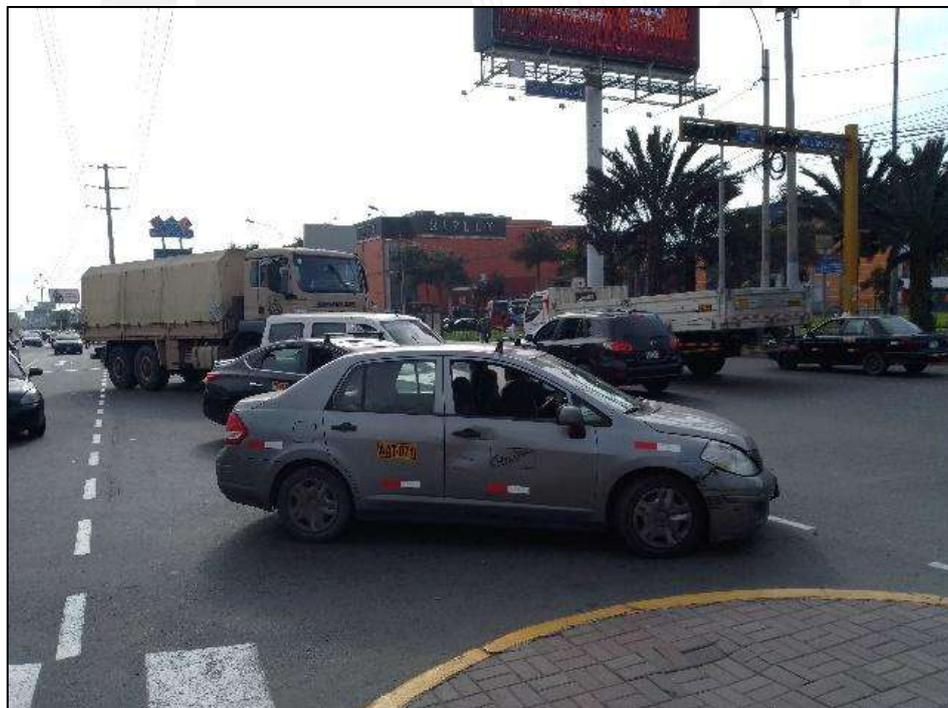


Figura B.6. Uno de los movimientos a estudiar son los giros a la izquierda de vehículos

Fuente: Propia



*Figura B.7. Zona comercial, vías anchas.
Fuente: Propia*



*Figura B.8. Veredas angostas
Fuente: Propia*



Figura B.9. Líneas de deseo entre el centro comercial y el paradero de transporte público interrumpidos por barandas metálicas.

Fuente: Propia

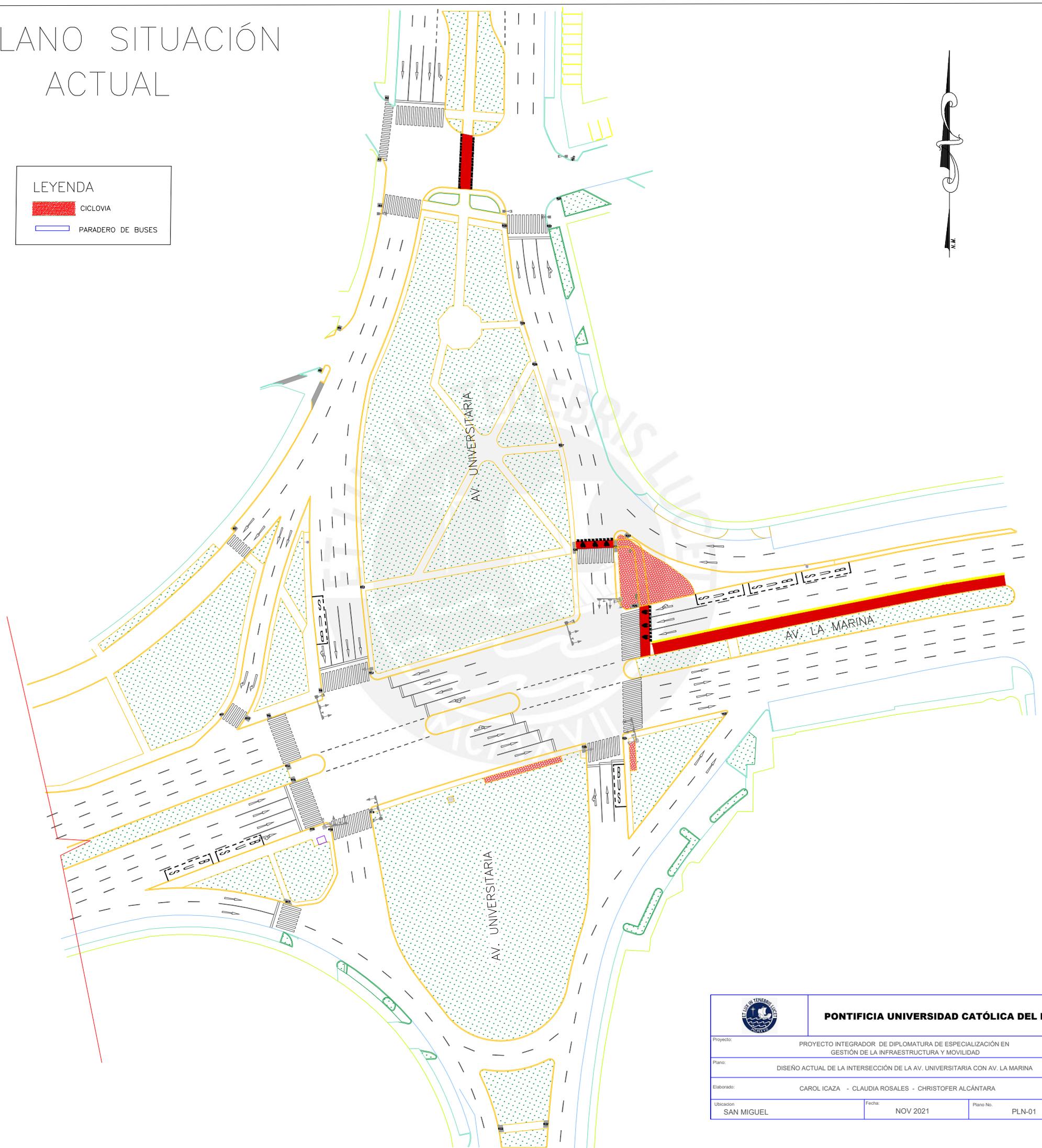


ANEXO C: PLANO DE SITUACIÓN ACTUAL

PLANO SITUACIÓN ACTUAL



LEYENDA	
	CICLOVIA
	PARADERO DE BUSES



	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Proyecto:	PROYECTO INTEGRADOR DE DIPLOMATURA DE ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y MOVILIDAD
Plano:	DISEÑO ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN DE LA AV. UNIVERSITARIA CON AV. LA MARINA
Elaborado:	CAROL ICAZA - CLAUDIA ROSALES - CHRISTOFER ALCÁNTARA
Ubicación:	SAN MIGUEL
Fecha:	NOV 2021
Plano No.:	PLN-01



ANEXO D: PLANO DE DISEÑO PROPUESTO

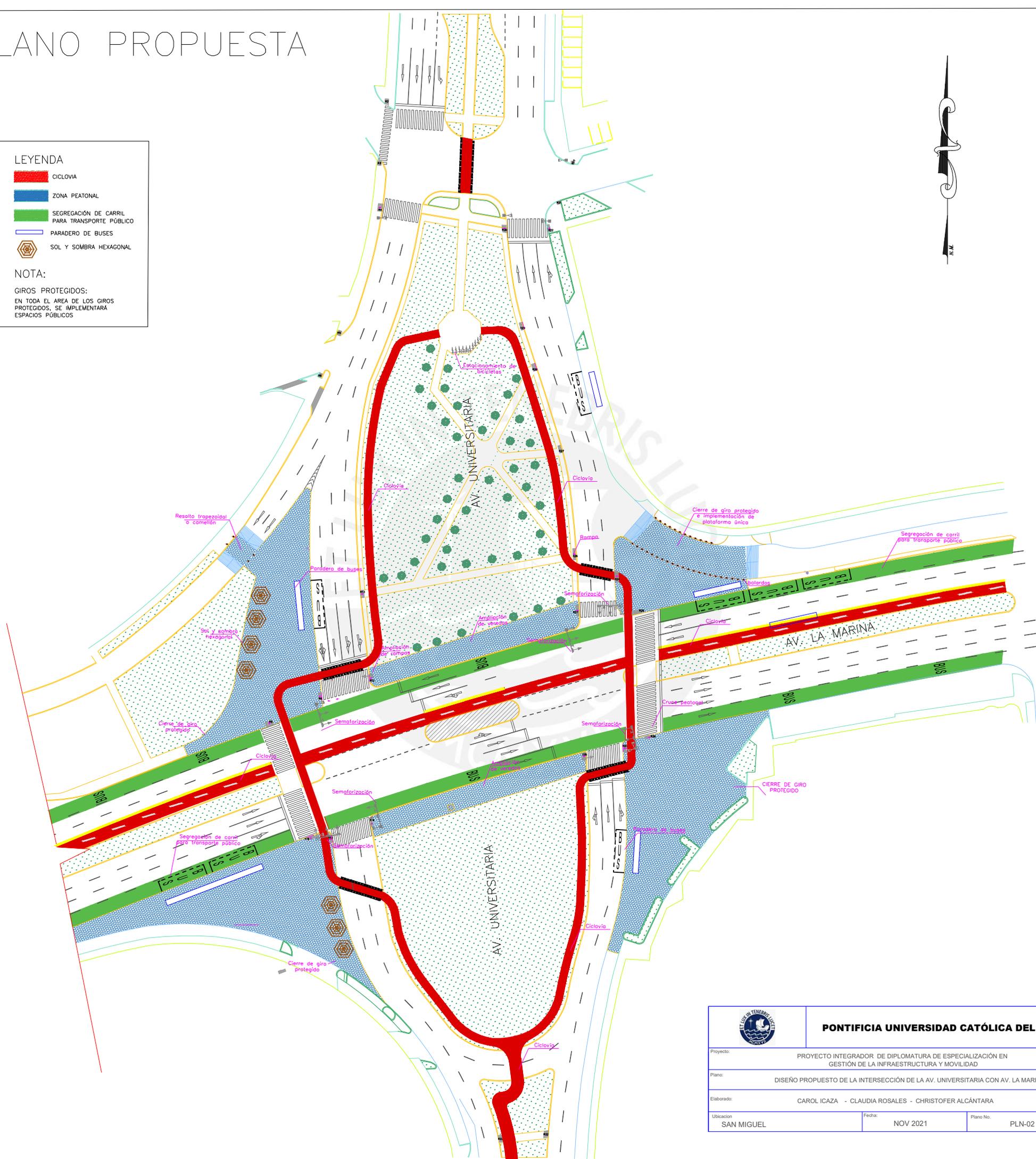
PLANO PROPUESTA

LEYENDA

- CICLOVIA
- ZONA PEATONAL
- SEGREGACIÓN DE CARRIL PARA TRANSPORTE PÚBLICO
- PARADERO DE BUSES
- SOL Y SOMBRA HEXAGONAL

NOTA:

GIROS PROTEGIDOS:
EN TODA EL ÁREA DE LOS GIROS PROTEGIDOS, SE IMPLEMENTARÁ ESPACIOS PÚBLICOS



 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ		
Proyecto:	PROYECTO INTEGRADOR DE DIPLOMATURA DE ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y MOVILIDAD	
Plano:	DISEÑO PROPUESTO DE LA INTERSECCIÓN DE LA AV. UNIVERSITARIA CON AV. LA MARINA	
Elaborado:	CAROL ICAZA - CLAUDIA ROSALES - CHRISTOFER ALCÁNTARA	
Ubicación:	SAN MIGUEL	Fecha: NOV 2021
		Plano No. PLN-02