

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL Y PROPUESTA DE MEJORA EN LA
INTERSECCIÓN CUÁDRUPLE DE LAS AVENIDAS EL SOL, TULLUMAYO,
PARDO PASEO DE LOS HÉROES Y LA ALAMEDA PACHACUTEQ, UBICADAS
EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Jafet Fabricio Olarte Bustinza

Carlos Marks Soto Mallqui

ASESOR:

Juan Carlos Dextre Quijandría


Lima, junio, 2023

Informe de Similitud

Yo, JUAN CARLOS DEXTRE QUIJANDRÍA, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis titulado “INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL Y PROPUESTA DE MEJORA EN LA INTERSECCIÓN CUÁDRUPLE DE LAS AVENIDAS EL SOL, TULLUMAYO, PARDO PASEO DE LOS HÉROES Y LA ALAMEDA PACHACUTEQ, UBICADAS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO” de los autores Jafet Fabricio Olarte Bustinza y Carlos Marks Soto Mallqui, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 4%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 27/07/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: 01/08/2023

Apellidos y nombres del asesor: DEXTRE QUIJANDRÍA, JUAN CARLOS	
Paterno Materno. Nombre1 Nombre.2	
DNI:21413102	Firma 
ORCID: 0000-0002-9810-2464	

Resumen

Según estudios realizados por el MTC, Cusco es una de las ciudades con mayor cantidad de siniestros a nivel nacional. Adicionalmente, es una de las ciudades con mayor actividad turística en todo el Perú, por lo cual muchas de sus vías y calles son concurridas frecuentemente por distintos usuarios (peatones, conductores, ciclistas, etc.); específicamente, las que se localizan en el centro histórico de dicha ciudad. Sin embargo, la mayoría de estas vías e intersecciones, como la intersección cuádruple de las avenidas El Sol, Tullumayo, Pardo Paseo de los Héroe y alameda Pachacutec, presentan problemas relacionados a la seguridad vial como una consecuencia del diseño deficiente de la infraestructura vial. Con tal finalidad, se requiere realizar una ISV para identificar los problemas que afectan a la seguridad vial de la zona de estudio, efectuar un análisis de movilidad de peatones para conocer su patrón de desplazamiento (líneas de deseo), y proponer una alternativa de cambio del espacio público, rediseño vial de la intersección y medidas que mejoren la accesibilidad de los peatones más vulnerables para fortalecer la seguridad vial en la intersección. Así mismo, la metodología empleada del presente trabajo posee un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), cuyo sustento se basa en la recopilación de información a través de las listas de chequeo generales y detalladas, la ejecución de aforos peatonales y vehiculares, la elaboración de un estudio de velocidades vehiculares y la determinación de las líneas de deseo. Finalmente, se concluye, principalmente, que es posible identificar, analizar y proponer soluciones factibles para reducir los problemas de seguridad vial existentes en la intersección cuádruple de estudio.

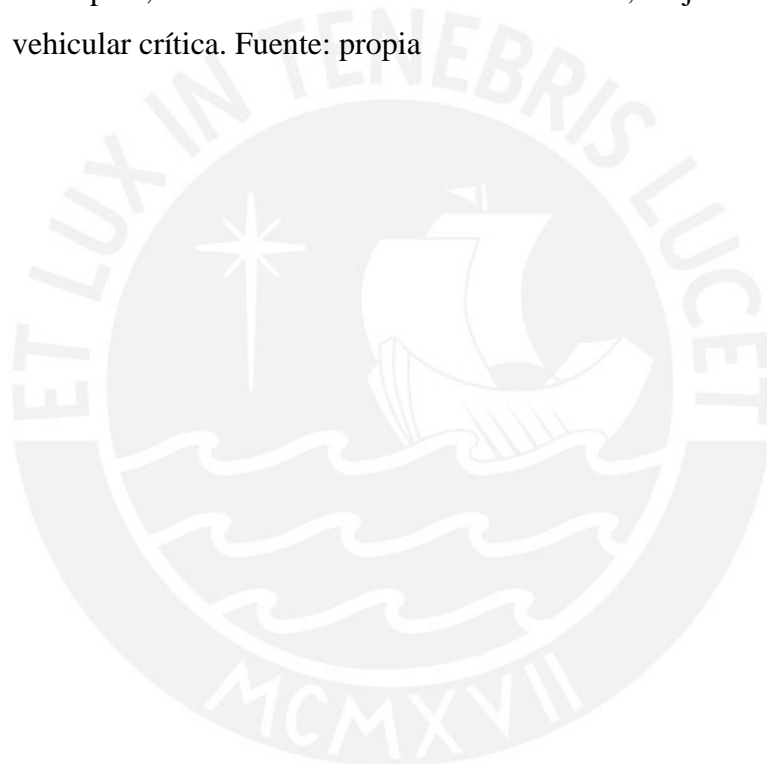
Tabla de contenidos

1.	Generalidades	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Objetivos	2
1.2.1.	Objetivo general	2
1.2.2.	Objetivos específicos	2
1.3.	Justificación	2
1.4.	Metodología	3
2.	Marco Teórico	8
2.1.	Generalidades de la seguridad vial	8
2.1.1.	Importancia de la seguridad vial	8
2.1.2.	Registro de información de accidentes de tránsito en el mundo	9
2.1.3.	Seguridad vial en el Perú	10
2.1.4.	Principios para entornos más seguros	11
2.1.5.	Accesibilidad universal y diseño vial de infraestructura inclusiva	13
2.1.6.	Visión Cero y Vías Perdonadoras	15
2.2.	Auditorías (ASV) e Inspecciones de Seguridad Vial (ISV)	17
2.2.1.	Definiciones y objetivos de las ISV/ASV	17
2.2.2.	Beneficios de realizar una ISV/ASV	18
2.2.3.	Elementos esenciales de una ISV/ASV	18
2.3.	Herramienta principal para desarrollar una ISV/ASV	19
2.3.1.	Listas de chequeo	19
2.4.	Herramientas complementarias para desarrollar una ISV/ASV	23
2.4.1.	Aforos vehiculares manuales	23
2.4.2.	Aforo de velocidades vehiculares	25
2.4.3.	Aforos peatonales manuales	26
2.4.4.	Líneas de deseo peatonales como análisis de movilidad peatonal	28

3.	Inspección de seguridad vial en la intersección	29
3.1.	Definición del problema	29
3.2.	Ubicación y descripción de la situación actual	31
3.3.	Características viales de la zona de estudio y problemas encontrados a priori	33
3.3.1.	Configuración de la intersección	33
3.3.2.	Señalización vertical	34
3.3.3.	Señalización horizontal	37
3.3.4.	Iluminación	38
3.3.5.	Semaforización	39
3.3.6.	Superficie de rodadura	40
3.3.7.	Estacionamientos y paraderos	42
3.3.8.	Usuarios de la vía	44
3.3.9.	Entorno y mobiliario urbano	55
3.4.	Hallazgos y soluciones de la ISV en la intersección de estudio	56
3.4.1.	Configuración de la intersección	57
3.4.2.	Señalización vertical	57
3.4.3.	Señalización horizontal	60
3.4.4.	Iluminación	63
3.4.5.	Semaforización	64
3.4.6.	Superficie de rodadura	67
3.4.7.	Estacionamientos y paraderos	69
3.4.8.	Usuarios de la vía	72
3.4.9.	Entorno y mobiliario urbano	80
4.	Conclusiones	81
5.	Recomendaciones	83
6.	Referencias	84
7.	Anexos	90

Índice de Tablas

- Tabla 1. Demandas máximas de peatones en los horarios de la mañana, tarde y noche. Fuente: propia.
- Tabla 2. Hora pico, horario de los 15 minutos críticos, flujo crítico y demanda peatonal crítica. Fuente: propia.
- Tabla 3. Composición vehicular en la intersección de estudio. Fuente: propia.
- Tabla 4. Demandas máximas de vehículos en los horarios de la mañana, tarde y noche. Fuente: propia.
- Tabla 5. Hora pico, horario de los 15 minutos críticos, flujo crítico y demanda vehicular crítica. Fuente: propia



Índice de Figuras

- Figura 1. Tasas de muerte por accidente de tránsito por cada 100,000 habitantes de los años 2013 y 2016 por regiones. Tomado de “Global Status Report on a Road Safety”, por WHO (2018).
- Figura 2. Rebaje de esquina con pendiente adecuada con implementación de texturas en el pavimento para alertar un cruce a peatones discapacitados en la ciudad de San Francisco (EEUU). Tomado de “Manual de Accesibilidad Universal”, por Boudeguer (2010).
- Figura 3. Cambio del espacio público con el enfoque de “Visión Cero” en la avenida Duque de Ávila, Lisboa (Portugal). Tomado de “BEFORE | AFTER GALLERY”, por URB – I (2014).
- Figura 4. Equipo auditor desarrollando una ASV en una carretera rural. Tomado de “Road Safety Audits (RSA)”, por FHWA (n.d.).
- Figura 5. Conteo de vehículos por métodos manuales realizado en la avenida El Sol, Cusco. Fuente: propia.
- Figura 6. Trayectoria de líneas de deseo (flecha de color azul) de peatones que cruzan la vía. Tomado de “Cartografía del deseo: Diseño, Caminabilidad y peatones en la ciudad de Quito”, por Cevallos et al. (2018)
- Figura 7. Ubicación de las avenidas que concurren en la intersección de estudio. Tomado de “Plan de Desarrollo Urbano de Cusco 2013 - 2023”, por Municipalidad del Cusco (2013).
- Figura 8. Discusión entre conductores por choque vehicular en la intersección cuádruple de estudio. Fuente: propia.
- Figura 9. Vehículos con parachoque delantero descuadrado y llanta dañada. Fuente: propia.
- Figura 10. Ubicación de las avenidas que concurren en la intersección de estudio. Fuente: propia.
- Figura 11. Distribución de establecimientos del rubro "Comercial". Tomado de “Plan de Desarrollo Urbano de Cusco 2013 - 2023”, por Municipalidad del Cusco (2013).

- Figura 12. Distribución de establecimientos del rubro "Turístico". Tomado de "Plan de Desarrollo Urbano de Cusco 2013 - 2023", por Municipalidad del Cusco (2013).
- Figura 13. Ubicación de la intersección de estudio dentro de la "Zona Monumental" de la ciudad del Cusco. Tomado de "Plan de Desarrollo Urbano de Cusco 2013 - 2023", por Municipalidad del Cusco (2013).
- Figura 14. Forma de la intersección de estudio. Fuente: propia
- Figura 15. Señalización vertical ubicada en la avenida El Sol. Fuente: propia.
- Figura 16. Señal preventiva retrorreflectiva ubicada en la intersección de estudio en horario nocturno y diurno. Fuente: propia.
- Figura 17. Señal informativa de destino ubicada en el semáforo de la avenida Tullumayo que permite el acceso a la intersección. Fuente: propia.
- Figura 18. Ausencia de señalización horizontal en la avenida Pardo - Paseo de los Héroes. Fuente: propia.
- Figura 19. Crucero peatonal sin mantenimiento de la avenida Tullumayo. Fuente: propia
- Figura 20. Señalización horizontal en la avenida El Sol. Fuente: propia.
- Figura 21. Iluminación de la intersección de estudio en horario nocturno. Fuente: propia.
- Figura 22. Semáforos peatonales y vehiculares que regulan el tránsito de la avenida Pardo - Paseo de los Héroes. Fuente: propia.
- Figura 23. Agrietamiento tipo "Piel de Cocodrilo" en el pavimento de la avenida Pardo - Paseo de los Héroes. Fuente: propia.
- Figura 24. Baches en la avenida Pardo - Paseo de los Héroes. Fuente: propia.
- Figura 25. Material suelto en distintas zonas de la avenida Tullumayo. Fuente: propia.
- Figura 26. Paradero ubicado en avenida El Sol. Fuente: propia.
- Figura 27. Estacionamiento ubicado en avenida Pardo. Fuente: propia.
- Figura 28. Estacionamiento público ubicado en avenida Tullumayo (esquina de avenida Tullumayo con avenida Pachacutec) con ausencia de señalización vertical y con acceso restringido. Fuente: propia.
- Figura 29. Estacionamiento público ubicado en avenida Tullumayo (frente a la fachada del Centro Artesanal Cusco) con acceso restringido por vallas. Fuente: propia.

- Figura 30. Peatones transitando en la intersección de estudio. Fuente: propia.
- Figura 31. Líneas de deseo peatonales en las vías que concurren en la intersección cuádruple de estudio. Fuente: propia.
- Figura 32. Líneas de deseo peatonales ubicadas en avenida El Sol. Fuente: propia.
- Figura 33. Líneas de deseo peatonales ubicadas en avenida Tullumayo. Fuente: propia.
- Figura 34. Líneas de deseo peatonales ubicadas en avenida Pardo y alameda Pachacutec. Fuente: propia.
- Figura 35. Variación horaria de demanda peatonal en las vías de la intersección de estudio: Fuente: propia.
- Figura 36. Peatón discapacitado transitando por la calzada por inadecuado diseño de facilidades peatonales. Fuente: propia.
- Figura 37. Vehículos que transitan por la avenida Tullumayo. Fuente: propia.
- Figura 38. Fases vehiculares y maniobras permitidas para cada una de ellas. Fuente: propia.
- Figura 39. Distribución de tiempos de rojo, ámbar y verde para cada fase vehicular dada en los accesos de las vías que concurren en la intersección de estudio. Fuente: propia.
- Figura 40. Variación horaria de la demanda vehicular a lo largo del día de aforo. Fuente: propia.
- Figura 41. Vehículos en avenida Pardo detenidos esperando una brecha o espaciamiento entre los vehículos que transitan en avenida Tullumayo para poder cruzar. Fuente: propia.
- Figura 42. Ciclista detenido en el carril derecho de acceso de avenida Tullumayo. Fuente: propia.
- Figura 43. Ciclista cruzando la intersección de estudio. Fuente: propia.
- Figura 44. Vallas peatonales ubicadas para separar carriles en la avenida "El Sol". Fuente: propia.
- Figura 45. Mobiliario diverso en el Parque de "La Paccha". Fuente: propia.

Abreviaturas

AGESIC	: Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y el Conocimiento
ASV	: Auditoría de Seguridad Vial
DIRTIC-PNP	: Dirección de Tecnología de la Información y Comunicaciones de la Policía Nacional del Perú
FHWA	: Federal Highway Administration
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
ISV	: Inspecciones de Seguridad Vial
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
NACTO	: National Association of City Transportation Officials
OMS	: Organización Mundial de la Salud
ONU	: Organización de las Naciones Unidas
PNP	: Policía Nacional del Perú
RSA	: Road Safety Audits
SEMOVI	: Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México
SGSP	: Sistema de Gestión de Seguridad Pública
SINATRAN	: Sistema de Información Nacional de Tránsito
UNASEV	: Unidad Nacional de Seguridad Vial
URB – I	: Urban Ideas
WHO	: World Health Organization

1. Generalidades

1.1.Introducción

Generalmente, un hecho que demuestra la existencia de problemas que afectan la seguridad vial es la ocurrencia de accidentes de tránsito. Según la publicación “Análisis comparativo de las estadísticas de los accidentes de tránsito ocurridos en Ecuador, Latinoamérica y el mundo durante el 2016”, Jerez (2018) sostiene que Perú representa el 20% del total de accidentes de tránsito ocurridos en América Latina en el transcurso de ese año. Así mismo, de un total de 116 659 accidentes identificados el año 2016, según una publicación realizada por el INEI (2017), un 54.7% ocurre en avenidas; por otro lado, cabe destacar que Cusco es la sexta ciudad que presenta más cantidad de accidentes de tránsito reportados durante ese año con un total 4 148 accidentes. Estas estadísticas, además de representar un valor numérico, demuestran que las vías urbanas no son lugares totalmente seguros donde puedan transitar los usuarios (peatones y conductores) de dichas vías.

Entonces, el anterior párrafo describe solo una parte específica de la problemática a la que se enfrenta la seguridad vial: los accidentes de tránsito. Sin embargo, la seguridad vial es un tema que atañe directamente a los ciudadanos y no solo a los especialistas, ya que la ciudad es un lugar donde las personas realizan actividades cotidianas y, para ello, se realizan desplazamientos que involucran el uso necesario de la infraestructura vial; por lo tanto, estos desplazamientos deben ejecutarse con la seguridad correspondiente. Según los autores Welle et al. (2016), muchas ciudades ubicadas en todo el mundo pueden fortalecer la seguridad vial de una determinada calle o zona en particular si se cambia el diseño de sus vías; de modo que los lugares que, inicialmente, han sido diseñados para el tránsito de vehículos motorizados, también puedan ser utilizados por otros usuarios con total seguridad. Así mismo, los autores mencionados también manifiestan que, debido a la falta de seguridad vial urbana, “se convierte en una prioridad el rediseñar vías que atiendan de manera eficaz las necesidades de los peatones, ciclistas, usuarios del transporte público y quienes realizan otras actividades públicas” (Welle et al., 2016)

Por ello, con el objetivo de mejorar el sistema de seguridad vial urbano en la ciudad del Cusco, se propone desarrollar una investigación para identificar y analizar los problemas viales

existentes en la intersección cuádruple de las avenidas: “El Sol”, “Tullumayo”, “Pardo Paseo de los Héroes” y “Alameda Pachacutec”, puesto que es un cruce muy concurrido y podría convertirse potencialmente en un punto negro con el transcurrir del tiempo. Adicionalmente, se busca proponer soluciones factibles que ayuden a reducir o evitar los efectos negativos como consecuencia de los problemas identificados en la intersección analizada. Con ello, fundamentalmente, se desea proteger el bienestar físico y emocional de todos los usuarios que utilizan esta intersección ubicada en la ciudad del Cusco.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Identificar, analizar y proponer soluciones factibles para reducir los problemas de seguridad vial existentes en la intersección cuádruple de las avenidas “El Sol”, “Tullumayo”, “Pardo Paseo de los Héroes” y “Alameda Pachacutec”.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar una Inspección de Seguridad Vial (ISV) por medio del uso de listas de chequeo que permitan identificar los problemas que afectan a la seguridad vial de la intersección.
- Proponer una alternativa de cambio del espacio público y rediseño vial de la intersección, a partir de la aplicación de un conjunto de medidas que ayuden a mejorar la seguridad vial de la intersección.
- Efectuar un estudio y análisis de la movilidad de peatones (usuarios vulnerables) para conocer su patrón de desplazamiento (líneas de deseo).
- Proponer medidas que mejoren la accesibilidad de los peatones más vulnerables.

1.3. Justificación

Según el MTC (2020), en el primer semestre del año 2020, se ha identificado que la ciudad del Cusco representa el 4.19% de los siniestros totales, 7.40% del total de fallecidos y el 4.11% del total de lesionados en los accidentes de tránsito ocurridos en el Perú durante dicha fecha; lo cual, resulta preocupante, debido a que es una de las ciudades que ocupa los primeros lugares

en siniestralidad vehicular a nivel nacional. Así mismo, se caracteriza por ser una ciudad donde predomina la actividad turística en comparación a otras ciudades del país. Por lo tanto, es una ciudad cuyas calles y avenidas principales son muy transitadas por peatones, así como conductores. Entre dichas avenidas, una de las que más resalta por la cantidad de usuarios que utilizan esa vía a lo largo de toda su trayectoria es la avenida “El Sol”. Especialmente, al final de dicha avenida, hay una gran concentración de tiendas comerciales turísticas, hoteles y restaurantes; por ello, existe una mayor de concentración de usuarios en esa zona con respecto a las demás zonas de la avenida. Adicionalmente, al final de esta existe una intersección cuádruple; sin embargo, fue diseñada sin ningún tipo de criterio que aporte a la seguridad vial de la zona. Debido a la cantidad de usuarios concentrada al final de la avenida y al diseño aleatorio de la intersección, aumenta la magnitud de los factores de riesgo que podrían perjudicar la seguridad vial de los usuarios. Por ello, surge la necesidad de enfocar el posible tema de nuestra tesis en el análisis y la solución de los problemas viales existentes, de manera que se fortalezca la seguridad vial de la intersección.

1.4. Metodología

Según la información brindada por el autor Dueñas (2021) con respecto al tipo de enfoque de una tesis, el presente trabajo de investigación se caracteriza por poseer un enfoque mixto; es decir, que la metodología presenta rasgos de los enfoques tanto cualitativo como cuantitativo, ya que presenta 3 características relevantes e imprescindibles para su ejecución. Si bien es cierto, para ejecutar algunos estudios, se requieren realizar mediciones numéricas, la cual es una característica típica de las metodologías con enfoque cuantitativo; sin embargo, la presente tesis también se caracteriza por emplear métodos de recolección de datos basados en las perspectivas y enfoques personales de los participantes, la cual es una característica propia de los estudios que poseen metodologías con enfoques cualitativos. Así mismo, la tercera cualidad de la metodología del presente trabajo de investigación indica que el procedimiento a emplear debe realizarse de manera “secuencial” (es decir, que no se puede eludir pasos), la cual es una particularidad de los enfoques cuantitativos. Por otro lado, el diseño de la investigación para esta tesis se basa en la ejecución de una metodología no experimental longitudinal, ya que, según el autor Dueñas (2021), este tipo de metodologías pretenden observar el comportamiento de los fenómenos ya existentes en su ambiente natural para analizarlos; además, la etapa de recopilación de datos se realiza en diferentes puntos temporales para determinar las transformaciones que desarrollan dichos fenómenos.

Cabe resaltar que el trabajo de investigación se centra en el desarrollo de una ISV para identificar todos aquellos problemas relacionados a la seguridad vial en la zona de estudio y en la elaboración de una propuesta de mejora para solucionar dichos problemas; por lo tanto, se debe aplicar un procedimiento adecuado y secuencial para ejecutar esta inspección. Por ello, según Pineda et al. (2018), una ISV se debe efectuar a través de un proceso que consta de 7 etapas importantes: programación de la ISV, preparación de la visita a campo, ejecución visita de campo, elaboración del informe de resultados de la ISV, revisión del informe de la ISV y elaboración de propuesta de mejora, implementación de las intervenciones recomendadas, y seguimiento y evaluación de las medidas implementadas. Sin embargo, para el presente trabajo de investigación, solo se implementarán las 5 primeras fases, puesto que la fase de implementación de medidas recomendadas, y la de evaluación y seguimiento se desarrollan únicamente cuando se aplica la propuesta de mejora; en este caso, al no ejecutarse, ambas son etapas dispensables de este procedimiento. A continuación, en los siguientes párrafos, se detallarán cada una de las fases de este procedimiento.

En primer lugar, los autores Pineda et al. (2018) sostienen que se debe ejecutar la etapa de programación de la ISV; dicha etapa consiste en la elaboración de un plan estratégico para desarrollar una ISV con la finalidad de cumplir con los programas de revisión habituales relacionados a mantener la seguridad vial en las vías urbanas o rurales. Así mismo, en este plan, se debe realizar la planificación adecuada para ejecutar la ISV, donde se debe considerar elementos importantes como la denominación o referencia exacta de la vía (kilometraje en el caso de las carreteras), la ubicación de la zona o tramo que se desea inspeccionar, el periodo total de la ejecución de este procedimiento, canales de comunicación entre los involucrados, medidas preventivas de seguridad y protección para asegurar un desplazamiento adecuado del equipo de inspección en la zona de estudio, y toda aquella información que se considere relevante para realizar una planificación adecuada. Cabe resaltar que esta fase es indispensable para continuar con las demás fases, ya que contiene la información básica y necesaria para desarrollar las siguientes etapas.

En segundo lugar, se debe efectuar la etapa de preparación de la ISV; Pineda et al. (2018) definen esta etapa como una fase preliminar a la visita de campo, ya que consiste en recolectar los datos necesarios sobre la vía o la zona de estudio para caracterizarla mediante el uso de herramientas de análisis de tráfico, así como identificar la logística que se requiere para realizar

la visita a campo. Durante esta etapa preliminar, se deben analizar fundamentalmente 5 elementos importantes: características descriptivas de la vía (tipo de vía de acuerdo a su ubicación (urbana o rural), tipo de actividad económica predominante en la zona donde están ubicadas las vías de estudio (comercial, educativa, turística), presencia de usuarios vulnerables, etc.), características geométricas de la vía (forma, número de accesos totales, cantidad de carriles por acceso, anchos de carril, etc.), características del tránsito vehicular y peatonal (volúmenes de tránsito, composición vehicular, líneas de deseo, etc.), problemas aparentes relacionados con la seguridad vial de la zona de estudio, y la logística mínima (cronómetro, cámara fotográfica, listas de chequeo, etc.) que se requiere para cumplir con los propósitos ya mencionados. Si bien es cierto, las características geométricas y descriptivas de la vía, así como el tipo de zona donde está ubicada se pueden obtener fácilmente a través de la observación del lugar y/o mediante el uso de planos de la vía. Sin embargo, para identificar tanto las características de tránsito vehicular y peatonal, así como los problemas aparentes, se debe realizar un trabajo especializado; por consiguiente, es conveniente dividir esta fase en 2 subetapas. Por un lado, la primera subetapa considera imprescindible aforar el tránsito vehicular y peatonal; es decir, se debe contabilizar la cantidad de vehículos y peatones que circulan en las vías de estudio según indican los formatos de aforo (verificar anexo 2). La finalidad de la recolección de estos datos es obtener las características de tránsito vehicular y peatonal tales como la composición vehicular (distribución porcentual de vehículos que circulan en la zona de estudio según su tipo) y las líneas de deseo peatonales (trayectorias alternas más representativas por donde transitan los peatones al cruzar una vía); no obstante, no solo son los únicos resultados relevantes que se pueden obtener, sino también la variación horaria de la demanda tanto peatonal como vehicular, con las cuales se pueden determinar las horas punta peatonales y vehiculares respectivamente, de modo que representen un horario referencial en el que se pueda evaluar el comportamiento de los vehículos y peatones a través del uso de las listas de chequeo. Por otro lado, en la segunda subetapa, se debe enfatizar que es crucial determinar, previamente, aquellos problemas relacionados con la seguridad vial zonal para afinar las preguntas que componen las listas de chequeo a utilizar (listas extraídas de manuales y guías de seguridad vial, tanto de carácter nacional como internacional) y realizar las modificaciones correspondientes a las mismas en el caso de que las necesiten. Para ello, es esencial utilizar una lista de chequeo general (o maestra) para registrar todos los problemas aparentes hallados relacionados a la seguridad vial de la intersección cuádruple y evidenciarlos con fotografías; de modo que, luego, dicha información debe ser comparada con las listas de chequeo para realizar los cambios correspondientes que se requieren.

Una vez ejecutada la segunda etapa de la inspección de seguridad vial, se debe efectuar la visita a campo, la cual comprende la tercera etapa. Esta se enfoca en identificar detalladamente todos aquellos peligros y riesgos potenciales que puedan afectar notablemente a la seguridad vial zonal. Para tal finalidad, es prioritario completar los formatos de las listas de chequeo detalladas que fueron personalizadas en la anterior etapa; estas listas, a su vez, deben estar complementadas con un registro fotográfico para sustentar todas las hipótesis encontradas que pueden plantearse. Cabe mencionar que, durante esta etapa, se deben analizar todos elementos que interactúan en la zona de estudio tales como la señalización horizontal y vertical, iluminación, semaforización, superficie de rodadura, usuarios de la vía, entorno y mobiliario urbano, estacionamientos y paraderos. Así mismo, Pineda et al. (2018) menciona que es necesario definir previamente algunas condiciones para determinar el horario en el que se ejecutará la ISV, la metodología de desarrollo de la misma y los participantes en esta etapa. Con respecto al horario, se debe considerar que las ISV deben ejecutarse tanto en horarios nocturnos como horarios diurnos según requieran algunos componentes de la lista de chequeo como la iluminación; además, estas deben realizarse en condiciones climáticas que sean favorables y cuando el tránsito se desarrolle en condiciones normales para evitar que los estudios presenten alguna clase de error o alteración. Luego, con respecto a la metodología de desarrollo de la ISV, se debe considerar algunas pautas importantes y eficientes que pueden mejorar este procedimiento tales como caminar en las vías de estudio en los 2 sentidos de circulación que presenta, examinar los campos de visión de los usuarios, dividir las vías en tramos homogéneos antes de evaluarlas con las listas de chequeo. Por último, con respecto a los participantes de la ISV, es necesario que este trabajo sea realizado por el equipo inspector.

Seguidamente, se realiza la fase de informe de la inspección, la cual comprende la cuarta etapa. Dicha fase está orientada a presentar todos los hallazgos que se han encontrado durante la ejecución de la ISV de forma ordenada y detallada; además, los mencionados hallazgos deben de ser fundamentados para demostrar que representan un riesgo o peligro que afecte a la seguridad vial de las vías de estudio. Seguidamente, se debe recordar que la información obtenida a través de las listas de chequeo debe de ser procesada en dos documentos de acuerdo a estas características: por una parte, todos los hallazgos se deben de detallar a través de un reporte escrito; por otra parte, de todos los hallazgos, aquellos que se puedan representar gráficamente, se deben plasmar en un “plano de hallazgos”, en el cual se debe indicar el lugar (o los lugares) donde se presenta dicho hallazgo. Por lo tanto, ambos documentos son muy

importantes, ya que se complementan mutuamente. Cabe resaltar que la esencia de esta etapa no es detallar los hallazgos, ya que solo representan una fuente de información; la verdadera finalidad de este informe está orientada a encontrar soluciones que formen parte de la elaboración de un plan estratégico que mejore la seguridad vial en la intersección de estudio, así como las vías que concurren en este punto.

Por último, como una respuesta a la fase de informe de la ISV, la quinta etapa plantea la elaboración de una propuesta de mejora de la intersección. En dicha propuesta, se aplican soluciones que busquen reducir los problemas viales existentes, así como el cambio del espacio público de dicha zona. Cabe resaltar que, según los autores Welle et al. (2016), muchas de estas soluciones están fundamentadas tanto por criterios de diseño en intersecciones y vías arteriales (cruces y refugios peatonales, señalización, equilibrio del número de carriles, etc.), y criterios de diseño de espacios peatonales y acceso al espacio público. El procedimiento propuesto para elaborar la propuesta de mejora es el siguiente: en primer lugar, es imprescindible leer la bibliografía correspondiente para tratar estos problemas viales, tales como manuales, guías y artículos científicos de carácter nacional e internacional referidos a seguridad vial; en segundo lugar, se plantea las soluciones correspondientes para los problemas observados de acuerdo a la bibliografía revisada; finalmente, se materializa dicha propuesta en un plano de rediseño de toda la intersección elaborado en el software AutoCAD Civil 3D, así como en la elaboración de una propuesta de solución escrita que contenga las medidas a aplicar claramente fundamentadas para todos los hallazgos.

2. Marco Teórico

2.1. Generalidades de la seguridad vial

2.1.1. Importancia de la seguridad vial

Según WHO (2018), en el año 2016, las muertes anuales por accidentes de tráfico alcanzaron la cantidad de 1.35 millones de personas, esta vez las personas de 5 a 29 años presentaron como principal causa de muerte las lesiones ocasionadas en accidentes de tráfico y los más perjudicados fueron peatones, ciclistas y motociclistas. Existe una marcada diferencia entre el número de muertes que se registra en los países más desarrollados, con respecto a aquellos en vías de desarrollo. A nivel mundial, se registró la siguiente información:

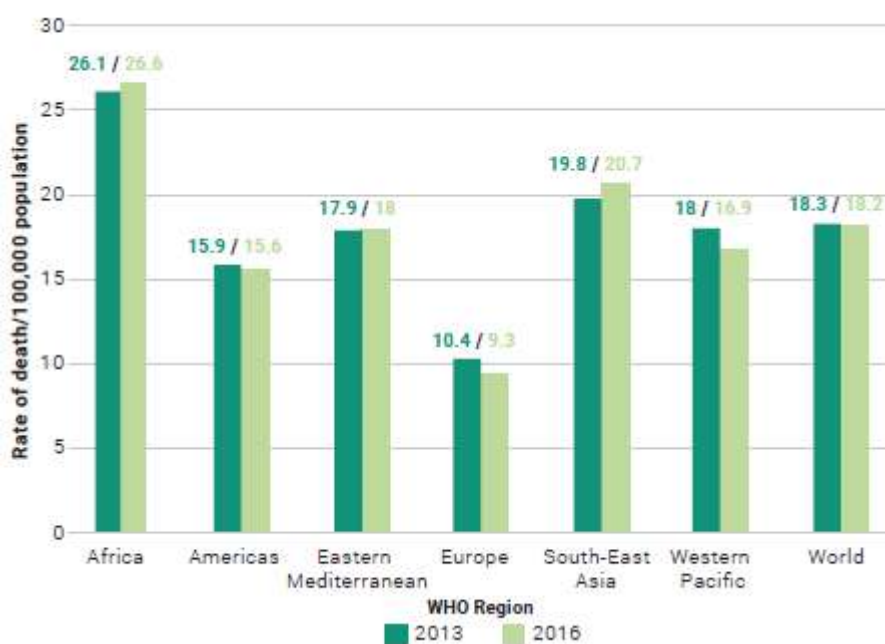


Figura 1. Tasas de muerte por accidente de tránsito por cada 100,000 habitantes de los años 2013 y 2016 por regiones.

Tomado de "Global Status Report on a Road Safety", por WHO (2018).

Se observa que la mayor tasa de muerte se encuentra en el continente de África y la más baja en Europa, sin duda, la calidad de la infraestructura vial en los países en vías de desarrollo es

una de las principales causantes de tan grande diferencia de muertes con respecto a los países más desarrollados. A nivel global, la seguridad vial se ha convertido en un foco de preocupación, aunque no sean muchas las medidas que se han tomado hasta el momento. Por ello, la ONU, en conjunto con las Comisiones Regionales de las Naciones Unidas y otras partes interesadas, han elaborado el “Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2021-2030”, un documento cuyo objetivo es ayudar a combatir el problema global de la seguridad vial.

2.1.2. Registro de información de accidentes de tránsito en el mundo

La OMS (2021) declara que, para tener un buen control de la efectividad de las medidas tomadas en pro de la seguridad vial o para plantear acciones en cualquier lugar del mundo, es indispensable contar con datos de calidad. Según el Plan Mundial del Decenio de Acción para la Seguridad Vial, en lugares cuyos recursos son limitados, la armonización de definiciones, la creación de registros y traumatismos, y el establecimiento de vínculos entre algunos sectores (policía, salud y transporte) facilitan la recopilación de datos, los cuales, de alguna manera, garantizan una validez de la información. A continuación, en los siguientes párrafos, se presentan algunos ejemplos de registro de accidentes de tránsito en distintos lugares del mundo, así como sugerencias que se recomiendan para volver eficiente este procedimiento.

Con respecto al tipo de información que se debe recopilar al ocurrir un siniestro, SEMOVI (2018) menciona que la organización internacional “Datakind” recomienda considerar las siguientes variables para la recolección de datos de accidentes viales: lugar exacto, fecha y hora del accidente, datos personales de los involucrados (edad, sexo, hogar), tipo de vehículos involucrados, tipo de accidente (carro-carro, carro-peatón, carro-bicicleta, etc.), factores de colisión (alcohol, exceso de velocidad, etc.). Así mismo, SEMOVI (2018) indica que también es importante considerar otras variables. Por ejemplo, la señalización presente en el lugar de la colisión, el alumbrado y condiciones climatológicas, el tipo de calle (primaria, secundaria, etc.), las características geométricas de la calle (con curvas y a nivel, sin curvas y a nivel, etc.), el estado de la superficie de la calle (seco o húmedo), la acción del peatón en el accidente, entre otras variables más, muchas veces son factores que pueden ocasionar un siniestro; sin embargo, son variables desestimadas por los recolectores de datos.

SEMOVI (2018) expresa que, en la ciudad de Nueva York, la información que se genera en el departamento de la policía de dicha localidad se procesa por el “Sistema de Accidentes de Trafico de la Policía” y, finalmente, se envía al departamento de transporte para que sea organizada. Cabe resaltar que, según SEMOVI (2018), la información disponible y de libre acceso sobre los accidentes es la siguiente: señalización de tránsito, densidad de lesiones y muertes por incidentes viales, lugar del accidente, edad de los involucrados en rangos de 5 años, tipo de usuario afectado (peatón, motociclista, ciclista, etc.), fecha del incidente, entre otros datos de la zona y sus alrededores. Un caso más cercano es el de Uruguay, donde la Unidad Nacional de Seguridad Vial y Presidencia de Uruguay (2021) informan que el país posee una base de datos de seguridad vial de toda la nación, la cual es accesible para el público en general; así mismo, la entidad encargada de recopilar la información es el Sistema de Gestión de Seguridad Pública (SGSP) del Ministerio del Interior, el cual concentra todos los accidentes o eventos donde hubo participación policial, entre los cuales se encuentran los accidentes viales. Toda compartición de información se realiza en el marco del SINATRAN (Sistema de Información Nacional de Tránsito), el cual es un proyecto de interconexión de la información de tránsito y la seguridad vial en el país; además, este proyecto lo desarrollan la UNASEV (Unidad Nacional de Seguridad Vial) y el AGESIC (Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y el Conocimiento). Por último, SEMOVI (2018) indica que la información de libre acceso es la siguiente: fecha y hora de los incidentes, ubicación exacta, tipo de siniestro, vehículos involucrados, rol de la persona afectada en el incidente, datos personales de los involucrados (edad y sexo), número de días posterior al accidente hasta que fallece la víctima y la latitud y, longitud del incidente.

2.1.3. Seguridad vial en el Perú

El MTC (2020) expresa que, en el Perú, el registro de la información de accidentes de tránsito es realizado por la Policía Nacional del Perú (PNP) y es procesada por la misma institución mediante la División de Estadística de la Dirección de Tecnología de la Información y Comunicaciones de la Policía Nacional del Perú (DIRTIC-PNP). Además, el MTC (2020) informa que los tipos de información que se registran son los siguientes: cantidad de siniestros viales, causas de los siniestros, tipos de vehículos involucrados, clase de siniestro (carro-peatón, carro-motociclista, etc.), lesionados y fallecidos a causa de la ocurrencia de siniestros separados por género y grupo etario, factores que intervienen en los siniestros viales, lugar y

fecha del siniestro. Países como Uruguay, en los que existe un seguimiento de los afectados luego de un siniestro vial, registran información aún después de la ocurrencia del siniestro y pueden identificar a las víctimas; sin embargo, en el Perú, debido a que existe una sola entidad que se encarga de recopilar y procesar la información, no hay un seguimiento de los afectados que pueden fallecer días o meses después a causa del accidente sufrido. Ello conlleva a que muchas víctimas no registren como causa de muerte el siniestro vial sufrido, sino alguna otra causa, lo cual adiciona cierto error a los datos.

2.1.4. Principios para entornos más seguros

Según la opinión de los autores Welle et al. (2016), muchas ciudades del mundo tales como Estocolmo, Berlín, Hong Kong y Tokio son ciudades que pertenecen al ranking de las ciudades más seguras del mundo en materia de seguridad vial, puesto que se caracterizan por presentar niveles bajos de colisiones y muertes a nivel mundial. Así mismo, al aplicar ciertos principios de manera interconectada en el diseño urbano, incrementan la seguridad vial a sus redes viales. A continuación, se detallan estos principios:

- ***Diseño urbano conectado y compacto***

Quintero (2019) señala que el hecho de compactar una determinada zona de una ciudad genera que los usuarios de las vías realicen desplazamientos cortos dentro de la misma; por ello, no existe la necesidad de desplazarse grandes distancias, debido a que los servicios básicos (educación, salud, recreación, entre otros) están localizados en un área pequeña. Todo ello, con el objetivo de concentrar el desarrollo urbano en una determinada área existente. Además, Quintero (2019) indica que la conexión crea redes densas de caminos y calles con el objetivo de mejorar el desplazamiento en rutas de vías peatonales y ciclovías, de modo que sean más cortas directas y variadas; así mismo, esta característica se complementa con la densificación, la cual, técnicamente, busca optimizar la capacidad de transporte y convertirla en un servicio de alta calidad. Como evidencia la aplicación de este principio en el diseño vial urbano, los autores Welle et al. (2016) exponen el siguiente ejemplo: la ciudad de Nueva York, la cual presenta una mayor densificación en comparación a ciudades extendidas como Atlanta, redujo notablemente la cantidad de muertes con respecto a las ciudades extendidas, ya que las personas conducen menores distancias en áreas compactas.

- ***Velocidades vehiculares más seguras***

En realidad, el significado de “velocidades seguras” se traduce en la acción de reducir la velocidad de tránsito de un vehículo motorizado como los automóviles y las motocicletas. Según las entidades WHO et al. (2008), los beneficios de la reducción de las velocidades de tránsito de vehículos motorizados son los siguientes: mayor tiempo de reconocimiento los peligros, reducción de las distancias recorridas, reducción de la distancia de frenado, mayor posibilidad de evitar una colisión (aplica para la mayoría de usuarios de la vía) y menor probabilidad de que un conductor pierda el control de su vehículo. Adicionalmente, WHO et al. (2008) sustentan que el beneficio principal es la reducción de la cantidad víctimas mortales, así como la cantidad de lesiones ocasionadas por un impacto de vehículos motorizados. Como prueba de ello, el siguiente ejemplo comprueba la eficiencia de este principio: el gobierno de Nueva Zelanda redujo los límites de velocidad (de 88 km/h a 80 km/h) en vías rurales a causa de la escasez de combustible, lo cual produjo una reducción notable de la cantidad de víctimas mortales y número lesiones (tanto leves como graves) en comparación a las vías urbanas, donde no se había aplicado dicha restricción.

- ***Modos de transporte alternativos: caminata y manejo de bicicleta***

Tal como se explicó anteriormente, tanto la compactación de ciudades como la conexión de las redes viales fabrican un menor número de desplazamientos de los usuarios en una vía (ciclistas, peatones y usuarios de transporte público). Los autores Welle et al. (2016) opinan que utilizar la bicicleta como un medio de transporte genera desplazamientos seguros, debido a que su uso frecuente reduce significativamente la tasa de lesiones. Del mismo modo, la autora Herrmann (2016), en su publicación, recomienda que la caminata, aparte de ser empleada como modo de transporte, también es beneficiosa, puesto que produce bienestar a la salud física y emocional de los usuarios. En ambos modos de transporte, se pueden identificar como características resaltantes que son económicos en comparación a otros modos, son saludables para el cuerpo y la mente de los usuarios, brindan vitalidad al espacio público y, sobre todo, producen desplazamientos cortos eficientes.

2.1.5. Accesibilidad universal y diseño vial de infraestructura inclusiva

Según Boudeguer et al. (2010), el término de accesibilidad se refiere a un conjunto de características que deben ser implementadas en las instalaciones cualquier edificación o entorno urbano para asegurar que los usuarios, indistintamente de las condiciones físicas y sensoriales que presente, utilicen estos lugares de manera segura, cómoda y autónoma. Sin embargo, según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), estas condiciones no se presentan en la realidad peruana y afectan casi al 33.1% de los habitantes de este país (entre personas con discapacidad, adultos mayores sin discapacidad, niños menores a 5 años, madres gestantes y los familiares de este tipo de usuarios). Por lo tanto, Boudeguer et al. (2010) indican que es indispensable garantizar la continuidad de la “cadena de accesibilidad”; es decir, que cualquier usuario de una edificación determinada pueda utilizar este espacio de manera fácil, y con desplazamientos ininterrumpidos para acceder, usar y salir de estos lugares.

Con dicha finalidad, es fundamental diseñar proyectos de edificaciones e infraestructura vial con un enfoque universal o, en el caso de que ya estén construidos, implementarlos con el mismo enfoque. Cabe resaltar que, según Boudeguer et al. (2010), dicho enfoque se centra en la creación de entornos adecuados que no posean un diseño especializado y que faciliten el uso de sus instalaciones para la mayoría de usuarios. Así mismo, Boudeguer et al. (2010) sustentan que es imprescindible considerar 7 principios básicos para diseñar bajo este enfoque, los cuales se detallan a continuación: igualdad de uso (es decir, que la mayoría de usuarios puedan usar las instalaciones del entorno urbano o edificación diseñada), flexibilidad (adaptado a la necesidad de los usuarios y la variedad de sus capacidades individuales), uso simple y funcional (diseños autoexplicativos; en otras palabras, que el funcionamiento de sus elementos sean entendibles y puedan ser utilizados sin conocimientos ni experiencia previa), información comprensible (el diseño debe transmitir información al usuario por medios verbales, visuales o táctiles, de modo que pueda entender dicha información independientemente de las condiciones físicas o sensoriales que presente), tolerancia al error (diseños que incorporen elementos que reduzcan las probabilidades de que ocurran acciones peligrosas y riesgosas que afecten a la integridad física de los usuarios), bajo esfuerzo físico (el diseño proporciona a los usuarios comodidad al desplazarse, ya que el cuerpo se moviliza en una posición neutral que genera el mínimo esfuerzo físico) y dimensiones apropiadas (el diseño debe contemplar

tamaños y espacios que otorguen a los usuarios comodidad al momento de utilizar o manipular los elementos de estos espacios, así como líneas de visión y alcance claras).

Seguidamente, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018) señala que es importante definir conceptos, tanto de diseño universal como de diversidad funcional de cada individuo, para entender el objetivo principal de la accesibilidad, el cual es lograr la autonomía de los usuarios; es decir, que estos puedan desplazarse independientemente por cualquier entorno urbano y realizar sus actividades sin que ningún elemento de este represente una limitante para ejecutarlas. Por lo tanto, es importante eliminar las barreras (urbanísticas, arquitectónicas, de transporte, etc.) existentes en el entorno a través del diseño universal para mejorar la accesibilidad de todos los usuarios y, específicamente, de los más vulnerables, de modo que les permita desarrollar un estilo de vida cotidiano independiente y seguro. Por ello, es importante evaluar si las vías existentes presentan este concepto al realizar la ISV.

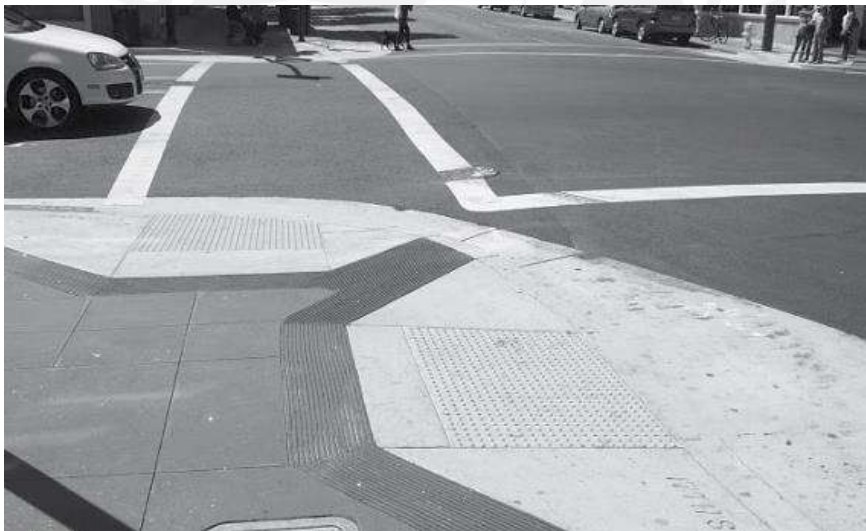


Figura 2. Rebaje de esquina con pendiente adecuada con implementación de texturas en el pavimento para alertar un cruce a peatones discapacitados en la ciudad de San Francisco (EEUU).

Tomado de "Manual de Accesibilidad Universal", por Boudeguer (2010)

2.1.6. Visión Cero y Vías Perdonadoras

Por un lado, la “Visión Cero” fue una política adoptada por el Gobierno de Suecia para fortalecer el sistema de seguridad vial de dicho país. Belin et. al (2011) mencionan que el Gobierno sueco propuso un objetivo principal (a largo plazo) para orientar esta política, la cual indica que ningún usuario debe fallecer o sufrir lesiones físicas severas como un efecto de la ocurrencia de un accidente de tránsito (impacto, atropellamiento, colisión) dentro de un sistema vial. Según Kim et al. (2017), con el enfoque convencional, la responsabilidad de la seguridad vial recae sobre los usuarios de la vía; es decir, que ellos mismos eran responsables de resguardar su seguridad durante el uso de las vías y ante la ocurrencia de un accidente de tránsito; sin embargo, la Visión Cero propone que la responsabilidad de la seguridad vial sea dividida entre los usuarios (responsables de cumplir las normas de seguridad vial), los diseñadores (responsables de garantizar que el diseño y el funcionamiento de la vía se realice en condiciones seguras, y de implementar medidas necesarias para resguardar la seguridad vial en el caso de los usuarios no cumplan con las normas), autoridades gubernamentales e, incluso, fabricantes de vehículos motorizados para que sea balanceada. Así mismo, Belin et. al (2011) aseguran que esta política busca revocar prácticas antiguas de seguridad vial, donde el diseño de la infraestructura vial era enfocado en el vehículo y, en consecuencia, los demás usuarios se adaptaban a sistema de transporte propuesto, lo cual generaba deficiencias en estos espacios a través del diseño, pérdidas de vidas humanas, etc.; por lo tanto, el enfoque de la Visión Cero pretende eliminar estas formas de violencia externa que se ejerce hacia los usuarios más vulnerables a través de un diseño que considere las características físicas de los mismos.

Por otro lado, los autores Burlacu et al. (2014) definen “Vías Perdonadoras” a aquellas vías que bloquean los errores del conductor y mitigan las consecuencias de estos errores cuando sucede un accidente de tránsito de manera que les permita retomar el control sobre el vehículo o ejecutar una maniobra de detención (o giro) sin que le produzca una lesión u otra clase de daño; dicho enfoque se debe garantizar tanto en la etapa de diseño del proyecto, como en su construcción. Según Planzer (2005), para lograr este propósito, los diseños de estas vías deben de ser “de lectura fácil” para los usuarios, donde se encuentren claramente definidos los espacios por los cuales pueden circular estos y los comportamientos que pueden ejercer en los mismos lugares. Adicionalmente, Herrstedt (2006) y Planzer (2005) exponen que es indispensable proponer medidas para convertir una carretera no diseñada con un criterio de seguridad vial a una Vía Perdonadora y minimizar de este modo los producidos por los

accidentes de tránsito en carreteras; dichas medidas son las siguientes: uso de barreras tipo colapsable y amortiguadores de impacto, eliminación de obstáculos peligrosos a lo largo de las carreteras, implementación de sistemas de frenado, etc.

Por último, se debe acotar que tanto la “Visión Cero” como las “Vías Perdonadoras” presentan enfoques y estrategias que pueden influir notablemente en el desarrollo de una ISV por dos motivos principales. El primer motivo se orienta en el nivel de tolerancia humano a los impactos externos que se debe considerar durante el desarrollo de las ISV/ASV, el cual es un criterio que le proporciona el enfoque de “Visión Cero”. El segundo motivo se centra en la reorganización de objetos en las zonas laterales de las vías a través de la eliminación, relocalización y blindaje de objetos que pueden representar un obstáculo en los bordes de las vías, el cual es un criterio proporcionado por el enfoque de “Vías Perdonadoras”.



Figura 3. Cambio del espacio público con el enfoque de “Visión Cero” en la avenida Duque de Ávila, Lisboa (Portugal).

Tomado de “BEFORE | AFTER GALLERY”, por URB – I (2014)

2.2. Auditorías (ASV) e Inspecciones de Seguridad Vial (ISV)

2.2.1. Definiciones y objetivos de las ISV/ASV

Según el Manual de Seguridad Vial elaborado por el MTC (2017), las ISV/ASV pueden definirse como el desarrollo de métodos sistemáticos con fines de prevención, que permiten revisar el cumplimiento de aspectos relacionados a la seguridad de las vías, su entorno y comportamiento. Según el libro “Road Safety Audit” redactado por Austroads (2002), una ASV es una revisión formal de un proyecto vial, proyecto de tráfico o de una vía existente, donde un equipo independiente de profesionales reporta los potenciales peligros que puedan ocasionar siniestros y el nivel de seguridad existente en la vía; generalmente, es solicitada por una autoridad competente. Sin embargo, Dextre et al. (2008) sostiene que, a diferencia de las ASV, las ISV son solicitadas por cualquier entidad y no por las autoridades competentes.

Así mismo, Pineda et al. (2018) detalla que las auditorías e inspecciones de seguridad vial presentan tres objetivos principales. El primer objetivo está relacionado con reconocer los peligros con riesgo potencial de siniestros de tránsito; es decir, identificar la mayoría de problemas que puedan afectar a la seguridad vial de una determinada vía. Seguidamente, el segundo objetivo pretende proponer medidas para reducir o eliminar estos riesgos, de modo que puedan ofrecer soluciones factibles que mejoren la seguridad vial de la zona de estudio. Posteriormente, el tercer objetivo realizar seguimiento de las medidas implementadas que se han propuesto anteriormente; se debe verificar la eficiencia de las medidas aplicadas. Por último, cabe resaltar que estos tres objetivos se complementan mutuamente.



Figura 4. Equipo auditor desarrollando una ASV en una carretera rural.

Tomado de “Road Safety Audits (RSA)”, por FHWA (n.d.)

2.2.2. Beneficios de realizar una ISV/ASV

Las ASV permiten prevenir accidentes viales fatales. Así mismo, dichas inspecciones y/o auditorías permiten minimizar los daños de los usuarios que fueron afectados por algún siniestro. Según Dextre et al. (2008), los beneficios de realizar una auditoría de seguridad vial son diversos, entre los cuales se detallan los siguientes:

- Mermar la probabilidad de accidentes fatales en la vía auditada; es decir, se logra reducir la cantidad de accidentes.
- Disminuir la magnitud de los daños provocados por accidentes de tránsito. En este punto, se considera que es imposible erradicar la ocurrencia de accidentes viales, pero sí es posible que no sean causantes de muertes o invalidez permanente cuando estos ocurren.
- En estas auditorías, todos los usuarios de la vía (automovilistas, peatones, niños, ancianos, etc.) son incluidos en las evaluaciones y se contempla su seguridad.
- Se reduce el costo total de la infraestructura vial a lo largo de su vida útil; al reducirse los accidentes, también se minimizan los daños a la infraestructura, las interrupciones de tráfico, las pérdidas de vidas humanas y las lesiones que podrían sufrir los involucrados en siniestros.
- En etapas previas a la construcción, se reduce la necesidad posterior de realizar trabajos correctivos a la infraestructura, los cuales suelen ser muy costosos.

2.2.3. Elementos esenciales de una ISV/ASV

Pineda et al. (2018) definen tres elementos de suma importancia para desarrollar una inspección o una auditoría de seguridad vial: la sistematización de la ISV/ASV, la experiencia y conocimiento del equipo inspector, y las consideraciones necesarias para ejecutar este procedimiento. En primer lugar, Pineda et al. (2018) afirman que es indispensable ejecutar las ISV/ASV de manera metódica y ordenada a través del desarrollo de etapas secuenciales, las cuales deben evidenciarse con la documentación correspondiente. Posteriormente, con respecto al segundo elemento, Pineda et al. (2018) indican que el equipo inspector debe poseer la experiencia necesaria y la capacitación adecuada para desarrollar este tipo de procedimientos, así como especialistas certificados en materia de seguridad vial, diseño geométrico de vías

urbanas y rurales, ingeniería de tránsito vehicular y peatonal, entre otros. Por último, Pineda et al. (2018) sustentan que es elemental seguir ciertas consideraciones para mejorar el procedimiento de las ISV/ASV; dichas recomendaciones se enfocan en la ejecución de algunas acciones por parte del equipo inspector durante la visita a campo, tales como las siguientes: recorrer las vías de estudio tanto en horarios nocturnos como diurnos, transitar las vías en ambos sentidos de circulación, desempeñar los roles de los diversos usuarios (peatones, ciclistas, conductores) para recorrer la zona de estudio y utilizar la logística necesaria (registros fotográficos, mapas de Google Earth, etc.) para complementar la información recolectada.

2.3. Herramienta principal para desarrollar una ISV/ASV

2.3.1. Listas de chequeo

Para comprender el concepto de listas de chequeo, es necesario analizar cuáles son los criterios que necesitan evaluar en una ISV/ASV. Pineda et al. (2018) definen que es imprescindible considerar 3 criterios para la aplicación de una inspección o auditoría de seguridad vial: infraestructura vial, vehículos y el factor humano. Cabe resaltar que estos 3 criterios se interrelacionan e interactúan de manera permanente cuando se realiza esta clase de diagnósticos.

En primer lugar, Pineda et al. (2018) determinan que se deben estudiar los siguientes elementos para analizar la infraestructura vial de manera detallada y óptima: consistencia en el diseño geométrico de la vía, estado de la superficie de rodadura, presencia de reductores de velocidad, implementación de señalización horizontal y vertical, y estado del sistema de iluminación. Con respecto al primer elemento mencionado, se debe verificar que las medidas de los parámetros geométricos de una vía (tales como los radios de curvatura, ancho de calzada, longitud de tramos rectos, etc.) cumplan la condición de homogeneidad; es decir, que dichos los valores estos parámetros no deben ser variables en toda la trayectoria de las vías, todo ello con la finalidad de garantizar el tránsito seguro y cómodo de los usuarios (específicamente, los conductores). Seguidamente, también se debe evaluar el estado de la superficie de rodadura de las vías de estudio, ya que estas deben de proporcionar la fricción adecuada a los vehículos que transitan por una determinada vía bajo cualquier circunstancia (incluso en condiciones climáticas desfavorables que podrían variar el coeficiente de rozamiento de la superficie de

rodadura, el cual afecta directamente a la fricción); de lo contrario, no se desarrolla una interacción vehículo – superficie de rodadura favorable para el conductor, lo cual podría desencadenar la pérdida de control de este usuario sobre el vehículo y, consecuentemente, producir un accidente de tránsito. Posteriormente, se debe garantizar el control de la velocidad de los vehículos que transitan por las vías de análisis; por ello, es esencial examinar la implementación de reductores de velocidad en la superficie de rodadura de las vías, cuyo funcionamiento se centra en generar una sensación de “descontrol” para aquellos conductores que recorren las vías con velocidades altas, de modo que dichas sensaciones alerten al conductor que debe reducir la velocidad de tránsito vehicular. Así mismo, las inspecciones y auditorías deben evaluar la instalación de señalización tanto vertical (carteles, postes de kilometraje, delineadores, guardavías, etc.) como horizontal (tachas retrorreflectivas, demarcaciones en el pavimento, entre otras señalizaciones), analizar si estos elementos cumplen con el propósito de comunicar mensajes a los usuarios de la vía independientemente del carácter de la información (sea reglamentaria, informativa o preventiva) que se transmite; en otras palabras, estos mensajes deben estar escritos con letras legibles y ubicados en lugares visibles. Para culminar, el último elemento de análisis que compone la infraestructura vial es la iluminación, la cual debe cumplir con el objetivo de brindar una visibilidad eficiente a los diversos usuarios de la vía (ciclistas, conductores, peatones) para utilizar este espacio con la seguridad y comodidad necesaria durante horarios nocturnos.

En segundo lugar, los autores Pineda et al. (2018) sostienen que el factor humano se debe contemplar al realizar una ISV/ASV, ya que las personas representan un elemento esencial para el funcionamiento de un sistema de tráfico; estas componen dicho sistema, puesto que desarrollan distintos roles en las vías como peatones, conductores, ciclistas entre otros. Por ello, según Pineda et al. (2018), es imprescindible que el equipo inspector comprenda la interacción entre el factor humano y el entorno; para cumplir dicho propósito, se deben estudiar los 6 factores que influyen en el comportamiento del factor humano: consistencia de velocidades, carga de trabajo, legibilidad de la vía, implementación de vías autoexplicativas, comportamiento de peatones y ciclistas. Con respecto a la consistencia de velocidades, es fundamental calcular este parámetro a través de la aplicación de modelos estadísticos para determinar la consistencia del diseño geométrico de una vía, la cual menciona que los valores de la velocidad de operación de la vía y la velocidad de diseño se deben asemejar. En seguida, también el equipo inspector debe analizar la carga de trabajo, puesto que influye notablemente en el comportamiento de los usuarios; por ello, al momento de implementar un elemento o

dispositivo en la vía, los inspectores o auditores deben comprobar que dicha implementación facilite las tareas de los usuarios y que no genere mayor costo de ejecución. Luego de ello, durante la inspección, se debe recordar que los evaluadores deben de priorizar examinar la legibilidad de la vía de análisis, especialmente para los conductores, ya que los elementos de la vía se deben enfocar en brindar los recursos necesarios para que estos puedan descifrar la trayectoria de la vía y ofrecer una respuesta adecuada mediante la ejecución de maniobras que eviten la ocurrencia de siniestros. Posteriormente, es trascendental constatar que las vías de estudio sean autoexplicativas; es decir, que se debe indagar si realmente estas vías, a través de su diseño y funcionamiento, persuaden al conductor de actuar de manera intuitiva al momento de manejar. Simultáneamente, el equipo inspector o auditor se debe concentrar en garantizar la seguridad vial de los peatones. Por lo tanto, se debe considerar 3 aspectos importantes: caminar como un modo de transporte expone a estos usuarios a peligros (como atropellos) y se encuentra afectada por las barreras físicas del entorno que limitan el desplazamiento eficiente de estos; se debe inspeccionar que las facilidades peatonales y la diversas instalaciones en la vía sean diseñadas con un enfoque de diseño universal, de modo que estén acondicionadas de acuerdo a las diversas condiciones físicas que poseen los usuarios (ya sean estas condiciones de movilidad, visión, edad, etc.); además, es primordial que el equipo inspector identifique cuáles son los factores que contribuyen a los siniestros para proponer medidas de seguridad y salvaguardar la integridad física de los peatones. Del mismo modo, se debe analizar los riesgos a los cuales están expuestos los ciclistas cuando transitan por las vías de estudio, evaluar si la infraestructura instalada para el uso de los mismos es adecuada y los factores que contribuyen a la ocurrencia de siniestros que involucren a esta clase de usuarios.

En tercer lugar, pero no menos importante, Pineda et al. (2018) afirman que el estudio del comportamiento de los vehículos y su interacción con la infraestructura es uno de los criterios principales que se consideran al momento de realizar una inspección o auditoría de seguridad vial. Por ello, se debe distinguir cuáles son los tipos de vehículos que circulan en las vías de estudio; estos pueden ser clasificados como vehículos motorizados, a tracción animal o a tracción humana (ciclistas y peatones). Por lo general, el tipo de vehículo más representativo que circula en las vías (tanto urbanas como rurales) es el motorizado; por ende, es relevante que el equipo inspector conozca información con respecto a su clasificación, a los vehículos motorizados más comunes que transitan por las vías urbanas y rurales, y a la relación que guarda el diseño de la vía con los tipos de vehículos motorizados que circulan por la zona. Con respecto a la clasificación, se puede determinar que los vehículos motorizados se clasifican en

un total de 2 categorías: pesados y livianos; a su vez los vehículos pesados pueden dividirse, de forma general, en vehículos de carga (camiones, tráileres, cisternas, etc.) y autobuses de gran capacidad para el transporte de personas. En seguida, los inspectores deben estudiar la composición vehicular de vehículos motorizados de la zona de estudio (especialmente para el desarrollo de ISV/ASV en vías urbanas); se debe analizar el comportamiento de los automóviles, motocicletas, minibuses (vehículos de transporte público), entre otros, así como la cantidad y proporción de cada uno de estos vehículos motorizados. Luego, una vez determinada la composición vehicular, se debe verificar que las condiciones geométricas de la vía estén diseñadas acorde a las características de los tipos de vehículos motorizados que circulan con la zona; por ejemplo, si en las vías de estudio predomina el tránsito de vehículos de carga, no solo se debe analizar los parámetros geométricos de la vía (anchos de carril, pendientes, sobreanchos y pavimento adecuados), sino también parámetros relacionados con la interacción “vía – vehículo” (radios de giros, sobreanchos traseros, movilización de cargas peligrosas, distancia de frenado, etc.).

Estos 3 criterios (infraestructura, factor humano y vehículos) representan el fundamento para desarrollar una ISV/ASV; por lo tanto, la herramienta principal para realizar esta clase de procedimientos, la cual se denomina “lista de chequeo o verificación”, se debe elaborar mediante la consideración de estos 3 criterios. Sin embargo, para comprender mejor la idea planteada, es necesario definir el concepto de esta herramienta. Según el MTC (2017), las listas de chequeo se definen como las herramientas que ayudan en el desarrollo de las inspecciones y auditorías, todo con el fin de identificar las zonas de riesgos que podrían afectar la seguridad vial de la infraestructura y también para guiar los análisis siguientes, de acuerdo a estas zonas. De acuerdo a Dextre et al. (2008), existen 2 tipos de listas de chequeo: las listas de chequeo generales o maestras, y las listas de chequeo detalladas; ambas listas se diferencian en que la primera sirve para tener una visión general de los temas que se tomarán en cuenta para la ASV y la segunda es un detalle de cada punto señalado en la lista general. Los autores Dourthé et al. (2003) señalan que algunos inspectores/auditores utilizan únicamente las listas de chequeo maestras debido a la vasta experiencia que poseen con respecto a la materia; sin embargo, otros auditores prefieren utilizar las listas de chequeo detalladas personalizadas por los mismos, de manera que se puedan añadir o eliminar ítems según requiera la necesidad de cada proyecto. Por lo tanto, es obligatorio caracterizar el proyecto para modificar los ítems de la lista de chequeo y, así, obtener mejores resultados de diagnóstico en la ISV/ASV; para ejemplificar este concepto, Pineda et al. (2018) formula la siguiente situación: en las vías rurales, los

peatones representan un peligro potencial para los conductores de vehículos automotores, pero, en las vías urbanas, se invierte el rol y los vehículos son los que representan un peligro para los peatones, todo ello ocasiona un cambio en el enfoque de las preguntas de lista de chequeo y en su posterior análisis. Adicionalmente, Dourthé et al. (2003) indican que es prioritario identificar la etapa de desarrollo proyecto (estudios de factibilidad, diseño, construcción u operación) donde se desea aplicar la ISV/ASV.

2.4. Herramientas complementarias para desarrollar una ISV/ASV

2.4.1. Aforos vehiculares manuales

Los autores Pengjun et al. (2012) definen a los aforos vehiculares como un procedimiento de conteo de vehículos motorizados en un determinado lugar y en un tiempo específico; así mismo, estos conteos pueden ser ejecutados con métodos manuales o automáticos. Según Pengjun et al. (2012), los aforos vehiculares manuales están caracterizados porque los conteos vehiculares son registrados por individuos a través de la ayuda de algunos instrumentos. Por ello, para realizar esta tarea, el “Departamento de Caminos y Carreteras” perteneciente al Ministerio de Comunicaciones del Gobierno de Bangladesh (2001) menciona algunos materiales y dispositivos que se requieren, entre ellos los siguientes: reloj o cronómetro, portapapeles, lapiceros, tally counters y hojas con formato especial para el conteo vehicular. Así mismo, Currin (2013) indica que el personal de aforo debe estar conformado por 3 o 4 integrantes que trabajen conjuntamente; en lo posible, se debe considerar, mínimamente, el número de accesos para formar el número de integrantes necesarios que requiere el equipo de aforo. Cabe resaltar que, según Currin (2013), los aforadores deben medir los volúmenes de salida vehiculares desde que los vehículos entran a la intersección hasta que realizan algún movimiento de giro.

El procedimiento de medición de estos volúmenes de salida vehiculares se divide en 6 etapas. La primera etapa consiste en reconocer la zona de aforo para luego elegir la hora y el lugar específico donde se desea realizar este; según Currin (2013), si el objetivo es obtener la hora pico, se debe identificar los datos de tráfico que demuestren que la hora pico puede suceder en un determinado momento, ya sea a través de datos de tráfico previos en el lugar de estudio, de un conteo de máquinas o de las condiciones pico que se observan durante este periodo.

Seguidamente, la segunda etapa consiste en la recolección y registro de volúmenes de tráfico vehiculares; durante esta etapa, el autor Currin (2013) menciona que se realiza el conteo de vehículos en periodos de 15 minutos según el tipo de vehículo y la maniobra (o giro) que realizan estos, tal como se indican en los formatos de aforo (anexo 2); es decir, el aforador registra el tiempo de inicio con el cronómetro y realiza el conteo de vehículos hasta los 15 minutos posteriores al inicio para luego repetir el mismo proceso nuevamente. Luego, inmediatamente terminado el aforo, se debe verificar que la información básica (nombre del aforador, fecha de ejecución, lugar de aforo, maniobras) esté completa. Una vez finalizada la tercera etapa, se comienza con la etapa de comprobación de datos, la cual comprende una segunda verificación de cada ítem del formato de aforo (anexo 2). Posteriormente, durante la quinta etapa, se debe resumir la información de las hojas de aforo donde se han realizado los conteos vehiculares a través de la sumatoria de los vehículos registrados en cada casillero. Finalmente, se determinan los siguientes resultados: hora pico, composición vehicular y variación de la demanda vehicular; si bien es cierto, estos resultados no serán utilizados con fines de cálculo de tráfico, pero representan una referencia para identificar el periodo en el que se producen los problemas relacionados a la seguridad vial de los vehículos.

Según el Ministerio de Comunicaciones del Gobierno de Bangladesh (2001), se sugiere la siguiente recomendación: se debe evitar realizar aforos vehiculares en fechas de feriado nacional, días de protesta, días de fines de semana (viernes, sábado, domingo) o cualquier día que genere un flujo de tráfico vehicular inusual. Así mismo, Currin (2013) indica que es importante volver a ejecutar los aforos vehiculares en otra fecha en el caso de que suceda una colisión o cualquier emergencia que pueda afectar el flujo vehicular. Por último, el Ministerio de Comunicaciones del Gobierno de Bangladesh (2001) sustenta que también se debe evitar aforar en lugares que alteren las condiciones de tránsito vehicular, tales como mercados y paradas de autobuses.



Figura 5. Conteo de vehículos por métodos manuales realizado en la avenida El Sol, Cusco. Fuente: propia.

2.4.2. Aforo de velocidades vehiculares

El autor Currin (2013) sustenta que un parámetro importante para medir la seguridad de tránsito de los vehículos es la velocidad con la circulan una determinada vía; por lo tanto, velocidades vehiculares bajas están asociadas a condiciones de tránsito seguro y velocidades altas expone a los conductores a riesgo de siniestros. Por lo tanto, es indispensable ejecutar un aforo de velocidades; según Smith (2002), los métodos de medición de la velocidad puntual de un vehículo motorizado son utilizados para obtener la distribución de un conjunto de velocidades pertenecientes a un determinado flujo vehicular en un lugar específico. Seguidamente, Smith (2002) indica que la recopilación de estos permite determinar los percentiles de velocidades, los cuales son importantes para obtener los siguientes resultados: determinación de operación de velocidades de tráfico y evaluación de dispositivos de control de tráfico, seguimiento de tendencias de velocidad de tráfico, evaluación de la seguridad vial con respecto al tránsito seguro de peatones y conductores, etc. Posteriormente, Currin (2013) manifiesta que, para realizar un aforo de velocidades vehiculares puntuales, es necesario utilizar algunas herramientas tales como cronómetro, odómetro o tacómetro de rueda (también podría ser cinta métrica), materiales de apuntes (hojas, lapiceros, portapapeles) y elementos para marcar el pavimento (pintura o cinta adhesiva de colores resaltantes en el pavimento). Luego de ello, es indispensable conocer cuál es el procedimiento a seguir; en este caso, al considerar el método del cronómetro para el cálculo de velocidades de los vehículos que transitan en la intersección de estudio, Smith (2002) señala que dicho procedimiento se divide en 5 pasos: primero, se debe elegir la longitud en la que se desarrollará el estudio; en segundo lugar, el aforador se debe

posicionar en una ubicación que le permita observar los puntos de referencia (de inicio y fin) que delimitan la longitud previamente seleccionada; en tercer lugar, el observador debe registrar, con el cronómetro, el tiempo que demora cada vehículo en recorrer la longitud de estudio desde que las llantas delanteras del mismo atraviesan el punto de referencia inicial hasta que cruzan la marca de referencia final; en cuarto lugar y en quinto lugar, se procede a calcular las velocidades con los datos registrados (tiempo y longitud) para cada vehículo y se determinan los percentiles de velocidad, respectivamente. Finalmente, Smith (2002) sugiere dos recomendaciones especiales para realizar este aforo: la primera es que el tamaño de la muestra para realizar el estudio, mínimamente, debe contener 50 mediciones; así mismo, las mediciones se deben ejecutar en días martes, miércoles o jueves, puesto que el resto de días se pueden generar volúmenes de tránsito vehicular excepcionalmente altos y estos no se consideran para este análisis de velocidades.

2.4.3. Aforos peatonales manuales

De manera similar al concepto definido previamente de los aforos vehiculares, Ryus et al. (2014) señalan que los aforos peatonales manuales son conteos de peatones recopilados por individuos. Así mismo, Ryus et al. (2014) afirman que los aforos peatonales manuales presentan algunas ventajas sobre los métodos de aforo automáticos; estos permiten documentar de manera precisa datos adicionales como la edad, el género, comportamiento de los individuos, etc. Sin embargo, según FHWA (2016), este método manual también presenta ciertas desventajas en comparación a los automáticos, ya que la precisión de los datos registrados depende de la experiencia, la capacitación las condiciones físicas de los aforadores; además, en algunas zonas, debido a un volumen peatonal alto, se puede requerir una mayor cantidad de aforadores de los previstos inicialmente, lo cual se traduce en un gasto económico adicional. Posteriormente, cabe resaltar que, según FHWA (2016), el método de conteo manual (con o sin videgrabadora) es uno de los métodos más conservadores para realizar un aforo peatonal en una intersección, puesto que presenta menor margen de error de conteo en comparación a métodos automatizados (como los conteos con infrarrojo). Seguidamente, FHWA (2016) nombra algunos materiales y equipos que se pueden utilizar para realizar este método, entre ellos los siguientes: videgrabadora (opcional), hojas con formato de aforo, portapapeles y lapiceros. Según Ryus et al. (2014), el procedimiento para realizar un aforo peatonal se resume en los siguientes pasos: primeramente, al igual que los aforos vehiculares,

se procede a reconocer la zona de aforo para identificar la logística que pueda requerir este estudio y a determinar la ubicación específica de los aforadores en sitios estratégicos para observar adecuadamente a los usuarios; luego, se calcula la cantidad de personal de aforo de acuerdo a los volúmenes de peatones estimados inicialmente y al tipo de información que se desea extraer en el campo; seguidamente; se capacita y entrena adecuadamente al personal de aforo seleccionado para que puedan clasificar usuarios y recopilar datos de manera correcta; posteriormente, se visita el lugar de estudio y se registra la cantidad de peatones que transitan por los pasos peatonales (para el caso de la presente tesis) de la intersección en intervalos discretos de 15 minutos; finalmente, se comprueba de que los datos registrados sean correctos, se suman los conteos registrados en cada casilla y se procesa la información para obtener los resultados. Por ello, Ryus et al. (2014) argumentan que es indispensable conocer los siguientes propósitos por los cuáles se ejecuta la recolección de dichos datos: conocer la variación de la demanda horaria de peatones, evaluar la actividad peatonal local para posteriormente implementar instalaciones nuevas para estos usuarios, realizar análisis de riesgo de colisión de peatones en lugares específicos, elaborar modelos de predicción para estimar el volumen peatonal, entre otros más. Por último, Ryus et al. (2014) sugiere algunas recomendaciones que se deben considerar antes de ejecutar estos aforos: esta clase de mediciones están directamente influenciadas por las condiciones ambientales del entorno (tales como clima y temperatura) en comparación a los aforos vehiculares y, por lo tanto, se debe prevenir realizar estos aforos en condiciones climáticas desfavorables para evitar alterar los resultados; además, se sugiere capacitar adecuadamente a los aforadores y asegurarse que comprendan el concepto de peatón, de modo que puedan identificar a cualquier tipo de persona (especialmente, al observar personas que puedan generar un dilema sobre su caracterización como peatón, tales como bebés que no puedan desplazarse de manera independiente, patinadores, personas que caminan con bicicletas, etc.) sin ningún inconveniente al momento de realizar el conteo; así mismo, se sugiere seleccionar personal de aforo que posea que posean habilidades idóneas para realizar la actividad, puesto que la detección de peatones es mucho más compleja en comparación a vehículos motorizados, debido a que los patrones de desplazamiento son irregulares y los peatones son más pequeños visualmente (respecto al tamaño de los vehículos motorizados).

2.4.4. Líneas de deseo peatonales como análisis de movilidad peatonal

Según Cevallos et al. (2018), las líneas de deseo son las rutas alternas preferidas por una gran cantidad de peatones para desplazarse a un determinado lugar por encima de otras rutas impuestas por un diseño racional; esta acción se realiza comúnmente en plazas, parques y vías. Si bien es cierto, Foster et al. (2019) indican que, para algunos autores, la definición de este concepto puede estar asociada a prácticas positivas (ya que algunos interpretan esta acción como eficiente al reducir la distancia y el tiempo para que un peatón pueda movilizarse hacia un determinado destino), así como negativas (algunos autores opinan que las líneas de deseo son prácticas de resistencia, puesto que afectan al orden y funcionamiento de las redes urbanas); sin embargo, independientemente de lo buena o mala que pueda resultar esta práctica según la postura de estos, se debe garantizar que el desarrollo de esta acción se realice bajo condiciones de seguridad. Seguidamente, Foster et al. (2019) indica, en su publicación “Detroit’s lines of desire: Footpaths and vacant land in the Motor City”, que se pueden utilizar varios métodos para determinar las líneas de deseo, dichos métodos son los siguientes: sensores remotos, auditorías de sitios físicos y observaciones de comportamiento, análisis de redes y espacial, y entrevistas cualitativas; así mismo, los autores indican que estos métodos se pueden utilizar incluso de manera complementaria. Finalmente, a partir del estudio “Cartografía del deseo: Diseño, caminabilidad y peatones en la ciudad de Quito” de los autores Cevallos et al. (2018), se puede extrapolar que los propósitos fundamentales de esta clase de estudios son los siguientes: evidenciar los aciertos y desaciertos del diseño de las facilidades peatonales, verificar si los diseños de los elementos viales y urbanos brindan una buena experiencia de uso a los peatones, etc.



Figura 6. Trayectoria de líneas de deseo (flecha de color azul) de peatones que cruzan la vía.

Tomado de “Cartografía del deseo: Diseño, Caminabilidad y peatones en la ciudad de Quito”, por Cevallos et al. (2018)

3. Inspección de seguridad vial en la intersección

3.1. Definición del problema

Uno de los puntos vehiculares más conflictivos, según menciona la Municipalidad del Cusco (2013) en el “Plan de Desarrollo Urbano Cusco desde el 2013 al 2023”, es la intersección cuádruple de las avenidas Tullumayo, El Sol y Pardo – Paseo de los Héroes. Así mismo, para reforzar esta hipótesis, se debe buscar la información correspondiente (estadísticas de accidentes de tránsito, causales las mismas, tipos de vehículos involucrados, entre otros datos más) en la institución que recopila y gestiona estos datos relacionados a accidentes de tránsito (en este caso, la Policía Nacional del Perú); sin embargo, estos datos no son compartidos de manera pública y el acceso a esta información es un proceso complejo. A pesar de ello, no representa un obstáculo para demostrar que es una intersección altamente conflictiva cuando los vehículos realizan maniobras de convergencia, divergencia y entrecruzamiento, sino también para comprobar que es una zona peligrosa en términos de seguridad vial, puesto que ocurren incidentes de tránsito (e incluso accidentes) vehicular en la zona de estudio, lo cual se puede manifestar a partir de las visitas a campo.



Figura 7. Ubicación de las avenidas que concurren en la intersección de estudio.

Tomado de “Plan de Desarrollo Urbano de Cusco 2013 - 2023”, por Municipalidad del Cusco (2013)

Por un lado, el primer hecho que se evidencia (en la “Figura 8”) es la ocurrencia de un incidente de tránsito entre dos automóviles destinados como vehículos de servicio de taxi. En dicha imagen, se observa que 2 conductores discuten como consecuencia de un impacto leve generado por el auto de color negro sobre el parachoques trasero del auto de color plomo, cabe

resaltar que, afortunadamente, no se observa algún daño material y humano severo en la fotografía, por lo cual puede ser catalogado como incidente. Por otro lado, el segundo hecho que se evidencia (en la “Figura 9”) es un choque lateral entre un automóvil rojo y una motocicleta. Se puede observar que existen daños materiales, puesto que una de las llantas del automóvil está completamente dañada y el parachoques delantero se encuentra descuadrado; por lo tanto, se puede catalogar a este suceso como un accidente de tránsito, ya que existen daños materiales, aunque sean en menor medida.



Figura 8. Discusión entre conductores por choque vehicular en la intersección cuádruple de estudio. Fuente: propia.



Figura 9. Vehículos con parachoques delantero descuadrado y llanta dañada. Fuente: propia.

Así mismo, aparentemente, esta intersección presenta muchos problemas de seguridad vial que expone la integridad física de los usuarios más vulnerables (peatones y ciclistas), así como la seguridad de los conductores de vehículos motorizados a la ocurrencia de siniestros. Con la finalidad de comprobar si efectivamente existen problemas de seguridad vial, se planea ejecutar una visita de campo previa a la ISV e identificar aquellos problemas que son distinguibles fácilmente a través del uso de una lista de chequeo maestra. Se debe resaltar que, durante la visita de campo previa, solo se deben identificar los problemas de manera genérica, ya que la ISV se enfoca en realizar un diagnóstico más profundo de los problemas que puedan existir en esta intersección a través del uso de una lista de chequeo detallada. A continuación, se mencionan estos problemas encontrados con la lista de chequeo maestra durante esta visita previa.

3.2. Ubicación y descripción de la situación actual

La intersección de estudio se ubica en el límite de dos distritos de la ciudad del Cusco: distritos de Cusco y Wanchaq. En dicha intersección, concurren un total de cuatro vías, las cuales son unas de las vías más transitadas por los distintos usuarios (principalmente conductores y peatones) en la ciudad mencionada: avenida “El Sol”, cuya dirección está representada por la línea roja; avenida “Tullumayo”, simbolizada por la línea verde; avenida “Pardo – Paseo de los Héroes”, definida por la línea naranja y, por último, alameda “Pachacutec”, representada por la línea amarilla. Todo lo mencionado anteriormente, se puede apreciar en la siguiente figura:

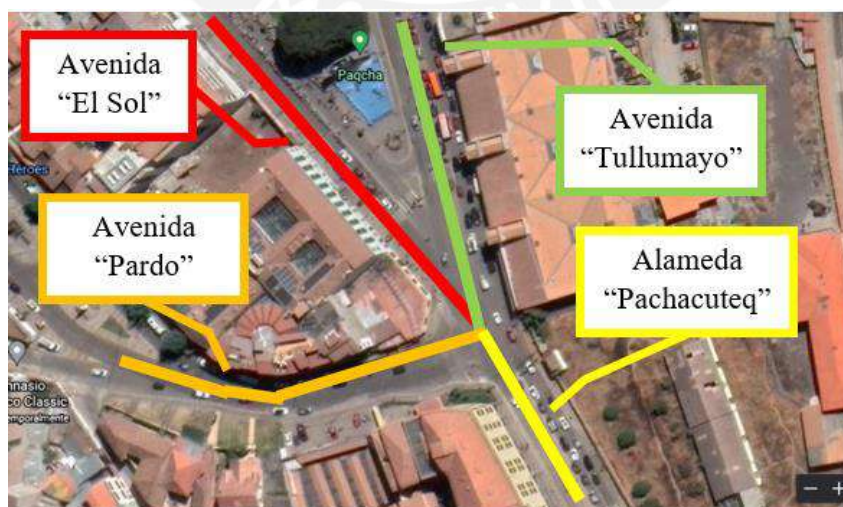


Figura 10. Ubicación de las avenidas que concurren en la intersección de estudio. Fuente: propia.

Esta zona se caracteriza, principalmente, por ser un lugar totalmente comercial, turístico y altamente transitado por peatones y vehículos. Según los documentos elaborados en el “Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia del Cusco 2013-2023” tales como los planos de “Actividad Comercial” y “Actividad Turística”, se observa, en la “Figura 11”, que dentro de los establecimientos comerciales que favorecen al funcionamiento de la actividad comercial se identifican principalmente tiendas especializadas, tiendas de abarrotes, algunos centros comerciales y un mercado de abastos; los cuales a su vez se diversifican negocios tales como minimarkets, markets, locales artesanales (entre ellas el Centro Artesanal Cusco, local más resaltante en la intersección), centros comerciales de uso múltiple y un mercado típico de abastos (conocido como el “Mercado de Wanchaq”). Así mismo, se puede analizar en la “Figura 13” que también hay establecimientos turísticos que favorecen al desarrollo de la actividad turística como hospedajes de diversa clasificación (hoteles, hostales, casas hospedaje, etc.), agencias de viaje y algunos servicios múltiples (restaurantes, lavanderías, boticas, etc.).



Figura 11. Distribución de establecimientos del rubro "Comercial".

Tomado de “Plan de Desarrollo Urbano de Cusco 2013 - 2023”, por Municipalidad del Cusco (2013)



Figura 12. Distribución de establecimientos del rubro "Turístico".

Tomado de “Plan de Desarrollo Urbano de Cusco 2013 - 2023”, por Municipalidad del Cusco (2013)

Por último, también se puede distinguir, en la “Figura 20”, que la intersección de estudio se ubica dentro de una “Zona Monumental” o también conocido como “Centro Histórico”, la cual es la zona más antigua de la ciudad. Por ello, dicha zona presenta atracciones turísticas muy importantes como el parque de La Paccha y el templo del Qorikancha. Como consecuencia, el hecho de que la zona sea turística y comercial, origina que las vías sean muy frecuentadas por toda clase de usuarios (peatones, ciclistas, conductores principalmente).

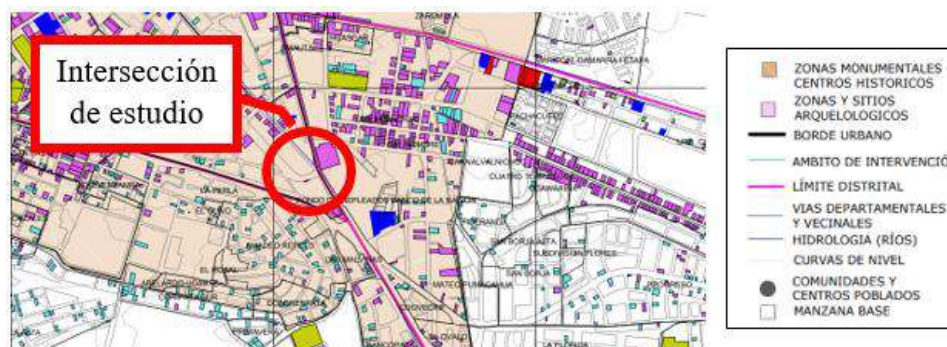


Figura 13. Ubicación de la intersección de estudio dentro de la "Zona Monumental" de la ciudad del Cusco.

Tomado de “Plan de Desarrollo Urbano de Cusco 2013 - 2023”, por Municipalidad del Cusco (2013)

3.3. Características viales de la zona de estudio y problemas encontrados a priori

Durante esta etapa, se caracteriza la seguridad vial de la zona de estudio de manera a priori por medio del uso de listas de chequeo “generales o maestras” (ubicada en el “Anexo 1”), donde se debe recopilar la información respecto a los problemas que son distinguibles fácilmente. Todo ello con la finalidad de realizar un diagnóstico breve del nivel de seguridad vial de la intersección, afinar las preguntas formuladas en las listas de chequeo “detalladas” y determinar la logística necesaria para la ISV. Dicho proceso fue ejecutado durante el día miércoles, 16 de febrero del 2022, por los tesisistas del presente trabajo de investigación en condiciones climáticas favorables (sin presencia de precipitaciones pluviales, especialmente). Los resultados de dicha visita se detallan a continuación:

3.3.1. Configuración de la intersección

De acuerdo al Manual de Carreteras (DG-2018) del MTC (2018), según la “Tabla 502.01”, se puede clasificar el tipo de la intersección como una intersección de cuatro ramales, dado que presenta un total de cuatro accesos (un acceso correspondiente a cada vía que concurre en la

intersección); sin embargo, no se puede clasificar según el tipo de forma que la caracteriza, puesto que presenta una forma atípica. Así mismo, los accesos de las avenidas El Sol y Pardo, así como el acceso de la alameda Pachacutec presentan un total de 2 carriles de tránsito vehicular; sin embargo, en el acceso de la avenida Tullumayo presenta 3 carriles (2 de libre tránsito vehicular y 1 de estacionamiento). Los anchos de cada carril de cada acceso varían entre 3.00 y 3.60 m. Por otro lado, la composición de carriles de las salidas de cada vía varía, puesto que no es la misma que la de los accesos; por ejemplo, la avenida El Sol y la alameda Pachacutec presentan 2 carriles de salida tránsito vehicular, la avenida Tullumayo está comprendida por 3 carriles de salida (2 de tránsito vehicular y 1 de descarga) y la avenida “Pardo –Paseo de los Héroes” posee solo un carril de salida, únicamente de tránsito vehicular. Los anchos de carril de salida varían desde 3.00 y 3.60 m.



Figura 14. Forma de la intersección de estudio. Fuente: propia

3.3.2. Señalización vertical

En cuanto a la señalización vertical, se encuentran instaladas muchas señales de tránsito tanto vehicular, peatonal y ciclistas en intersección correspondiente, así como en las vías que concurren en este punto. Todas ellas son distinguidas por los usuarios, por lo cual se concluye que la autoridad competente de la zona (en este caso la Municipalidad del distrito de Cusco) realiza los trabajos de mantenimiento necesarios para mantener dichas señales en un buen estado de funcionamiento. Cabe resaltar que se ha identificado todo tipo de señales en las vías aledañas y en la propia intersección, entre ellas se detallan las siguientes: señalización

reguladora, señalización preventiva, señalización informativa y, en algunos casos, señalización turística.

En primer lugar, con respecto a la señalización reguladora presente en la zona de estudio, se reconocen señales como “voltar a la derecha”, “prohibido estacionar”, “prohibido el tránsito de bus panorámico”, “zona 30” y “ciclista a su derecha”. Posteriormente, también se puede identificar la instalación de señales preventivas tales como las de “resalto”, “cruce de ciclistas” y “vehículos en ciclorrutas”; cabe resaltar que algunas de estas señales presentan fondos amarillos retrorreflectivos que favorecen a la visibilidad nocturna de los usuarios de estas vías. Seguidamente, se distinguen señales informativas tales como “señales de destino” y “paradero de buses”; sin embargo, existe cierta dificultad para observarlas, puesto que muchas de estas señales presentan letras muy pequeñas, lo cual se convierte en una restricción para aquellas personas que presentan limitaciones físicas en la vista. Así mismo, se observa el uso de algunas señales informativas como la “hotel” y “restaurante”; sin embargo, a pesar de que la zona es turística, se puede identificar que no todos los establecimientos comerciales presentan esta clase de señalización (solo hoteles y algunos restaurantes). Además, otro problema que se ha podido identificar genéricamente es que algunas señales verticales están obstruidas por algunos objetos como las ramas de algunos los árboles. Por último, una parte de estas señales verticales se ubican muy cercanas al borde las vías y, aparentemente, están fabricadas con un material no frágil, lo cual podría representar un riesgo ante un impacto vehicular, ya que los vehículos están propensos a sufrir algún daño físico al impactarse contra este material (más rígido en comparación al material de fabricación de los automóviles).



Figura 15. Señalización vertical ubicada en la avenida El Sol. Fuente: propia.



Figura 16. Señal preventiva retrorreflectiva ubicada en la intersección de estudio en horario nocturno y diurno.

Fuente: propia.



Figura 17. Señal informativa de destino ubicada en el semáforo de la avenida Tullumayo que permite el acceso a la intersección. Fuente: propia.

3.3.3. Señalización horizontal

Se observa que existe señalización horizontal en la mayoría de las vías de análisis; sin embargo, las únicas vías que no presentan este tipo de señalización (con excepción de un cruceo peatonal) es la avenida Pardo – Paseo de los Héroes y la alameda Pachacutec, lo cual se puede comprobar en la “Figura 18”. Por un lado, se puede apreciar, en la “Figura 19”, que las señalizaciones horizontales de la avenida Tullumayo no presentan un mantenimiento continuo, puesto que la pintura se encuentra muy deteriorada, lo cual ocasiona que muchas de estas señalizaciones sean observadas con dificultad por los usuarios de la vía. Por otro lado, la señalización horizontal de la avenida El Sol, la cual se detalla en la “Figura 20”, se encuentra en un buen estado, ya que las señales pintadas en el pavimento de la vía son perfectamente visibles. Por último, se aprecia que los tipos de señalización horizontal utilizadas en la zona de análisis de la intersección son las siguientes: demarcaciones lineales, líneas de detención o parada, pasos de cebra peatonales, flechas de canalización de tránsito, demarcaciones de los bordes de acera, tachas, señalización de prioridad de paso para ciclistas y señalización que indica la presencia de “zonas 30”.



Figura 18. Ausencia de señalización horizontal en la avenida Pardo - Paseo de los Héroes. Fuente: propia.



Figura 19. Cruceo peatonal sin mantenimiento de la avenida Tullumayo. Fuente: propia



Figura 20. Señalización horizontal en la avenida El Sol. Fuente: propia.

3.3.4. Iluminación

La iluminación artificial (eléctrica) de la intersección está caracterizada por presentar un sistema combinado de postes de cableado eléctrico, y postes y faroles de iluminación eléctrica. Adicionalmente, dicho sistema de iluminación está caracterizada por presentar bombillas que alumbran la intersección con colores cálidos como es el amarillo. Aparentemente, este tipo de bombillas genera dificultades en la visibilidad de los usuarios, ya que los objetos se perciben

más “opacos” en comparación a percibirlos con otro tipo de iluminación. Sin embargo, pese a presentar este problema aparentemente, la intersección de estudio y las vías que concurren en este punto están iluminados eficientemente, ya que no se ha identificado zonas con ausencia de iluminación.



Figura 21. Iluminación de la intersección de estudio en horario nocturno. Fuente: propia.

3.3.5. SemafORIZACIÓN

En primer lugar, se ha podido distinguir que existen dos clases de semáforos la intersección: peatonales y vehiculares. Seguidamente, se observa que todas las vías que concurren en la intersección presentan semáforos vehiculares. No obstante, en el caso de los semáforos peatonales, se puede distinguir visualmente que la única vía que no presenta este dispositivo en la intersección semaforizada es la avenida Tullumayo, puesto que no hay semáforos peatonales instalados en ambos extremos de la cebra peatonal como lo hay en las demás vías. Cabe resaltar que todos los semáforos se encuentran totalmente operativos, conservados y sin ninguna clase de falla física o electrónica. Así mismo, con respecto a la visibilidad de la mayoría de los semáforos, se puede notar que es óptima tanto en horarios diurnos como nocturnos.



Figura 22. Semáforos peatonales y vehiculares que regulan el tránsito de la avenida Pardo - Paseo de los Héroes.

Fuente: propia.

3.3.6. Superficie de rodadura

Con respecto a la superficie de rodadura, se puede observar que no es uniforme en todas las vías. En la intersección, las avenidas El Sol, Tullumayo y alameda Pachacutec presentan pavimento flexible como superficie de rodadura; mientras que la superficie de rodadura de la avenida Pardo – Paseo de los Héroes es una superficie adoquinada artesanal, cuyo material principal de construcción es la roca basáltica (comúnmente conocido como adoquinado “Sampietrini”). Adicionalmente, como consecuencia de la falta de mantenimiento del pavimento, se puede verificar que las superficies de rodadura de todas las vías (incluida la zona de intersección) poseen una serie de daños tales como fisuras, agrietamientos (conocidos también como “Piel de Cocodrilo”) y baches; dichas imperfecciones se pueden notar claramente en las “Figuras 23 y 24”. Así mismo, se puede analizar que, a través de la “Figura 25”, existe material suelto (partículas de grava) y depósitos de partículas finas acumulados en zonas aledañas a las veredas de la avenida Tullumayo y la alameda Pachacutec. Sin embargo, algo que se debe de destacar del área de estudio es que el pavimento se encuentra totalmente limpio, libre de residuos sólidos o cualquier otro tipo de desecho humano.



Figura 23. Agrietamiento tipo "Piel de Cocodrilo" en el pavimento de la avenida Pardo - Paseo de los Héroes.

Fuente: propia.



Figura 24. Baches en la avenida Pardo - Paseo de los Héroes. Fuente: propia



Figura 25. Material suelto en distintas zonas de la avenida Tullumayo. Fuente: propia.

3.3.7. Estacionamientos y paraderos

La intersección y las vías de estudio presentan tanto paraderos como estacionamientos. Por un lado, se puede identificar un total de tres paraderos en esta zona de estudio. Dichos paraderos se encuentran ubicados en las siguientes zonas: el primero de ellos está ubicado de manera aledaña a los carriles de acceso de la alameda Pachacutec, el segundo está próximo a los carriles de salida de la alameda ya mencionada y, por último, el tercero colinda con los carriles de acceso de la avenida El Sol, el cual se evidencia en la “Figura 26”. Por otro lado, la zona de estudio posee un total de 4 estacionamientos: el primero de ellos está situado en la avenida Pardo, detallado en la “Figura 27”, y los tres restantes en la avenida Tullumayo.



Figura 26. Paradero ubicado en avenida El Sol. Fuente: propia.



Figura 27. Estacionamiento ubicado en avenida Pardo. Fuente: propia.

Cabe resaltar que, aparentemente, no se identifica problemas distinguibles con respecto a los paraderos. Sin embargo, con respecto a los estacionamientos, se puede analizar que algunas de estas áreas destinadas a dicho fin no son utilizadas por los usuarios, puesto que su acceso

muchas veces se encuentra restringido por colocación de cadenas en el perímetro; a pesar de que es un estacionamiento público; se debe recordar que el propietario también utiliza los estacionamientos aledaños a su fachada principal, cuyo acceso también está restringido, lo cual se puede comprobar a través de las “Figuras 28 y 29”. Entonces, se puede concluir que, claramente, hay espacios que son desperdiciados, puesto que no cumplen con su propósito. Además, la mayoría de estos espacios públicos posee una señalización horizontal deficiente.

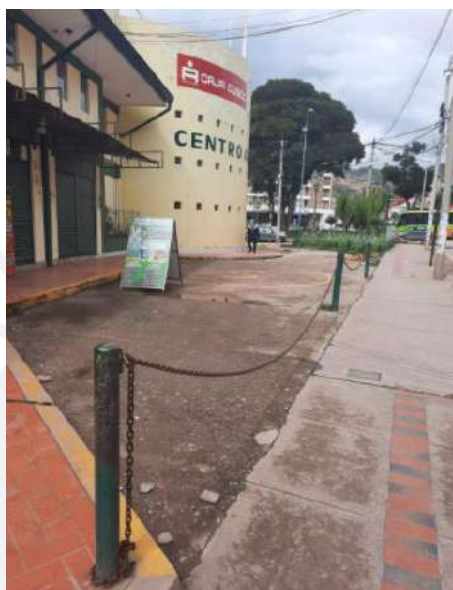


Figura 28. Estacionamiento público ubicado en avenida Tullumayo (esquina de avenida Tullumayo con avenida Pachacutec) con ausencia de señalización vertical y con acceso restringido. Fuente: propia.



Figura 29. Estacionamiento público ubicado en avenida Tullumayo (frente a la fachada del Centro Artesanal Cusco) con acceso restringido por vallas. Fuente: propia.

3.3.8. Usuarios de la vía

- *Peatones*

Sin lugar a duda, uno de los principales usuarios de las aceras de la intersección y de las vías de estudio que se pueden identificar son los peatones. En primer lugar, se debe distinguir que transitan peatones con discapacidades físicas, así como peatones que no presentan ninguna clase de discapacidad física por las distintas vías de estudio. En segundo lugar, se puede corroborar que peatones de diferentes edades circulan por esta vía; entre ellos se detallan niños, jóvenes, adultos y ancianos. Así mismo, no solo se debe caracterizar cualitativamente a estos peatones, sino también cuantitativamente.



Figura 30. Peatones transitando en la intersección de estudio. Fuente: propia.

Por ello, se debe realizar un aforo peatonal en las vías de estudio con la finalidad de caracterizar cuantitativamente al flujo peatonal. Seguidamente, realizado este aforo peatonal, se deben obtener los siguientes resultados: las líneas de deseo por donde cruzan los peatones las vías que concurren en la intersección de estudio, la variación de la demanda del flujo peatonal a lo largo de un día y la hora punta donde se produce la máxima demanda peatonal. Cabe resaltar que la data correspondiente de dichos aforos se adjunta en el “Anexo 2”, así como la evidencia fotográfica correspondiente de la ejecución de dicho procedimiento en el “Anexo 3”.

Con respecto a los resultados del aforo peatonal, se puede destacar que uno de ellos es la determinación de las líneas de deseo, las cuales, básicamente, representan las trayectorias alternas por donde los peatones cruzan las vías de estudio. Tal como se observa en las “Figuras

31,32,33 y 34”, los peatones cruzan las aceras por las cebras peatonales (zonas de cruce peatonal seguras), así como por otras zonas de cruce informales a lo largo de dichas vías. Así mismo, se debe resaltar que estas líneas son representativas; es decir, donde se produce la mayor parte de cruces.



Figura 31. Líneas de deseo peatonales en las vías que concurren en la intersección cuádruple de estudio. Fuente: propia.



Figura 32. Líneas de deseo peatonales ubicadas en avenida El Sol. Fuente: propia.



Figura 33. Líneas de deseo peatonales ubicadas en avenida Tulumayo. Fuente: propia.

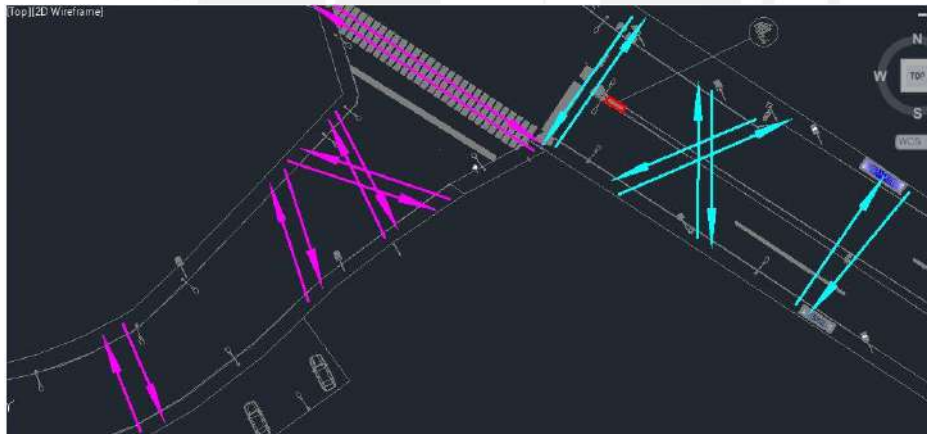


Figura 34. Líneas de deseo peatonales ubicadas en avenida Pardo y alameda Pachacutec. Fuente: propia.

Adicionalmente, se puede apreciar, en la “Figura 35”, que la demanda de peatones es variable a medida que transcurre el día. Según la figura mencionada, los picos de demanda (puntos máximos) ocurren a mediodía y al finalizar los horarios de la tarde (05:00 p.m.) aproximadamente. Sin embargo, la intención principal de este gráfico, no es calcular la máxima demanda, sino indicar la variación de demanda peatonal a lo largo de un día.

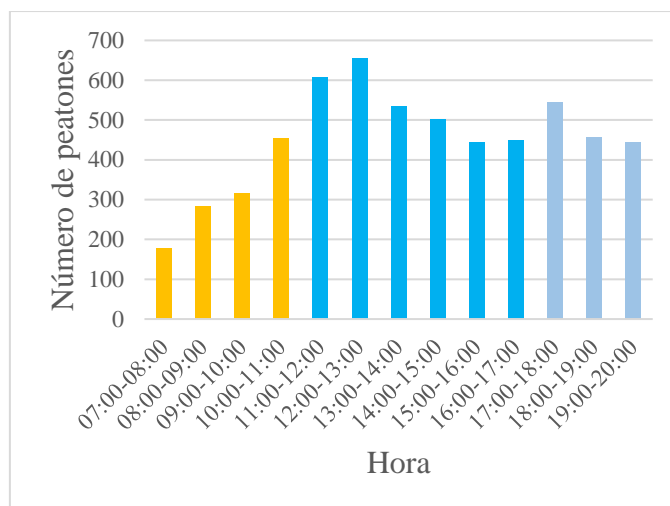


Figura 35. Variación horaria de demanda peatonal en las vías de la intersección de estudio: Fuente: propia.

Con la finalidad de determinar los horarios de demanda máxima con exactitud tanto en los 3 horarios del día, los cuales son mañana (07:00 a 11:00 horas), tarde (11:00 a 17:00 horas) y noche (17:00 a 20:00 horas), se debe realizar la suma horaria (60 minutos consecutivos más cargados) de los peatones que transitan por la intersección y se deben seleccionar las demandas máximas por horario. En la “Tabla 1”, se puede observar que las demandas máximas seleccionadas durante horarios de la mañana, tarde y noche son 454, 687 y 582 peatones/h, respectivamente. A continuación, en las “Tablas 1 y 2”, se presentan también las horas exactas donde se producen estas máximas demandas, la hora pico (demanda máxima de peatones durante el día de aforo), los 15 minutos más críticos (15 minutos con mayor demanda dentro de la hora pico) y su respectivo flujo:

Tabla 1. Demandas máximas de peatones en los horarios de la mañana, tarde y noche.

Horario	Demanda peatonal
- Intersección.	
Horario mañana (h)	10:00 - 11:00
Cantidad (peatón/h)	454
Horario tarde (h)	11:30 - 12:30
Cantidad (peatón/h)	687
Horario noche (h)	17:15 - 18:15
Cantidad (peatón/h)	582

Tabla 2. Hora pico, horario de los 15 minutos críticos, flujo crítico y demanda peatonal crítica.

Horario	Demanda peatonal
Hora pico (h)	11:30 - 12:30
Cantidad (peatón/h)	687
Hora de flujo crítico (h)	12:00 - 12:15
Flujo crítico (peatón/15 min)	190
Cantidad real (peatón/h)	760

Aparentemente, se pueden identificar dos problemas: la falta de canalización de peatones y diseños inadecuados de algunas facilidades peatonales (rampas, medianas, refugios peatonales, etc.). Esta falta de canalización peatonal puede evidenciarse a través de las líneas de deseo que se han identificado en las páginas anteriores, ya que existe una gran parte de los peatones que cruzan las vías de estudio por lugares no seguros y no permitidos; este problema se desarrolla tanto en vías donde se han implementado vallas peatonales como en vías que carecen de estos elementos, lo cual demuestra la disfuncionalidad de estas vallas. Por último, el diseño inadecuado de algunas facilidades perjudica potencialmente a los peatones discapacitados más que a los peatones que no padecen de discapacidades físicas, puesto que obstaculizan y perjudican el desplazamiento de los peatones discapacitados, por lo cual incluso varios de ellos deben invadir otros lugares donde no es permitido el tránsito de peatones (como son las calzadas) para lograr transitar eficientemente.



Figura 36. Peatón discapacitado transitando por la calzada por inadecuado diseño de facilidades peatonales.

Fuente: propia.

- ***Vehículos motorizados***

Esta intersección está caracterizada por poseer una composición vehicular muy diversificada, ya que transitan vehículos tales como automóviles, coasters y buses de transporte público, motocicletas, camiones pequeños (furgones), vehículos de turismo (tipo Van o Sprinter), bicicletas y algunos vehículos pesados, lo cual se puede evidenciar en la “Figura 37”. Así mismo, la intersección posee una diversificación de vehículos en cuanto a antigüedad (nuevos y viejos). Se debe precisar que dichos vehículos transitan por todas las vías que concurren en la intersección, y pueden realizar diferentes maniobras de acuerdo con las fases que proponen los semáforos de la intersección (“Figura 38”) y la distribución de tiempos de verde (“Figura 39”), las cuales se pueden observar en las siguientes figuras:



Figura 37. Vehículos que transitan por la avenida Tullumayo. Fuente: propia.



Figura 38. Fases vehiculares y maniobras permitidas para cada una de ellas. Fuente: propia.

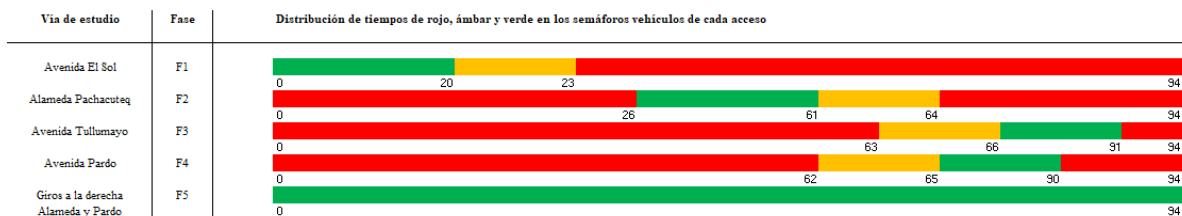


Figura 39. Distribución de tiempos de rojo, ámbar y verde para cada fase vehicular dada en los accesos de las vías que concurren en la intersección de estudio. Fuente: propia.

Cabe resaltar que, para obtener proporcionalidad de la composición vehicular, la variación de la demanda vehicular horaria en el día, las máximas demandas en distintos horarios (mañana, tarde y noche) y la hora pico, se ha realizado un aforo vehicular durante el día 22 de febrero del 2022 desde las 07:00 hasta las 20:00 horas, cuyos datos registrados y evidencia fotográfica se presentan en el “Anexo 2” y “Anexo 3”, respectivamente. En primer lugar, la “Tabla 3” demuestra que la mayor parte de vehículos que transitan en la intersección son los autos, pues representan alrededor del 76.19% del total de vehículos; después de estos, los buses (9.52%) y las motocicletas (7.62%) son los vehículos más abundantes que transitan por estas vías concurrentes en la intersección. En segundo lugar, en la “Figura 40”, indica la variación de la demanda vehicular desde las 07:00 hasta las 20:00 horas; se puede observar que la demanda crece y decrece constantemente, lo cual genera en el gráfico determinados picos, los cuales significan que la demanda está alcanzando su valor máximo tanto en horarios de la mañana (07:00 a 11:00 horas), tarde (11:00 a 17:00 horas) y noche (17:00 a 20:00 horas). A continuación, se presenta la “Tabla 3” y la “Figura 40”.

Tabla 3. Composición vehicular en la intersección de estudio. Fuente: propia.

Composición vehicular		
Tipo de vehículo	Intersección	
	N° vehículos	Porcentaje
Autos	240	76.19%
Buses	30	9.52%
Camiones	4	1.27%
Splinter - Turismo	14	4.44%
Motos	24	7.62%
Vehículos pesados	0	0.00%
Bicicletas	3	0.95%
Total	315	

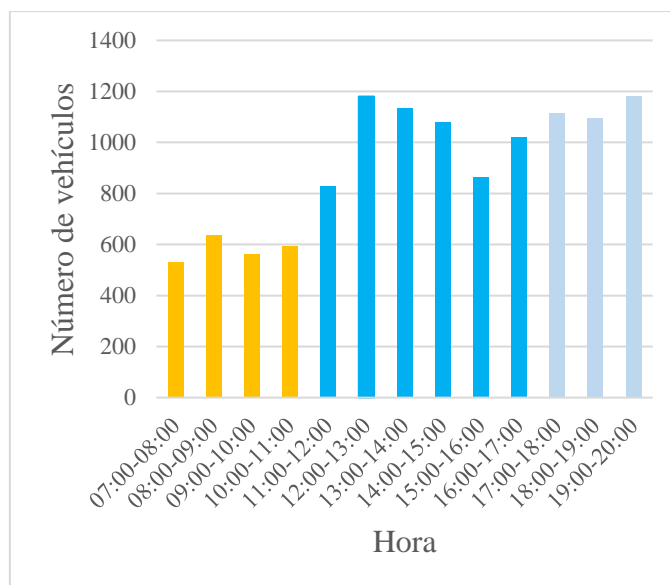


Figura 40. Variación horaria de la demanda vehicular a lo largo del día de aforo. Fuente: propia.

Precisamente, con la finalidad de determinar las demandas máximas vehiculares en horarios de la mañana, tarde y noche (según los horarios establecidos anteriormente) y el tiempo exacto en las que se producen estas, se debe realizar la suma horaria (60 minutos consecutivos más cargados) de los datos de los aforos vehiculares; dichos resultados se pueden visualizar en la “Tabla 4”. Adicionalmente, la hora pico, los 15 minutos críticos y su flujo respectivo se presentan en la “Tabla 5”. Cabe resaltar que la hora pico hallada con la suma horaria (“Tabla 5”) coincide con el rango de horas donde ocurre uno de los picos del gráfico presentado en la “Figura 40”, lo cual demuestra que el resultado es coherente. Seguidamente, se presentan las “Tablas 4 y 5”:

Tabla 4. Demandas máximas de vehículos en los horarios de la mañana, tarde y noche. Fuente: propia.

Horario	Demanda vehicular
	- Intersección.
Horario mañana	08:00 - 09:00
Cantidad (veh/h)	635
Horario tarde	12:15 - 13:15
Cantidad (veh/h)	1202
Horario noche	17:45 - 18:45
Cantidad (veh/h)	1209

Tabla 5. Hora pico, horario de los 15 minutos críticos, flujo crítico y demanda vehicular crítica. Fuente: propia.

Horario	Demanda vehicular
Hora pico	17:45 - 18:45
Cantidad (veh/h)	1209
Hora de flujo crítico	18:00 - 18:15
Flujo crítico (veh/15 min)	324
Cantidad real (veh/h)	1296

Por último, con respecto a los posibles problemas encontrados, se puede identificar que existen conflictos vehiculares cuando ocurren maniobras de convergencia, entrecruzamiento y divergencia. Ello se puede evidenciar, en la “Figura 39”, cuando los tiempos de verde de las fases 3 (vehículos que circulan en avenida Tullumayo) y 4 (vehículos que circulan en avenida Pardo) y coinciden; por lo tanto, se puede deducir que los vehículos que circulan en ambas vías presentan problemas para transitar con normalidad por las calzadas. Así mismo, a modo de verificación, la “Figura 41” demuestra que los vehículos que ingresan por el acceso de avenida Pardo deben detenerse antes de cruzar la intersección, ya que los vehículos que circulan en avenida Tullumayo transitan de manera continua sin detenerse a pesar de que en ambas fases el semáforo señala el color verde; dicha figura se presenta a continuación:

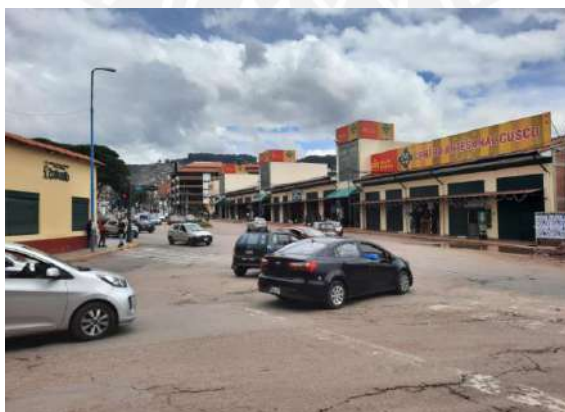


Figura 41. Vehículos en avenida Pardo detenidos esperando una brecha o espaciamiento entre los vehículos que transitan en avenida Tullumayo para poder cruzar. Fuente: propia.

- *Ciclistas*

Los últimos usuarios que se han identificado que circulan por esta intersección son los ciclistas. Dichos usuarios transitan técnicamente por todas las calzadas de las vías de estudio, puesto que las ciclovías son de uso compartido (con los vehículos). Además, se debe recordar únicamente que las ciclovías están ubicadas en los carriles de la derecha; por lo tanto, solo pueden circular por dichos carriles y no invadir otros carriles vehiculares. Seguidamente, se puede mencionar que el único problema aparente relacionado con el uso de ciclovías es que no existen puntos de cruce seguro para los ciclistas, puesto que los vehículos no les brindan el espacio suficiente para realizar el cruce y muchas veces corren con el riesgo de ser atropellados.



Figura 42. Ciclista detenido en el carril derecho de acceso de avenida Tullumayo. Fuente: propia.



Figura 43. Ciclista cruzando la intersección de estudio. Fuente: propia.

3.3.9. Entorno y mobiliario urbano

Dentro de los principales objetos que se identifican en la vía, aparte de las señalizaciones verticales que se han detallado en el inciso “3.3.2.”, son las siguientes: vallas peatonales, postes de iluminación eléctrica, plantas ornamentales, árboles, bancas (solo en el parque de “La Paccha”), tachos de desecho de residuos sólidos, bancas, etc. Con respecto a la funcionalidad de los objetos de mobiliario vial, peatonal y espacio público, se analiza que muchos de los objetos identificados como vallas peatonales, plantas ornamentales y bancas cumplen su propósito, ya que están instaladas en lugares adecuados de modo que desempeñen su rol y no afectan negativamente al tránsito de cualquiera de los usuarios. Sin embargo, el problema radica en que muchos de estos elementos instalados están deteriorados por la antigüedad y las condiciones climáticas del lugar. Así mismo, algunos postes de alumbrado y cableado se encuentran ubicados al borde de la vía, lo cual puede representar un riesgo ante la ocurrencia de un siniestro.



Figura 44. Vallas peatonales ubicadas para separar carriles en la avenida "El Sol". Fuente: propia.

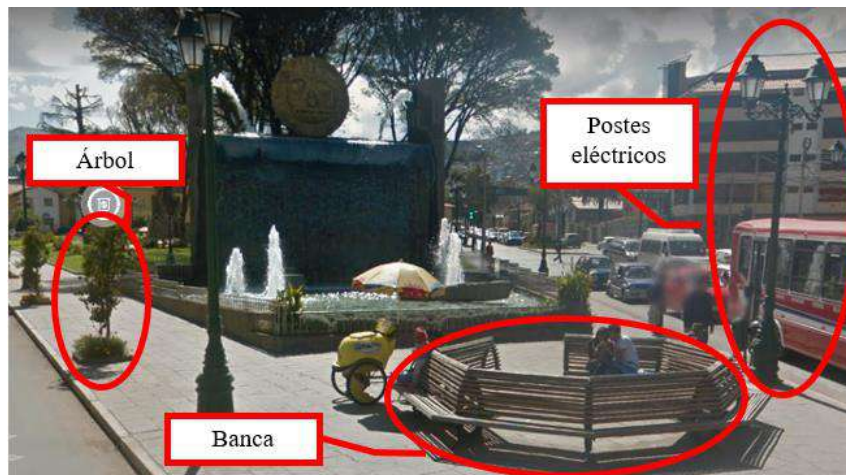


Figura 45. Mobiliario diverso en el Parque de "La Paccha". Fuente: propia.

3.4. Hallazgos y soluciones de la ISV en la intersección de estudio

El equipo inspector, el cual se encuentra formado por los autores de la presente tesis, ejecutó la ISV los días 1, 2 y 3 de marzo del año 2022, desde las 07:00 hasta las 20:00 horas, en condiciones climáticas favorables que no afecten a las condiciones de flujo peatonal y vehicular; cabe resaltar que, para realizar dicha tarea, se utilizaron elementos de apoyo como las listas de chequeo detalladas (ubicadas en el "Anexo 6"), cámaras fotográficas que capturen fotografías (ubicadas en el "Anexo 7") para respaldar las respuestas de las listas de chequeo, lapiceros, portapapeles, entre otros elementos más. Los resultados de la ISV están conformados por "hallazgos", lo cuales son los problemas detectados a través del uso de listas chequeo, y por "recomendaciones", las cuales son las soluciones que se proponen como parte de la elaboración de la propuesta de mejora de la seguridad vial de la intersección. Adicionalmente, tanto los hallazgos como las recomendaciones se complementan de manera gráfica con planos de hallazgos ("Anexo 9") y recomendaciones ("Anexo 10"), respectivamente, para entender de mejor manera los problemas detectados en las listas de chequeo y plantear la solución correspondiente del mismo modo. Cabe destacar que, por la naturaleza de algunos hallazgos, no pueden ser plasmados en el plano respectivo. A continuación, se detallan los hallazgos y las recomendaciones de la ISV de la intersección de estudio:

3.4.1. Configuración de la intersección

- *Hallazgo 1 (detallado en el plano):*

Se observa, claramente, deficiencias en el diseño geométrico de la mayoría de las vías. Específicamente, se debe realizar un énfasis de que las esquinas de la avenida Pardo – Paseo de los Héroes no presentan curvas de giro. Este hecho no imposibilita los giros de los vehículos de gran tamaño; no obstante, se observa que estas maniobras se realizan de manera pausada y con mucha precaución de no impactar a los vehículos que circulan en el carril colindante.

La recomendación realizada por el equipo inspector consiste en implementar curvas de giro en la avenida Pardo – Paseo de los Héroes tanto en la esquina colindante con la avenida El Sol como en la esquina colindante con la alameda Pachacutecq. Las curvas de giro que se sugieren instalar son segmentos de circunferencia de radios de 10 m (para la esquina próxima a la avenida El Sol) y 6.6 m (para la esquina próxima a la alameda Pachacutecq), ya que, según Chávez (2005), los radios de giro mínimos utilizados para vehículos del tipo Bus B3 – 1, los cuales son vehículos de mayor dimensión que transitan por la intersección, presentan un valor de 6.6 m. Dicha sugerencia se debe complementar con una ampliación de aceras para uniformizar la longitud de la sección transversal de la calzada, la cual aproximadamente debe medir 10 m.

3.4.2. Señalización vertical

- *Hallazgo 2 (no detallado en el plano):*

La falta de señalización de destino para peatones es un problema de suma importancia, puesto que es un elemento que las vías de estudio y la propia intersección carecen. Cabe resaltar que los peatones foráneos son los usuarios más afectados, puesto que no pueden ubicarse en esta zona de manera inmediata. Así mismo, también este problema atañe a los usuarios de la localidad.

La solución a dicho problema comprende la instalación de señalización de destino para los peatones en todas las vías. Se debe considerar que estos elementos pueden ubicarse en las

esquinas; sin embargo, debido a la cantidad excesiva de señalizaciones en estas zonas, es propicio colocar estos elementos en lugares donde sean mayormente visibles y por donde transite la mayor cantidad de peatones, las cuales son las zonas próximas a los pasos peatonales. Estas señalizaciones se pueden distinguir en el plano (“Anexo 10”) como señalizaciones de fondo verde con letras blancas que indican el nombre de la vía y el número de cuadra de la misma.

- ***Hallazgo 3 (detallado en el plano):***

Las señales informativas para ciclistas están colocadas en una orientación errónea tanto en la avenida El Sol y alameda Pachacutec. Este problema se suscita en 3 señalizaciones informativas. Todo ello provoca que la visibilidad de estas señalizaciones sea prácticamente nula, puesto que, al estar orientadas en una posición lateral (desde la perspectiva visual del ciclista), el mensaje es prácticamente ilegible.

Se plantea reorientar las señalizaciones mencionadas; es decir, girar estas señalizaciones, aproximadamente, un ángulo de 90° para que puedan ser visualizadas con total legibilidad por los ciclistas. Así mismo, se debe cambiar la dirección de las flechas de estas señalizaciones. Cabe resaltar que estas señalizaciones se pueden diferenciar en el plano (“Anexo 10”) por poseer un fondo azul, letras blancas, con un pictograma de ciclista y flechas para indicar la dirección en la que se ubica el lugar que se menciona en el cartel (Óvalo Martín Chambi, Plaza de Armas, Limacpampa).

- ***Hallazgo 4 (no detallado en el plano):***

Las señales informativas de destino para conductores ubicadas en todos los semáforos de la intersección presentan letras muy pequeñas, son ilegibles a una distancia incluso cercana. Esta característica causa que la mayoría de usuarios no puedan leerlas de manera rápida.

Se debe colocar un cartel más grande en comparación al cartel que está actualmente colocado. La finalidad es que las letras de esta señalización sean legibles para todos los conductores que se aproximan a la intersección. Así mismo, esta señalización está caracterizada en el plano

(“Anexo 10”) por poseer un fondo azul, letras blancas y flechas que indican la dirección de destino; cabe resaltar que estas se ubican en los postes de los semáforos vehiculares.

- ***Hallazgo 5 (detallado en el plano):***

La visibilidad de señales verticales ubicadas en las aceras colindantes a los carriles de salida de la avenida El Sol, así como una señal vertical ubicada en la avenida Pardo, está obstruida por la presencia de árboles. La altura de estos elementos es la suficiente como para tapan las señalizaciones verticales. Por lo tanto, dichas señalizaciones no pueden ser distinguidas con facilidad, especialmente, por los conductores, ya que la mayoría de los conductores transitan con una velocidad mayor a 30 km/h (“Anexo 4”).

Para el caso de las señales verticales ubicadas en la avenida El Sol, se recomienda cambiar los árboles por otro tipo arbustos o plantas en esta zona donde se tapan las señales verticales. En dicho cambio, se deben colocar plantas o arbustos que posean una altura final de crecimiento máxima de 1 m, aproximadamente. Para el caso de la señalización vertical en la avenida Pardo, mover la señalización a un lugar donde las ramas no obstruyan su visibilidad.

- ***Hallazgo 6 (detallado en el plano):***

La señalización restrictiva de ingreso buses panorámicos (ubicada en la acera colindante a los carriles de acceso de la alameda Pachacutec a la zona conocida como el “Centro histórico de Cusco” no está ubicada en un lugar correcto de modo que permita realizar una maniobra de desvío a los buses panorámicos. Advierte de manera tardía al conductor el acceso a la zona restringida, puesto que el conductor que ingresa por los carriles de acceso de alameda Pachacutec necesariamente debe continuar su trayectoria por los carriles de salida de las avenidas, Pardo, El Sol y Tullumayo (las cuales se encuentran en la zona restringida).

Por lo tanto, se recomienda mover la señalización y reubicarla en el óvalo Martín Chambi, el cual se encuentra localizado en la intersección de la alameda Pachacutec, avenida Ejército, avenida San Martín y calle Confraternidad. Así mismo, esta señalización se debe complementar con una señalización de ruta alterna en la intersección mencionada. Cabe resaltar que dicha medida no se coloca en el plano, puesto que el plano solo pertenece a la intersección de estudio.

3.4.3. Señalización horizontal

- **Hallazgo 7 (detallado en el plano):**

El carril de acceso de la alameda Pachacutec es el único que no presenta línea de parada. Así mismo, las líneas de parada de las avenidas Pardo – Paseo de los Héroes y Tullumayo ya no son visibles. Específicamente, esto sucede debido a que la pintura de las señalizaciones de las líneas de parada se encuentra desgastada.

Se recomienda instalar una línea de parada en alameda Pachacutec. Adicionalmente, se debe reubicar las líneas de parada de la avenida Pardo (aproximadamente a 10 m de su posición actual) y de la avenida Tullumayo (aproximadamente 5m de su posición actual), ya que la ubicación y las dimensiones de los pasos peatonales cambiaron en la propuesta de rediseño. Por lo tanto, se deben pintar nuevamente estos elementos de color blanco. Así mismo, según el MTC (2016), se debe considerar pintar de estas líneas con un ancho mínimo de 0.5 m y ubicarlas a 2 m del borde de las cebras peatonales.

- **Hallazgo 8 (detallado en el plano):**

Tanto la avenida Pardo como la alameda Pachacutec no presentan demarcaciones longitudinales para separar carriles con flujos vehiculares que se dirigen en el mismo sentido. Cabe resaltar que estas demarcaciones se representan con líneas discontinuas blancas. Adicionalmente, son imprescindibles, ya que ordenan el tráfico de manera eficiente y garantizan la seguridad de los usuarios que utilizan estas vías.

Se recomienda instalar demarcaciones longitudinales discontinuas o segmentadas. Dichas demarcaciones, según el MTC (2016), deben pintarse de color blanco. Así mismo, estas líneas deben poseer una longitud de 3 m (para vías urbanas) y un espaciamiento de 5 m (entre líneas). Se debe enfatizar que la primera línea, cuya referencia de inicio es la línea de parada vehicular, debe demarcarse con una longitud de 15 m y las líneas posteriores según lo detallado anteriormente; es decir, líneas de 3 m espaciadas entre ellas 5 m.

- ***Hallazgo 9 (detallado en el plano):***

La pintura de las señalizaciones horizontales ubicadas en todos los carriles de la avenida Tullumayo se encuentra desgastada. Como consecuencia, imposibilita que la visibilidad de estas señales sea óptima, lo cual afecta a la mayoría de usuarios de esta vía (conductores, peatones, ciclistas). Por ello, dichas señales no cumplen con su finalidad principal, la cual es transmitir mensajes a estos usuarios.

Se recomienda pintar nuevamente todas las señalizaciones desgastadas. Del mismo modo, se debe considerar respetar el color de la pintura utilizada para cada una de las señalizaciones horizontales (con excepción de la señalización “Prioridad de paso al Ciclista en Vía Compartida”, ya que el color verde debe ser sustituido por el color rojo), ya que están implementadas según las especificaciones del “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras”. Por último, se sugiere implementar un programa de mantenimiento de señalización horizontal; no solo para esta avenida, sino para toda la señalización horizontal de la intersección en sí.

- ***Hallazgo 10 (detallado en el plano):***

La alameda Pachacutec y la avenida Pardo – Paseo de los Héroes no presentan señalización de prioridad el paso de los ciclistas, a pesar de que todas las vías presentan ciclovías de calzada compartida. Por lo tanto, los conductores de vehículos motorizados son más propensos a no respetar el paso de los ciclistas cuando transitan por esas calzadas compartidas.

Se recomienda colocar la señalización horizontal de “Prioridad al Ciclista en Vía Compartida” tanto en la avenida Pardo – Paseo de los Héroes (carriles de acceso y salida) como en la alameda Pachacutec (carriles de acceso y salida). Según el MTC (2021), estas señalizaciones se representan con un triángulo de fondo rojo delimitado con líneas blancas (de 0.10 m de espesor), el cual contiene el pictograma de una bicicleta dibujada con líneas blancas, tal como se detalla en el plano (“Anexo 10”). Así mismo, estas señalizaciones incluyen la palabra “PRIORIDAD” como leyenda.

- ***Hallazgo 11 (detallado en el plano):***

No existe demarcación de flechas direccionales vehiculares en el pavimento de los carriles de acceso de la avenida Pardo – Paseo de los Héroes. Adicionalmente, se produce el mismo hallazgo en la alameda Pachacutec. Cabe resaltar que este problema se agrava, ya que la intersección, como se ha descrito anteriormente, no presenta señalización vertical de destino.

Se recomienda demarcar flechas direccionales en el pavimento de los carriles de acceso de la avenida Pardo – Paseo de los Héroes y de la alameda Pachacutec. Estas señalizaciones se deben demarcar con pintura blanca en el pavimento y deben ubicarse a 6 m de la línea de parada vehicular. Adicionalmente, se deben considerar que las dimensiones de estos elementos están especificadas en el Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

- ***Hallazgo 12 (detallado en el plano):***

Por un lado, se puede evidenciar que las tachas colocadas en la superficie de rodadura se emplean de manera incorrecta, puesto que algunas tachas fueron colocadas como “reductores de velocidad”. Por otro lado, con respecto a las tachas que fueron empleadas con una finalidad adecuada, se puede comprobar que los colores de las tachas empleadas para dividir carriles de un mismo acceso son incorrectos, ya que las tachas de color amarillo sirven para definir demarcaciones que separan corrientes de tránsito opuestas. De igual manera, muchas tachas fueron removidas del pavimento y la mayoría de las tachas restantes no presenta retrorreflectividad, lo cual genera muchas de estas no sean visibles durante horarios nocturnos.

Se sugiere remover todas las tachas en la intersección. Por un lado, se debe a que la mayoría de estos elementos no se utilizan adecuadamente. Por otro lado, la mayoría de tachas no están conservadas físicamente.

3.4.4. Iluminación

- ***Hallazgo 13 (no detallado en el plano):***

Los colores cálidos de las bombillas instaladas en los postes de alumbrado eléctrico que conforman el sistema de iluminación de toda la intersección, así como de todas las vías aledañas, no favorecen a la agudeza visual de los usuarios. Los objetos se perciben de manera “opaca” desde el punto de vista de cualquier usuario. Este hecho puede generar que los usuarios no puedan ser intervisibles entre los mismos (conductores, peatones y ciclistas).

Se sugiere cambiar el sistema de iluminación tradicional de toda la intersección y las vías concurrentes en esta zona a un sistema de iluminación LED, ya que otorga mayor volumen de luminosidad y calidad de visión a los usuarios. Actualmente, este tipo de sistema de iluminación es una opción muy utilizada en muchos países del mundo para el alumbrado público y, con el transcurrir de tiempo, se convierte en una alternativa viable para el presupuesto de un proyecto de mejora vial. Aparte de favorecer a la visibilidad de los usuarios de la intersección, aumenta la sensación de seguridad entre los usuarios, genera un menor consumo energético, y produce menor impacto ambiental.

- ***Hallazgo 14 (detallado en el plano):***

Los paraderos ubicados en la avenida El Sol y la alameda Pachacutecq carecen de iluminación artificial. El sistema de postes de alumbrado público es insuficiente para iluminar dichas zonas. Por lo tanto, este hecho no favorece a la visibilidad de los usuarios que utilizan los paraderos.

Se recomienda implementar un sistema de iluminación LED en el paradero. De este modo, se puede mejorar la visibilidad de los usuarios y de los conductores de transporte público, Esta medida se debe aplicar en todos los paraderos que se ubican de manera de próxima a la intersección, los cuales se localizan en la avenida El Sol y en la alameda Pachacutecq.

3.4.5. SemafORIZACIÓN

- ***Hallazgo 15 (no detallado en el plano):***

No hay semáforos peatonales ubicados en los pasos peatonales de la avenida Tullumayo. Los peatones que cruzan esta vía corren el riesgo de ser atropellados por los vehículos que circulan en los carriles de acceso como de salida, ya que realizan esta acción de manera no controlada. Por lo tanto, el cruce de los usuarios se realiza bajo condiciones de inseguridad.

Se recomienda instalar semáforos peatonales en los pasos peatonales de la avenida Tullumayo. Dichos semáforos deben poseer el mismo cabezal que los demás semáforos peatonales instalados en la intersección. Adicionalmente, se debe considerar la instalación de los semáforos peatonales en ambos sentidos de cruce; por lo tanto, mínimamente se debe instalar dos de estos dispositivos.

- ***Hallazgo 16 (no detallado en el plano):***

El semáforo que controla el acceso de los vehículos a la intersección por la avenida Pardo – Paseo de los héroes posee un cabezal inadecuado, ya que la flecha ubicada en el círculo rojo significa que los vehículos pueden girar a la derecha, en dirección a la alameda Pachacutec. Sin embargo, muchos de los conductores no entienden este mensaje de tal modo. Por lo tanto, esta señalización crea confusiones en los usuarios al interpretar el mensaje y se quedan paralizados en lugar de girar a la derecha.

Se recomienda cambiar el cabezal del semáforo vehicular de la avenida Pardo – Paseo de los Héroes. Este cabezal debe ser semejante al de los semáforos vehiculares ubicados en la avenida El Sol y Tullumayo; es decir, debe estar compuesto por un cabezal de 3 tipos de luces (verde, rojo y ámbar) y un temporizador para indicar la duración de cada una de estas luces. En este caso, ya no es necesario emplear una flecha verde para indicar que los vehículos pueden ejecutar giros a la derecha de manera continua, puesto que, según las fases que se implementan en la propuesta de semaforización vehicular de la intersección (“Anexo 8”), los giros a la derecha ya no se realizan de manera libre.

- ***Hallazgo 17 (no detallado en el plano):***

Las fases del ciclo semafórico que propone la intersección están en conflicto permanentemente, debido a que algunas fases coinciden durante el tiempo de verde. Estos conflictos potenciales se visualizan cuando los vehículos ingresan a la intersección simultáneamente por los carriles de acceso de las avenidas Pardo – Paseo de los Héroes (Fases 4 y 5 de la “Figura 38”) y Tullumayo (Fase 3 de la “Figura 38”). Por ello, los conductores que circulan por los carriles de acceso de la avenida Pardo se detienen obligatoriamente a la altura del cruceo peatonal para obtener una mejor visibilidad antes de cruzar la intersección y evitar ser impactados por los vehículos que ingresan a esta zona conflictiva por la avenida Tullumayo.

Se recomienda diseñar un nuevo ciclo semafórico con fases cuyos tiempos de verde no coincidan; así mismo, se debe reducir el número excesivo de fases que presenta dicho ciclo semafórico (5 fases). Para el presente caso, se propone un nuevo diseño de ciclo semafórico conformado por un total 3 de fases vehiculares: la primera fase está compuesta por los vehículos que ingresan por los carriles de los accesos de la avenida El Sol y la alameda Pachacutec; la segunda fase está conformada por los vehículos que ingresan por los carriles de acceso de la avenida Tullumayo; y la tercera fase está determinada por los vehículos que ingresan por los carriles de acceso de la avenida Pardo. Adicionalmente, la distribución de tiempos semafóricos se presenta en el “Anexo 8”.

- ***Hallazgo 18 (detallado en el plano):***

En la avenida Pardo – Paseo de los Héroes, la distancia que existe entre los semáforos peatonales es muy extensa en comparación a la distancia entre semáforos peatonales de las demás vías que concurren en la intersección. Aproximadamente, esta longitud mide 34 m. Por lo tanto, todo ello afecta a la visibilidad de los usuarios al momento de cruzar la vía.

Se recomienda acortar la distancia entre semáforos. En este caso, esto se puede lograr a través de la reubicación del cruceo peatonal de la avenida Pardo – Paseo de los Héroes, la cual se explica a detalle en la recomendación del “Hallazgo 31”. Así mismo, la distancia entre semáforos peatonales de la avenida mencionada se reduce a 15 m, aproximadamente; esta longitud se puede verificar en el plano (“Anexo 10”).

- ***Hallazgo 19 (detallado en el plano):***

En la intersección, los postes de los semáforos vehiculares y peatonales están fabricados con acero. Estos elementos son muy rígidos y algunos de ellos representan un riesgo potencial ante un posible accidente de tránsito, debido a que están ubicados al borde de las aceras en las avenidas Pardo y Tullumayo; ante la pérdida de control de los conductores sobre los vehículos, estos pueden impactar sobre dichos elementos. Por ello, se convierte en un hallazgo que requiere un tratamiento inmediato.

Se recomienda mover los postes semafóricos a otras zonas, de modo que se evite instalarlos al borde de las veredas. Con respecto a los semáforos peatonales ubicados en la avenida Pardo, en el “Hallazgo 18”, se menciona que estos semáforos se reubicaron; por lo tanto, se soluciona una parte de este hallazgo. Con respecto al semáforo que controla el tránsito vehicular en los carriles de acceso de la avenida Tullumayo, se reubica este elemento en la mediana de la avenida Tullumayo a 1.50 m del borde de la acera.

- ***Hallazgo 20 (no detallado en el plano):***

Los peatones no están protegidos de los giros vehiculares a la derecha, puesto que los vehículos realizan esta maniobra de giro sin restricción alguna mientras que el tiempo de verde de los semáforos peatonales permite a los usuarios cruzar la vía. Este hecho se produce frecuentemente en ambas esquinas colindantes a la intersección en la avenida Pardo. Como consecuencia, los giros a la derecha pueden ocasionar que los vehículos impacten a los peatones que cruzan dicha avenida.

Se recomienda implementar una fase de cruce exclusivamente peatonal para aquellos peatones que cruzan la avenida Pardo. Así mismo, se calcula una duración de 27 segundos para el desarrollo de esta fase; durante ese tiempo, se produce un tiempo de todo rojo (TR) para que los vehículos que ingresan a la intersección por cualquiera de los accesos se detengan y los peatones puedan cruzar esta vía. Cabe resaltar que este periodo de cruce peatonal se desarrolla después de la fase 3, lo cual se puede verificar en el “Anexo 8”. Adicionalmente, la implementación de esta medida beneficia a todos los usuarios que desean cruzar cualquier vía que concurre en la intersección.

3.4.6. Superficie de rodadura

- ***Hallazgo 21 (detallado en el plano):***

La superficie de rodadura no presenta una rugosidad adecuada en algunas zonas de la avenida Pardo, esto debido a que las rocas que componen el adoquinado están desgastadas por el uso y erosionadas por las condiciones climáticas del lugar (agua pluvial). Por lo tanto, no se garantiza la seguridad de tránsito de los vehículos. Así mismo, se observa que la superficie de rodadura de esta vía no posee uniformidad, debido a que los adoquines están ubicados de manera desordenada.

Se recomienda reemplazar el adoquinado por una superficie de rodadura mucho más rugosa como son los pavimentos flexibles. Dicha elección se debe a que la mayoría de adoquines no están preservados en buenas condiciones, puesto que no otorgan la rugosidad suficiente a la superficie de rodadura de la avenida Pardo – Paseo de los Héroes. Con esta propuesta, la superficie de rodadura nueva adquiere la uniformidad que necesita la vía, así como la rugosidad necesaria para garantizar el tránsito seguro de los vehículos.

- ***Hallazgo 22 (detallado en el plano):***

Se observan fisuras y agrietamientos en las superficies de rodadura. Estas imperfecciones se presentan tanto en el pavimento de la intersección como en la superficie de rodadura de las vías de estudio. Por otra parte, el fenómeno se torna severo en la zona central de la intersección y en el tramo inicial de la avenida Pardo, puesto que el pavimento está caracterizado por poseer el fenómeno de “piel de cocodrilo”.

Se recomienda sellar las grietas y las fisuras de manera superficial, puesto que estas no presentan una profundidad considerable. Dicha medida se debe aplicar al pavimento de la zona de la intersección como en el pavimento de las vías concurrentes. Adicionalmente, en el tramo inicial de la avenida Pardo, se recomienda parchar el pavimento en toda la profundidad de esa zona, ya que el fenómeno de piel de cocodrilo posee un nivel de severidad alto – medio (los patrones de grieta están bien definidos y algunos pedazos están descascarados).

- ***Hallazgo 23 (detallado en el plano):***

La avenida Pardo, la alameda Pachacutec y la zona de la intersección están caracterizadas por poseer una gran cantidad de baches. Por un lado, los baches de la avenida Pardo y de la zona de la intersección no son tan profundos (aproximadamente poseen una depresión menor a 0.07 m). Por otro lado, algunos de los baches de la alameda Pachacutec poseen un desnivel mayor a 0.10 m con respecto al nivel del piso terminado de la calzada de dicha avenida.

Se recomienda realizar un bacheo (reparación de baches) para las depresiones ubicadas en la zona de la intersección; sin embargo, este procedimiento, ya no es necesario para la Avenida Pardo, puesto que, en la recomendación “Hallazgo 21”, se detalla que el adoquinado debe ser reemplazado por un pavimento flexible nuevo. Posteriormente, para la alameda Pachacutec, se recomienda construir nuevamente el pavimento flexible del carril derecho del acceso de dicha avenida, puesto que el pavimento se encuentra totalmente destruido y con una gran cantidad de baches.

- ***Hallazgo 24 (detallado en el plano):***

En el caso de la alameda Pachacutec, el carril derecho de la vía acceso está totalmente cubierto de material suelto (grava y partículas finas de tierra). Este material suelto proviene de los trabajos de mantenimiento de alcantarillado realizados anteriormente en esta vía. Así mismo, en la avenida Tullumayo, existe material suelto; sin embargo, no es abundante.

Se recomienda realizar una limpieza del pavimento para retirar el material suelto de la avenida Tullumayo y de la alameda Pachacutec. La limpieza de estas vías se debe realizar después de ejecutar las recomendaciones de los “Hallazgos 21, 22 y 23” para retirar los desechos originados por la reparación de estas imperfecciones en las superficies de rodadura de la intersección. Por último, complementariamente, se recomienda instaurar un programa de limpieza para remover el material suelto de las calzadas frecuentemente; de este modo, se puede evitar que el material suelto se acumule en las vías de acceso a la intersección.

3.4.7. Estacionamientos y paraderos

- ***Hallazgo 25 (detallado en el plano):***

Algunos vehículos de servicio de taxi se estacionan en las calzadas durante el desarrollo de las horas punta, lo cual puede ocasionar colisiones o impactos vehiculares. Dichos vehículos se estacionan muy cerca de la zona de intersección (en la esquina de alameda Pachacutec con avenida Pardo), donde los automóviles tienden a aumentar la velocidad para despejar la intersección. Todo ello se produce como consecuencia de que los usuarios de la vía solicitan servicio de taxi en cualquier lugar de la intersección.

Se recomienda instalar vallas peatonales en la esquina de la avenida Pardo y la alameda Pachacutec. De tal manera, se evita que los peatones soliciten servicio de taxi en zonas donde los vehículos transitan con mayor velocidad. Así mismo, se impide que los vehículos se detengan en esta zona ya sea para cargar o descargar pasajeros.

- ***Hallazgo 26 (detallado en el plano):***

Se produce ascenso y descenso de pasajeros de buses de transporte público en zonas no autorizadas. Cabe resaltar que este problema ocurre como una consecuencia de la carencia de señalización horizontal en los paraderos. Adicionalmente, el diseño del carril segregado utilizado para refugio de buses de transporte público (ubicado al costado del carril derecho del acceso de la alameda Pachacutec) es precario, debido a que el ancho, el cual mide 2.00 m aproximadamente, es insuficiente para albergar buses de transporte público, los cuales presentan anchos que varían de 2.00 a 2.40 m. Por lo tanto, estos vehículos están obligados a cargar y descargar pasajeros en las calzadas.

Se recomienda colocar vallas e implementar señalizaciones horizontales en todos los paraderos de la intersección de estudio para el estacionamiento de buses en las calzadas. La finalidad de dichas señalizaciones es indicar al conductor los lugares donde se puede estacionar; cabe resaltar que estas señalizaciones, las cuales se pueden observar en el plano (“Anexo 10”), delimitan estos lugares para el estacionamiento de buses de transporte público (cuyas

dimensiones miden 12.70 m de largo y 2.80 m de ancho) a través de líneas discontinuas de 0.30 m de espesor y espaciadas entre ellas cada 1 m, con palabra “BUS”. Con respecto al carril segregado, se recomienda eliminar este espacio a través de una extensión de vereda en esta zona para garantizar que los vehículos puedan cargar/descargar pasajeros de transporte público y que los peatones posean mayor espacio para caminar.

- ***Hallazgo 27 (detallado en el plano):***

Uno de los estacionamientos del Centro Artesanal Cusco, el cual se encuentra ubicado lateralmente a este edificio, no es utilizado, puesto que su acceso se encuentra restringido con cadenas, pese a ser un estacionamiento público. Así mismo, en lugar de utilizar dicho estacionamiento, los comerciantes de este local prefieren utilizar el estacionamiento ubicado en el frontis del mismo centro comercial artesano; sin embargo, no existe mucha demanda de vehículos de carga en este último. Cabe resaltar que este último también se encuentra restringido por vallas y es público.

Se recomienda realizar una extensión de vereda para eliminar el estacionamiento ubicado en el frontis del Centro Artesanal Cusco y habilitar el estacionamiento ubicado lateralmente al mismo. En primer lugar, el estacionamiento ubicado en el frontis de este centro comercial no presenta mucha demanda; por lo tanto, se puede recuperar este espacio para el tránsito del peatón y, de este modo, adquirir mayor espacio público. En segundo lugar, al habilitar el estacionamiento ubicado lateralmente a este centro comercial, se evita la pérdida de espacio y se reubica la zona de descarga para que el estacionamiento de los furgones sea seguro; en el plano (“Anexo 10”), se delimita estos espacios (de 10.00 m de largo y 3.80 m de ancho) con líneas blancas continuas de 0.15 m de espesor y con la palabra “DESCARGA”. En tercer lugar, es importante complementar esta medida con la recomendación que se realiza en el “Hallazgo 41” para reforzar la seguridad vial de estos estacionamientos.

- ***Hallazgo 28 (detallado en el plano):***

El estacionamiento ubicado al nivel de la vereda en la avenida Pardo – Paseo de los Héroes presenta una rampa acoplada informal; es decir, que carece de diseño previo. Adicionalmente, se debe resaltar el hecho de que esta rampa está instalada en uno de los carriles de acceso de

dicha avenida, lo cual genera que el ancho efectivo del carril disminuya. Por último, se debe resaltar que la superficie de rodadura de dicho elemento se encuentra totalmente desgastada.

Se recomienda eliminar la rampa existente e instalar una rampa nueva en dicho estacionamiento. Por ello, es imprescindible reducir el nivel de la vereda al nivel de la calzada en dicha zona para que los vehículos que ingresan al estacionamiento no sean obstaculizados por el desnivel de la vereda y, posteriormente, puedan subir por la rampa hasta el nivel donde se ubica el estacionamiento. Para este caso, se observa en el plano (“Anexo 10”) que la rampa diseñada posee una pendiente menor al 12% (aproximadamente 7.7%) y una longitud de desarrollo de 1.30 m.

- ***Hallazgo 29 (detallado en el plano):***

Los vehículos estacionados en la avenida Tullumayo obstaculizan la visibilidad de los peatones detenidos en los refugios peatonales de dicha avenida. Esto se evidencia, ya que, antes de cruzar los pasos peatonales de la avenida Tullumayo, los peatones deben de pararse muchas veces al borde del refugio peatonal o deben asomarse por delante del vehículo estacionado para observar si los vehículos están completamente detenidos. Cabe mencionar que dicho problema se manifiesta en ambos refugios peatonales de la avenida mencionada.

Se recomienda despejar la zona de obstáculos. En este caso, se puede implementar un área verde libre de arbustos o jardinería para mejorar la visibilidad de los usuarios. De este modo, se eliminan los obstáculos grandes como son los vehículos, lo cual genera que los peatones ya no se asomen al borde del refugio peatonal para observar si los automóviles están completamente detenidos.

- ***Hallazgo 30 (detallado en el plano):***

El dimensionamiento del estacionamiento ubicado en la avenida Tullumayo es inadecuado, puesto que el ancho de los espaciamientos (2.20 m, aproximadamente) es menor al ancho mínimo obligatorio (2.50 m). Este suceso genera que los vehículos se estacionen de manera próxima al sardinel, lo cual no favorece a la comodidad de los usuarios, ya que el espacio para abrir las puertas de los vehículos es insuficiente. Por otra parte, se puede observar que tanto los

estacionamientos ubicados en la avenida Pardo como en la avenida Tullumayo carecen de señalización horizontal. Este hecho genera que los vehículos se estacionen desordenadamente, puesto que, al no delimitarse los espaciamientos, la distancia de separación entre vehículos es muy estrecha.

Con respecto al estacionamiento vehicular ubicado entre los carriles de acceso y salida de la avenida Tullumayo, se recomienda no utilizar este lugar con dicha finalidad, puesto que no presentan el ancho mínimo para albergar a los vehículos estacionados. A cambio, se propone recuperar el espacio público de la vía mediante la creación de una acera que una los dos refugios peatonales. Con respecto al estacionamiento ubicado en la avenida Pardo, se recomienda diseñar los espaciamientos del estacionamiento e implementar señalización horizontal para demarcar dichos espaciamientos. En este caso, las dimensiones propuestas de los espaciamientos son 6.00 m (largo) y 3.00 m (ancho); en el plano (“Anexo 10”), estas zonas se demarcan con líneas continuas blancas de 0.15 m de espesor. Así mismo, en el caso del espacio destinado para discapacitados, las dimensiones utilizadas son 6.00 m (largo) y 4.00 m (ancho), cabe resaltar que este espaciamiento se distingue en el plano (“Anexo 10”) por estar delimitado con líneas amarillas de 0.15 m de espesor, poseer un fondo de color azul y exhibir un pictograma de una persona en silla de ruedas.

3.4.8. Usuarios de la vía

- ***Hallazgo 31 (detallado en el plano):***

La longitud de desarrollo de los pasos peatonales ubicados en la avenida Pardo – Paseo de los Héroes es demasiado extensa (30 m, aproximadamente) en comparación a los demás pasos peatonales. Los peatones son vulnerables a ser impactados por los vehículos que circulan en los carriles de acceso y salida cuando cruzan la vía mencionada. Por lo tanto, según el análisis de las líneas de deseo peatonales en dicha avenida, se puede deducir que el motivo principal por el que los peatones prefieren cruzar esta vía por zonas no autorizadas es porque la longitud de cruce es menor en comparación a longitud de cruce que proponen los pasos peatonales.

Se recomienda reubicar los pasos peatonales a 10 m de su posición actual, debido a que la longitud sección transversal de la vía disminuye notablemente a esa distancia; por lo tanto, la

longitud de los pasos peatonales decrece en comparación a su longitud actual. Aproximadamente, con la recomendación que se propone, dicha dimensión se reduce a 11 m. Así mismo, se debe modificar el ancho de los pasos peatonales a 5 m para brindar mayor comodidad a los peatones al momento de cruzar la vía. Por último, para garantizar la seguridad de estos usuarios y evitar que crucen la vía por zonas autorizadas, se debe implementar vallas peatonales en las esquinas de la avenida Pardo y a lo largo de ella (tal como se indica en las recomendaciones del “Hallazgo 34”).

- ***Hallazgo 32 (detallado en el plano):***

Se observa que las cebras peatonales ubicadas en la avenida El Sol no consideran en su diseño la seguridad y la comodidad de los peatones al realizar desplazamientos en estos espacios. Esto sucede debido a que el ancho de los pasos peatonales no está alineado con el ancho de la isla peatonal (ubicada entre El Sol y Tullumayo) y a la cantidad de obstáculos que existen para que el desplazamiento no se produzca en condiciones seguras (maceteros, medianas a desnivel y postes). Así mismo, según el análisis de las líneas de deseo, se observa que el carril de giro que conecta las avenidas El Sol y Tullumayo carece de pasos peatonales para garantizar la seguridad de los peatones que cruzan este carril desde el refugio peatonal ubicado entre las dos vías mencionadas hasta la vereda.

Se recomienda reubicar los pasos peatonales a 3 m desde su posición actual, de modo que pueda alinearse de mejor manera con el ancho de la isla peatonal. Adicionalmente, se recomienda remover los obstáculos que no permiten el desplazamiento seguro de los peatones al cruzar la vía; es decir, eliminar el macetero, poste alumbrado eléctrico y mediana (cuya recomendación está detallada en el “Hallazgo 37”). Con respecto a la falta de los pasos peatonales para conectar el refugio peatonal con la vereda que une las avenidas El Sol y Tullumayo, se recomienda instalar pasos peatonales de 4 m de ancho en el carril en dicha zona.

- ***Hallazgo 33 (detallado en el plano):***

La alameda Pachacutecq carece de pasos peatonales. Así mismo, la demarcación de pasos peatonales de la avenida Tullumayo está desgastada, lo cual genera que no se puedan percibir

fácilmente por los usuarios. De igual manera, los pasos peatonales de la avenida Pardo están desgastados.

Por un lado, se recomienda implementar pasos peatonales en la alameda Pachacutec; dichos pasos peatonales deben medir como mínimo 5.5 m. Por otro lado, con respecto a los pasos peatonales de la avenida Tullumayo, se deben demarcar nuevamente estas señalizaciones horizontales; sin embargo, la dimensión del ancho debe ser modificada a 5.5 m, debido al análisis de líneas de deseo considerado y a las recomendaciones del “Hallazgo 32”. Por último, con respecto a los pasos peatonales de la avenida Pardo, ya no es necesario demarcar nuevamente estas cebras, puesto que, en el “Hallazgo 31”, la recomendación considera que estos elementos se deben reubicar.

- ***Hallazgo 34 (detallado en el plano):***

No existe una correcta canalización de peatones en las avenidas Pardo – Paseo de los Héroes, Tullumayo, alameda Pachacutec y la propia intersección; por ello, se observa que, en el análisis de las líneas de deseo de los peatones y en las imágenes del anexo fotográfico de la Inspección de Seguridad Vial, estos atraviesan todas las vías de estudio por lugares no seguros y no permitidos, donde no se ubican los pasos peatonales. Adicionalmente, las vallas peatonales de la avenida El Sol no están colocadas de manera eficiente, debido a que existe un espaciamiento libre entre vallas por la colocación de maceteros; por lo tanto, los peatones se filtran por dichos espacios para poder cruzar la vía.

Se recomienda instalar vallas peatonales de manera continua a lo largo de las avenidas Pardo – Paseo de los Héroes, Tullumayo, la alameda Pachacutec, así como en las esquinas colindantes a la zona de la intersección; con la instalación estos elementos, según el análisis de las líneas de deseo peatonales realizado, se evita que los cruces se realicen en lugares no seguros para los peatones. Con respecto a las vallas de la avenida El Sol, se recomienda retirar los elementos del mobiliario urbano como son los maceteros y los postes de alumbrado público para brindar continuidad a las vallas peatonales; de este modo, se puede evitar que los peatones crucen las vías por estos espaciamientos entre vallas.

- ***Hallazgo 35 (detallado en el plano):***

Todas las rampas de la intersección y las vías de estudio no están diseñadas adecuadamente, puesto que poseen una pendiente elevada y una longitud de desarrollo inapropiada. Así mismo, la trayectoria de las rampas muchas veces es obstaculizada por la ubicación de los refugios peatonales a desnivel. Además, en muchos casos, no existe un par de rampas; solo hay una rampa de salida pero no una rampa de llegada.

En primer lugar, se recomienda implementar rampas con un diseño adecuado y una longitud de desarrollo apropiada. Según Boudeguer et al. (2010), las rampas para peatones discapacitados deben poseer una pendiente máxima del 12%; dicho requerimiento se cumple, puesto que las rampas de diseño propuestas poseen pendientes menores a 12% (entre 2.3% y 11.1%), estos valores se pueden verificar en la leyenda de rampas del plano (“Anexo 10”). Adicionalmente, se recomienda utilizar rampas de dos estilos dadas las condiciones de la intersección: estilo rebaje con protección lateral y estilo rebaje con vereda angosta; ambas sugeridas por el “Manual de Accesibilidad Universal”. En segundo lugar, con respecto a la trayectoria de rampas obstaculizada, se observa que es imposible implementar estos elementos en la mayoría de medianas o refugios peatonales, ya que el espacio es muy reducido; por lo tanto, se recomienda reducir el nivel de los refugios peatonales hasta el nivel de calzada en esas zonas. En tercer lugar, se recomienda implementar rampas en todas las veredas de la intersección de acuerdo a la ubicación de los pasos peatonales para garantizar la seguridad de los peatones discapacitados al cruzar la intersección.

- ***Hallazgo 36 (no detallado en el plano):***

La infraestructura de la intersección carece de un diseño universal que incluya a usuarios vulnerables como son los discapacitados. Un caso puntual que refuerza esta hipótesis es la carencia de marcas podotáctiles para peatones con discapacidades visuales en las aceras de las vías que concurren en la intersección. Especialmente, este tipo de señalizaciones se ausentan en la ubicación de las facilidades peatonales (rampas, medianas, refugios peatonales).

Se recomienda instalar pisos podotáctiles en aquellas facilidades que involucren el cruce de los peatones minusválidos. Según Boudeguer et al. (2010), dichas marcas se deben instalar en

donde se genere un cambio de nivel tales como rampas (al inicio y término de estos elementos), en los bordes de cruces peatonales rebajados, entre otros. Esta medida debe aplicarse en las facilidades peatonales de todos los cruces de la intersección.

- ***Hallazgo 37 (detallado en el plano):***

La avenida Pardo, pese a poseer una distancia de cruce relativamente extensa en comparación a las demás vías, carece de la instalación de una mediana o refugio peatonal. Así mismo, la avenida El Sol y la alameda Pachacutecq disponen de medianas; sin embargo, no están dimensionadas adecuadamente, puesto que muchas veces no satisfacen la demanda de peatones. Cabe resaltar que las medianas de estas vías mencionadas ni si quiera cumplen con el ancho mínimo requerido (1.20 m) para ser calificadas como tal .

Por un lado, se recomienda eliminar la mediana de la avenida El Sol, debido a que posee un ancho insuficiente (0.90 m) para albergar peatones y, también, obstaculiza la trayectoria de estos cuando atraviesan los pasos peatonales. En este caso, el cruce de los peatones se asegura con la implementación de la fase peatonal (recomendación del “Hallazgo 20”). Por otro lado, con respecto a la mediana ubicada en la alameda Pachacutecq, se recomienda reducir el ancho de los carriles de acceso a 3.20 m y el ancho de los carriles de salida a 3.50 m para aumentar el ancho del refugio peatonal a 1.50 m en esta vía. Adicionalmente, se debe disminuir el nivel de este elemento al nivel de calzada en todo el ancho de los pasos peatonales de dicha vía para garantizar la comodidad de los usuarios al cruzarla. Por último, con respecto a la ausencia de un refugio peatonal o mediana en Pardo, no es necesario implementar este elemento, debido a que la distancia de cruce se ha reducido notablemente.

- ***Hallazgo 38 (no detallado en el plano):***

No se garantiza la seguridad de los ciclistas cuando atraviesan la intersección, puesto que los conductores no brindan prioridad de paso a estos usuarios. Esto se puede comprobar cuando los ciclistas cruzan la intersección al costado de los vehículos que transitan en el mismo sentido para evitar ser impactados por otros vehículos que circulan en sentido opuesto o en cualquier otra dirección. Cabe resaltar que este problema se desarrolla en todas las vías de la intersección.

Se recomienda utilizar medidas para cruce de ciclistas en intersecciones. Según NACTO (n.d.), se deben utilizar las siguientes: cajones para bicicletas, cajones de giros en dos etapas, marcas de cruce para ciclistas en intersecciones e islas de refugio para ciclistas. Cabe mencionar que estas medidas se complementan entre sí para fortalecer la seguridad vial de los ciclistas.

En primer lugar, se debe implementar “cajones para bicicletas” en todos los accesos de las vías de estudio para que los ciclistas crucen la intersección antes de los vehículos motorizados. Así mismo, si se toma como referencia el sentido del flujo vehicular de cada acceso, estos cajones deben situarse antes de los pasos peatonales y después de las líneas de parada vehiculares. Seguidamente, estas señalizaciones se pueden distinguir en el plano (“Anexo 10”), ya que poseen un fondo rectangular rojo de 4 m de ancho y un largo de dimensiones variables; además, poseen el pictograma de una bicicleta inscrita en dicho espaciamiento. Posteriormente, se debe enfatizar el hecho de que esta señalización horizontal debe complementarse con señalizaciones verticales que indiquen imperativamente a los vehículos motorizados que se detengan en la línea de parada cuando el semáforo esté en rojo (señalización de “PARE AQUÍ EN LUZ ROJA”) para ceder el paso a ciclistas (señalización de “CEDA EL PASO AL CICLISTA”) a estos cajones.

En segundo lugar, se recomienda implementar “cajones de giro en dos etapas” para los ciclistas que ingresan a la intersección por la avenida El Sol y alameda Pachacutec, y desean realizar giros a la izquierda. En la recomendación del “Hallazgo 17”, se menciona que los vehículos que ingresan a la intersección por estas vías forman parte de la misma fase; como consecuencia, no pueden realizar giros directos a la izquierda durante el desarrollo de tiempos de verde de dicha fase, ya que los vehículos transitan en sentidos opuestos. Por ende, se deben instalar 2 cajones de giro. Por un lado, el primer cajón de giro propuesto se ubica a un costado de la calzada de la avenida El Sol, el cual está conformado por una pequeña “bahía” de estacionamiento para aquellos ciclistas que ingresan a la intersección por ese acceso y desean girar a la izquierda (con destino a la avenida Tullumayo); en este caso, el cruce de los ciclistas se produce en simultaneidad con el cruce de los peatones. Por otro lado, el segundo cajón de giro propuesto se ubica en la avenida Tullumayo, el cual es un espacio de estacionamiento para aquellos ciclistas que ingresan por la intersección por la alameda Pachacutec y desean girar a la izquierda (con destino a la avenida Pardo); cabe resaltar que el cruce de los ciclistas se produce en simultaneidad con los ciclistas que ingresan a la intersección por la avenida

Tullumayo. Así mismo, estos cajones se identifican en el plano (“Anexo 10”) por poseer el pictograma de una bicicleta y una flecha curva que apunta en dirección izquierda.

En tercer lugar, se recomienda instalar marcas de cruce para ciclistas en intersecciones. La finalidad de la aplicación de esta medida es aumentar la visibilidad de los ciclistas al momento de cruzar la intersección para que los conductores vehiculares respeten la prioridad de paso. Cabe resaltar que se debe implementar demarcaciones longitudinales como los “pies de elefante” para delimitar la zona por la cual los ciclistas pueden cruzar la intersección, la cual posee un ancho de 2 m y un fondo de color rojo (verificar “Anexo 10”).

Por último, se recomienda instalar una mediana para ciclistas en la avenida Tullumayo con el propósito de que estos puedan realizar giros a la izquierda. Adicionalmente, se debe complementar las propuestas anteriores con la instalación de semáforos para ciclistas en los accesos de la intersección. Dichos semáforos se deben instalar en lugares visibles para los ciclistas, tal como los que se proponen en el plano (“Anexo 10”).

- ***Hallazgo 39 (no detallado en el plano):***

Los ciclistas invaden las aceras, lugares por los cuales solo deben transitar peatones. En este caso, los peatones se mueven para no ser atropellados. Este problema ocurre en todas las aceras de todas las vías de estudio.

Por un lado, se recomienda seguir las medidas planteadas para resolver el “Hallazgo 38”. Por otro lado, este problema también puede estar relacionado a la falta de cultura vial por parte de los ciclistas. Por lo tanto, se recomienda que la entidad encargada de implementar estas ciclovías compartidas busque promover el uso de este modo de transporte, lo cual incluye enseñar al ciclista las funciones que puede ejercer en la vía, los lugares por donde puede transitar y todos aquellos conocimientos básicos que cada uno de estos usuarios debe poseer para transitar por estos espacios; todo ello a través de charlas, programas de capacitación, etc.

- ***Hallazgo 40 (no detallado en el plano):***

La mayoría de vehículos que circulan en la intersección y las vías de estudio superan el límite de velocidad establecido en la zona. Aproximadamente, el 58.1% de los vehículos transitan con una velocidad mayor a 30 km/h según el aforo de velocidades realizado (“Anexo 4”). Estas velocidades se producen en los carriles de la avenida El Sol y de la alameda Pachacutec.

Se recomienda implementar reductores de velocidad de concreto en la avenida El Sol y la alameda Pachacutec. Según el MTC (2011), para obtener una velocidad de tránsito de 30 km/h, los resaltos de sección circular deben diseñarse con las siguientes dimensiones: radio de 30 m, longitud de cuerda de 4 m y una altura de 0.10 m. Así mismo, para resaltar la visibilidad de estos elementos, deben estar demarcados con rayas negras y amarillas de manera intercalada; dichas rayas deben poseer un espesor de 0.50 m y una inclinación de 45°. Por último, se debe complementar esta medida con la instalación de señales verticales de “resalto”, las cuales se deben localizar mínimamente a 40 m de la ubicación de este elemento para informar a los conductores que deben reducir la velocidad de tránsito de sus vehículos.

- ***Hallazgo 41 (no detallado en el plano):***

No se ha establecido horarios exclusivos de estacionamiento para aquellos vehículos de transporte de carga (furgones y camiones pequeños). Estos vehículos se estacionan a cualquier hora para descargar productos, específicamente, en la fachada del centro comercial de artesanías, ubicado en la avenida Tullumayo. Del mismo modo, los vehículos se estacionan frente a la fachada del hotel José Antonio, ubicado en la avenida Pardo, con el mismo propósito.

Se recomienda establecer horarios para el estacionamiento de estos vehículos, los cuales abastecen de logística a estos negocios. A pesar de que en la recomendación del “Hallazgo 27” se establece una zona de descarga, es indispensable crear un horario exclusivo para el estacionamiento de estos vehículos por 2 motivos principales: en primer lugar, el estacionamiento ubicado en la parte lateral del Centro Artesanal no considera la protección de los peatones cuando los vehículos motorizados realizan giros a la derecha para ingresar a esta zona; en segundo lugar, durante las horas donde se produce flujo vehicular de manera continua es posible que se pueda generar congestión vehicular al esperar el ingreso de estos vehículos a la zona de estacionamiento. Por lo tanto, se recomienda que este horario se establezca cuando

los flujos vehiculares y peatonales sean mínimos; es decir, aproximadamente desde las 23:00 hasta las 05:00 horas.

3.4.9. Entorno y mobiliario urbano

- ***Hallazgo 42 (detallado en el plano):***

Algunos postes de alumbrado público, ubicados en las avenidas Pardo y El Sol, están situados al borde de las aceras. Dichos elementos representan un riesgo ante la ocurrencia de un accidente de tránsito; la pérdida de control que los conductores poseen sobre los vehículos, puede ocasionar que estos últimos se impacten sobre los postes de alumbrado público por estar instalados al borde de las calzadas. Del mismo modo, muchos postes de cableado eléctrico también se sitúan al borde de las aceras de las avenidas mencionadas.

Se recomienda mover (o eliminar si es que se requiere) los postes de alumbrado público y cableado eléctrico. En la avenida El Sol, se deben eliminar los postes de alumbrado público ubicados en la mediana de dicha avenida; además de representar un riesgo potencial ante la ocurrencia de un siniestro, no permiten que las vallas peatonales se instalen de manera continua. Con respecto a los postes de alumbrado y cableado eléctrico ubicados en las esquinas y a lo largo de la avenida Pardo, se mueven estos elementos 1.50 m (aproximadamente) de su posición original, de modo que queden más más lejos de los límites de las calzadas; todo ello con la finalidad de que las zonas laterales de las calzadas sean despejadas.

- ***Hallazgo 43 (no detallado en el plano):***

El mobiliario urbano está deteriorado por antigüedad, por las condiciones climáticas de la zona y por el mal actuar de los peatones que pintan el mobiliario urbano con inscripciones. Dentro de estos elementos se encuentran bancas, tachos de basura, maceteros, etc. Si bien es cierto, el mobiliario urbano no está relacionado directamente con la seguridad vial de la zona; sin embargo, está relacionado con el uso del espacio público, el cual se desea recuperar.

Se recomienda reparar y pintar nuevamente estos elementos pertenecientes al mobiliario urbano. Adicionalmente, se propone realizar un mantenimiento periódico a estos elementos.

4. Conclusiones

En primer lugar, con el presente trabajo, se concluye que se puede realizar una ISV mediante el uso de listas de chequeo tanto generales como detalladas. Así mismo, se demuestra a través del desarrollo del trabajo que ambas listas son importantes, ya que las listas de chequeo maestras permiten realizar un diagnóstico preliminar de los problemas que se pueden identificar en la ISV y, también, permiten afinar los enunciados de las listas de chequeo detalladas, mientras que estas últimas listas permiten realizar a los inspectores un diagnóstico mucho más profundo de los problemas que se puedan encontrar durante la ejecución de la ISV. Cabe resaltar que las evidencias de la efectividad al utilizar esta herramienta son los 43 hallazgos descritos en el capítulo 3.

En segundo lugar, en el plano de mejoras (“Anexo 10”), se propone un rediseño vial de la intersección, así como un respectivo cambio del espacio público de dicha zona de estudio a través de la aplicación de medidas que fortalezcan la seguridad vial. Por un lado, el rediseño vial de la intersección se puede constatar a través de la aplicación de las siguientes medidas: implementación de curvas de giro para disminuir la sección transversal de las vías, instalación de señalización vertical y horizontal, mantenimiento de la superficie de rodadura, implementación de señalización para garantizar el cruce de los ciclistas, diseño de facilidades peatonales enfocadas en la comodidad y seguridad de los usuarios más vulnerables, etc. Por otro lado, el cambio del espacio público se puede verificar en el plano de mejoras, debido a que se recupera mayor espacio para el tránsito seguro de los peatones en la intersección a través de la aplicación de las siguientes medidas: extensión de aceras, conversión de estacionamientos vehiculares a lugares de tránsito y descanso para peatones, mejoras en el mobiliario urbano.

En tercer lugar, se estudia el patrón de desplazamiento de los peatones a través de la determinación de las líneas de deseo de dichos usuarios. Este análisis de movilidad de peatones se realiza de manera visual en simultaneidad con los aforos peatonales manuales, los cuales ayudan a extraer este tipo de datos específicos. Los resultados del estudio se pueden observar en el inciso “3.3.8.”, donde se grafican las trayectorias de desplazamiento de los peatones al realizar cruces en la zona de la intersección y a lo largo de las vías de estudio. Como consecuencia de estos resultados, se puede comentar que algunos desplazamientos, a pesar de que se producen en zonas inseguras, son justificados, puesto que el diseño de la intersección no ofrece la seguridad necesaria a los peatones en las zonas de cruce; un ejemplo claro de ello

es el “Hallazgo 31”, donde se detalla que estos usuarios prefieren cruzar la vía por otras secciones transversales de la avenida Pardo, ya que la distancia de cruce es muy extensa.

En cuarto lugar, se proponen medidas que mejoren la accesibilidad de los peatones más vulnerables tales como discapacitados. Básicamente, en la presente tesis, se aplican tres medidas para cumplir con dicho propósito. La primera medida se enfoca en el diseño de rampas con pendientes no elevadas, la cual se detalla en la recomendación del “Hallazgo 35”, donde se proponen rampas con pendientes no mayores al 11.1%. La segunda medida se orienta en reducir el nivel de los refugios peatonales a nivel de calzada en todo el ancho de los pasos peatonales (recomendación del “Hallazgo 35”) para garantizar que la comodidad de estos usuarios al realizar el cruce de vías. La tercera medida considera la ampliación de veredas para que los peatones de estas vías puedan caminar en las aceras con mayor seguridad y confort.

Adicionalmente, Cusco es la sexta ciudad con mayor cantidad de accidentes de tránsito reportados durante el 2016, lo cual la convierte en una de las ciudades más inseguras a nivel de todo el territorio. Así mismo, en el estudio realizado, se puede observar que la intersección presenta deficiencias de diseño en materia de seguridad vial. Por lo tanto, se puede analizar que la cantidad de accidentes que ocurre en el Cusco guarda relación directa con la carencia de seguridad en el diseño de la infraestructura vial de esta ciudad, ya que, como se pueden observar en los hallazgos del capítulo 3, existen intersecciones muy conflictivas, como la zona de estudio, que carecen de elementos necesarios para garantizar la seguridad vial de sus usuarios.

Por último, se concluye principalmente que es posible identificar, analizar y proponer soluciones factibles que mejoren la seguridad vial de la intersección cuádruple. Cabe resaltar que esta hipótesis se respalda con todas las conclusiones que se mencionaron anteriormente.

5. Recomendaciones

En primera instancia, en el capítulo 3, se detalla que los registros de accidentes de tránsito no es una información que se comparte de manera pública, ya que el acceso a estas fuentes es restringido y debe ser solicitado con un documento formal a la entidad que administra esta información, el cual muchas veces no es respondido. Así mismo, la mayoría de esta información registrada se recopila para obtener gráficos y reportes estadísticos de accidentes de tránsito; sin embargo, si se considera la coyuntura actual de la seguridad vial en el país, esta información no presenta un objetivo. Por lo tanto, se recomienda que el Estado peruano cree una institución referida únicamente a tratar temas relacionados a la seguridad vial del país, la cual debe actuar con total autonomía e independencia. Este organismo debe encargarse de la recolección de la data cuando sucedan accidentes de tránsito, procesar esta información y proponer las medidas que fortalezcan la seguridad vial en el país; adicionalmente, debe ejecutar proyectos de implementación de seguridad vial en todo el territorio peruano.

Seguidamente, en el inciso “3.1”, se describen un accidente y un incidente de tránsito en la intersección de estudio, los cuales se desarrollaron durante las visitas a campo; sin embargo, en ningún momento, hubo intervenciones por parte de la autoridad competente en ambos casos. Esto sucede debido a que, muchas veces, las partes involucradas no desean registrar la denuncia, porque las consecuencias legales les generan muchas pérdidas económicas y, sobre todo, los procedimientos de resolución de conflicto son demasiado “extensos y tediosos”. Por lo tanto, al evitar la denuncia, ya no existe registro alguno del accidente/incidente y, como consecuencia, ya no se contabiliza este suceso. Por ende, se recomienda que se instaure intervenciones únicamente de registro y sin consecuencias legales para aquellos accidentes donde los daños materiales y humanos no sean mayores.

Posteriormente, se sugiere considerar la opinión de los usuarios más vulnerables (como los discapacitados) respecto a la funcionalidad de las facilidades peatonales en la intersección de estudio para complementar la información obtenida de la ISV a través de entrevistas. Así mismo, también se recomienda incluir las sugerencias de estos usuarios para mejorar las medidas propuestas por los especialistas. Por lo tanto, sería conveniente convertir en “*stakeholders*” a estos usuarios durante todo el procedimiento de la ISV (desde la programación de esta inspección hasta el seguimiento y la evaluación de las medidas implementadas para tratar estos problemas de seguridad vial) para obtener mejores resultados.

6. Referencias

- Austroroads. (2002). *Road Safety Audit Second edition*. www.austroroads.com.au
- Belin, M. Å., Tillgren, P., & Vedung, E. (2011). Vision Zero - a road safety policy innovation. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*.
<https://doi.org/10.1080/17457300.2011.635213>
- Ben, W., Liu, Q., Wei, L., Adriazola, S. C., King, R., Sarmiento, C., & Obelheiro, M. (2016). Ciudades más seguras mediante el diseño. Lineamientos y ejemplos para promover la seguridad vial mediante el diseño urbano y vial. *Instituto de Recursos Mundiales (WRI)*, 1–144. <https://publications.wri.org/citiessafer/es/#fore>
- Boudeguer, A., Prett, P., & Squella, P. (2010). *Manual de Accesibilidad Universal*.
https://www.ciudadaccesible.cl/wp-content/uploads/2012/06/manual_accesibilidad_universal1.pdf
- Burlacu, F. A., Tarita-Cimpeanu, O., & Dicu, M. (2014). *The need for safer and forgiving roads*.
https://www.researchgate.net/publication/340393987_The_need_for_safer_and_forgiving_roads
- Carlos, J., Martín, D., Pirota, D., Tabasso, C., Bermúdez, J., & García, A. O. (2008). *VÍAS HUMANAS Un enfoque multidisciplinario y humano de la seguridad vial*.
 www.pucp.edu.pe/publicaciones
- Cevallos, A., & Parrado, C. (2018). *Cartografía del deseo: Diseño, caminabilidad y peatones en la ciudad de Quito*.
https://publicaciones.sociales.uba.ar/index.php/quid16/article/view/2811/pdf_29
- Chávez, V. (2005). *MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS-2005-VCHI* (Primera Edición). www.vchisa.com.pe www.construccion.org.pe

- Currin, T. (2013). *Introduction to Traffic Engineering: A Manual for Data Collection and Analysis*.
<https://books.google.com.vc/books?id=MdUJAAAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Dextre, J. C., Pirota, M., Tabasso, C., Bermúdez, J., & García, A. (2008). *VÍAS HUMANAS. Un enfoque multidisciplinario y humano de la seguridad vial*.
<https://drive.google.com/file/d/1s1rejrBlhQzArSzzMVjtq-oUQslqcG5d/view>
- Dourthé, A., & Salamanca, J. (2003). *Guía para Realizar una Auditoría de Seguridad Vial*.
<https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2016/01/Guia-Auditoria-de-Seguridad.pdf>
- Dueñas, A. (2021). *TEMA III: METODOLOGÍA*.
<https://drive.google.com/file/d/1MX2NyDwR7cFG34-Mdrft916T1Yu7A8uW/view>
- FHWA. (n.d.). *Road Safety Audits (RSA)*. Retrieved March 14, 2023, from
<https://safety.fhwa.dot.gov/rsa/resources/photo5.cfm>
- FHWA. (2016). *Exploring Pedestrian Counting Procedures*.
https://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/travel_monitoring/pubs/hpl16026/hpl16026.pdf
- Foster, A., & Newell, J. (2019). *Detroit's lines of desire: Footpaths and vacant land in the Motor City*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204619304906>
- Herrmann, G. (2016). *INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO URBANO PARA PROMOVER AL PEATÓN EN LAS CIUDADES. UN ESTUDIO COMPARADO ENTRE CHILE Y ALEMANIA*. <https://doi.org/10.22320/07183607.2016.19.34.5>
- Herrstedt, L. (2006). *ARRB CONFERENCE - SELF-EXPLAINING AND FORGIVING ROADS - SPEED MANAGEMENT IN RURAL AREAS*.
<https://www.trafitec.dk/sites/default/files/publications/arrb2006.pdf>

- INEI. (2017). *ANÁLISIS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO OCURRIDO EL 2016*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1528/cap03.pdf
- Jerez, V. (2018). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ESTADÍSTICAS DE LOS AT OCURRIDOS EN EL ECUADOR, LATINOAMÉRICA Y EL MUNDO DURANTE EL 2016*.
<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3201/2/AT%20en%20Ecuador%20y%20el%20mundo%20Art%C3%ADculo%20cient%C3%ADfico.pdf>
- Kim, E., Muennig, P., & Rosen, Z. (2017). Vision zero: a toolkit for road safety in the modern era. *Injury Epidemiology*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/S40621-016-0098-Z/METRICS>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Plan Nacional de Accesibilidad 2018 - 2023*. <http://observatorioaccesibilidad.vivienda.gob.pe/wp-content/uploads/2019/06/plan-nacional-de-accesibilidad.pdf>
- Ministry of Communications - Government of the People's Republic of Bangladesh. (2001). *MANUAL CLASSIFIED TRAFFIC COUNTS - INSTRUCTION GUIDE*.
<https://www.rhd.gov.bd/Documents/ConvDocs/Traffic%20Counts%20Manual.pdf>
- MTC. (2011). *REDUCTORES DE VELOCIDAD TIPO RESALTO PARA EL SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS (SINAC)*.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/Directiva%20Reductores%20de%20Velocidad%20para%20publicaci%C3%B3n%20PDF%2012.10.2011.pdf
- MTC. (2016). *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_6%20DCT-2016.pdf

- MTC. (2017). *Manual de Seguridad Vial*.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG - 2018)*.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-02-18%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20DG-2018.pdf
- MTC. (2020). *BOLETÍN ESTADÍSTICO DE SINIESTRALIDAD VIAL- I SEMESTRE 2020- Dirección de Seguridad Vial*.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1294834/2020%20bolet%C3%ADn%20estadistico%20de%20siniestralidad%20vial%20-%20I%20Semestre%202020%20edit%20OCII%20copia.pdf>
- MTC. (2021). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA CICLISTA EN INTERSECCIONES*.
https://transportweek.org/wp-content/uploads/2022/04/Guia_para_el_Diseño_de_Infraestructura_Ciclista_en_Intersecciones.pdf
- Municipalidad del Cusco. (2013). *Plan de Desarrollo Urbano Cusco 2013 - 2023*.
<https://cusco.gob.pe/plan-de-desarrollo-urbano-del-cusco-2013-2023/>
- NACTO. (n.d.). *Intersection Treatments*. Retrieved March 28, 2023, from
<https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/intersection-treatments/>
- OMS. (2021). *Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2021-2030*.
<https://www.who.int/es/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>
- Pengjun, Z., & McDonad, M. (2012). An Investigation on the Manual Traffic Count Accuracy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 43, 226–231.
<https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2012.04.095>

- Pineda, M., Zamora, E., Alves, D., & Ponce de León, M. (2018). *Guía técnica para la aplicación de inspecciones de seguridad vial en los países de América Latina y el Caribe / Publications*. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Gu%C3%ADa-t%C3%A9cnica-para-la-aplicaci%C3%B3n-de-inspecciones-de-seguridad-vial-en-los-pa%C3%ADses-de-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Planzer, R. (2005). *La seguridad vial en la región de América Latina y el Caribe. Situación actual y desafíos*. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/6296/S05804_es.pdf
- Quintero Gonzales, J. (2019). Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible (DOTS). Una prospectiva para Colombia. *Bitacora Urbano Territorial*, 29(3), 59–68. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n3.65979>
- Ryus, P., Ferguson, E., Laustsen, K., Schneider, R., Prouxl, F., Hull, T., & Miranda - Moreno, L. (2014). *Guidebook on Pedestrian and Bicycle Volume Data Collection - NCHRP - REPORT 797*. https://safetrec.berkeley.edu/sites/default/files/publications/guidebook_on_ped_and_bike_escholarship_uc_item_11q5p33w_2.pdf
- SEMOVI. (2018). *ESTRATEGIA DE DATOS ABIERTOS DE SEGURIDAD VIAL PARA LA CDMX*.
- Smith, D. (2002). *Handbook of Simplified Practice for Traffic Studies*. <https://intrans.iastate.edu/app/uploads/2002/11/Handbook-of-Simplified-Practice-TrafficStudies.pdf>
- Unidad Nacional de Seguridad Vial, & Presidencia de Uruguay. (2021). *Informe Semestral de Siniestralidad Vial*. <https://www.gub.uy/unidad-nacional-seguridad-vial/sites/unidad-nacional-seguridad-vial/files/2021-10/2021%20-%20Informe%20Semestral%20de%20Siniestralidad%20Vial.pdf>
- URB – I. (2014). *BEFORE / AFTER GALLERY*. <https://www.urb-i.com/portugal>

WHO. (2018). Global Status Report on Road Safety 2018: Summary. *World Health Organization, 1*, 20. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>

World Health Organization, FIA Foundation, Global Road Safety Partnership, & The World Bank. (2008). *CONTROL DE LA VELOCIDAD. UN MANUAL DE SEGURIDAD VIAL PARA LOS RESPONSABLES DE TOMAR DECISIONES Y PROFESIONALES*. <https://ansv.gov.co/sites/default/files/Documentos/Normativa/Manuales/ManualControldeVelocidadpdf.pdf>





7. Anexos

Anexo 1: Lista de chequeo general

INTERSECCIONES
CONFIGURACIÓN
Comentarios: <ul style="list-style-type: none"> - Carriles no alineados.
SEÑALIZACIÓN VERTICAL
Comentarios: <ul style="list-style-type: none"> - Algunas señales presentan letras pequeñas e ilegibles. - Las señales verticales de avenida El Sol están obstruidas por árboles. - Algunas señales están ubicadas en el borde las aceras.
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
Comentarios: <ul style="list-style-type: none"> - Avenida Pardo y alameda Pachacutec carecen de señalización horizontal. - Señalización horizontal de Tullumayo está desgastada por el uso (no se puede observar con claridad).
ILUMINACIÓN
Comentarios: <ul style="list-style-type: none"> - Luces opacas en la intersección no permiten buena visibilidad de los usuarios.
SEMAFORIZACIÓN
Comentarios: <ul style="list-style-type: none"> - No hay
SUPERFICIE DE RODADURA
Comentarios: <ul style="list-style-type: none"> - Baches, fisuras y agrietamientos de todo nivel (leves, moderados y severos) en toda la intersección - El material suelto ubicado en alameda Pachacutec es excesivo; así mismo, existe material suelto en la avenida Tullumayo en menor cantidad.
ESTACIONAMIENTOS Y PARADEROS
Comentarios: <ul style="list-style-type: none"> - Espacios de estacionamiento público para vehículos no utilizados. - Carencia de señalización horizontal en los estacionamientos.

USUARIOS DE LA VÍA

Comentarios:

- No existe una canalización de peatones adecuada (cruzan por cualquier parte de la vía, las cuales en su mayoría son zonas de cruce inseguras). Se debe comprobar con las líneas de deseo de estos usuarios.
- Diseño inadecuado de facilidades peatonales (rampas, medianas, refugios peatonales, etc.) no permite un desplazamiento eficiente de los usuarios vulnerables (como discapacitados).
- Conflictos vehiculares producidos por el desarrollo de tiempos de verde simultáneos de fases vehiculares distintas.
- Cruce no seguro para ciclistas, conductores de vehículos motorizados no les brindan el espacio suficiente como para realizar el cruce.

ENTORNO Y MOBILIARIO URBANO

Comentarios:

- Mobiliario urbano y vial deteriorado por antigüedad.
- Postes de alumbrado y cableado eléctrico ubicados en el borde de algunas vías.

Anexo 2: Formatos y resultados de aforos vehiculares y peatonales

Para realizar los aforos peatonales y vehiculares, se utilizaron formatos de copias, en los cuales se contabilizan tanto peatones como vehículos. Así mismo, esta contabilización es acumulada cada 15 minutos. Además, se debe recordar que los aforos se realizan de manera continua y en todas las vías de estudio. A continuación, se presentan dichos formatos de aforo, tanto para peatones como para vehículos, así como los datos obtenidos:








Formulario	Ubicación	Fecha	Aforador

Hora	Sentido 1	Sentido 2

Formato de aforo peatonal – Estudio de Seguridad Vial de la Intersección Cuádruple ubicada en el parque de la **Paccha** (Cusco)

Figura 1. Formato de aforo para peatones. Fuente: Propia.

FORMULARIO N°	UBICACIÓN	CARRIL
PUNTO DE CONTROL	CÓDIGO DEL PC	
SENTIDO	FECHA	

HORA / TIPO	 AUTOMÓVIL	 BUSES TRANSPORTE PÚBLICO - COASTERS	 CAMIONES	 SPLINTER - TURISMO	 MOTOS	 VEHÍCULOS PESADOS	 BICICLETAS

Formato de aforo vehicular – Estudio de Seguridad Vial de la Intersección Cuádruple ubicada en el parque de la **Paccha** (Cusco)

Figura 2. Formato de aforo para vehículos. Fuente: Propia.

Tabla 1. Datos registrados en el aforo peatonal. Fuente: propia.

	Vía	Av. El Sol		Av. Tulumayo		Av. Pardo		Alameda Pachacutecq		Total Av. El Sol	Total Av. Tulumayo	Total Av. Pardo	Total Alameda Pachacutecq	Suma Horaria Av. El Sol	Suma Horaria Av. Tulumayo	Suma Horaria Av. Pardo	Suma Horaria Alameda Pachacutecq	Total Intersección (peatón)	Suma horaria intersección (peatón)	
	Sentido de cruce	S1 (↑)	S2 (↓)	S1 (↑)	S2 (↓)	S1 (↑)	S2 (↓)	S1 (↑)	S2 (↓)											
Mañana	07:00-07:15	4	1	1	7	8	10	1	3	5	8	18	4	5	8	18	4	35	35	
	07:15-07:30	7	5	8	7	2	14	10	4	12	15	16	14	17	23	34	18	57	92	
	07:30-07:45	0	1	3	2	6	7	7	7	4	1	5	13	11	18	28	47	29	30	122
	07:45-08:00	3	8	5	4	14	8	8	8	5	11	9	22	13	29	37	69	42	55	177
	08:00-08:15	4	12	7	6	7	8	13	12	16	13	15	25	40	42	66	63	69	211	211
	08:15-08:30	5	8	7	5	8	9	4	12	13	12	17	16	41	39	67	65	58	212	212
	08:30-08:45	6	7	5	6	16	17	13	7	13	11	33	20	53	45	87	74	77	259	259
	08:45-09:00	3	12	10	6	12	9	10	17	15	16	21	27	57	52	86	88	79	283	283
	09:00-09:15	10	18	4	7	19	8	12	9	28	11	27	21	69	50	98	84	87	301	301
	09:15-09:30	8	10	8	7	14	12	18	13	18	15	26	31	74	53	107	99	90	333	333
	09:30-09:45	8	9	8	4	5	11	12	8	17	12	16	20	78	54	90	99	65	321	321
	09:45-10:00	4	8	12	10	8	7	14	10	12	22	15	24	75	60	84	96	73	315	315
	10:00-10:15	14	15	10	11	18	15	13	15	29	21	33	28	76	70	90	103	111	339	339
	10:15-10:30	14	13	14	12	14	20	20	11	27	26	34	31	85	81	98	103	118	367	367
	10:30-10:45	9	16	17	11	6	11	25	19	25	28	17	44	93	97	99	127	114	416	416
10:45-11:00	16	10	9	20	12	15	16	13	26	29	27	29	107	104	111	132	111	454	454	
Tarde	11:00-11:15	8	22	18	17	17	21	38	22	30	35	38	60	108	118	116	164	163	506	506
	11:15-11:30	13	12	11	10	13	15	27	28	25	21	28	55	106	113	110	188	129	517	517
	11:30-11:45	13	23	22	19	11	21	22	37	36	41	32	59	117	126	125	203	168	571	571
	11:45-12:00	13	20	21	13	6	24	22	29	33	34	30	51	124	131	128	225	148	608	608
	12:00-12:15	22	27	21	24	18	37	20	21	49	45	55	41	143	141	145	206	190	635	635
	12:15-12:30	15	34	32	16	18	18	31	17	49	48	36	48	167	168	153	199	181	687	687
	12:30-12:45	21	14	13	17	13	15	16	19	35	30	28	35	166	157	149	175	128	647	647
	12:45-13:00	18	21	21	16	11	33	20	16	39	37	44	36	172	160	163	160	156	655	655
	13:00-13:15	15	18	17	23	16	35	29	18	33	40	51	47	156	155	159	166	171	636	636
	13:15-13:30	18	24	19	17	13	19	15	21	42	36	32	36	149	143	155	154	146	601	601
	13:30-13:45	8	10	20	10	8	18	15	14	18	30	26	29	132	143	153	148	103	576	576
	13:45-14:00	6	12	12	10	18	21	7	27	18	22	39	34	111	128	148	146	113	533	533
	14:00-14:15	12	18	18	23	13	19	18	12	30	41	32	30	108	129	129	129	133	495	495
	14:15-14:30	11	16	15	14	10	24	11	4	27	29	34	15	93	122	131	108	105	454	454
	14:30-14:45	13	25	8	23	14	12	22	11	38	31	26	33	113	123	131	112	128	479	479
	14:45-15:00	16	21	23	14	15	17	12	18	37	37	32	30	132	138	124	108	136	502	502
	15:00-15:15	18	23	16	9	9	16	8	13	41	25	25	21	143	122	117	99	112	481	481
	15:15-15:30	9	13	25	11	14	29	25	16	22	36	43	41	138	129	126	125	142	518	518
	15:30-15:45	8	12	15	12	5	8	10	21	20	27	13	31	120	125	113	123	91	481	481
	15:45-16:00	11	15	9	11	12	16	4	20	26	20	28	24	109	108	109	117	98	443	443
	16:00-16:15	5	7	5	7	8	7	13	15	12	12	15	28	80	95	99	124	67	398	398
16:15-16:30	14	26	17	15	26	14	15	9	40	32	40	24	98	91	96	107	136	392	392	
16:30-16:45	27	26	15	18	15	11	8	6	53	33	26	14	131	97	109	90	126	427	427	
16:45-17:00	14	10	17	14	15	23	15	11	24	31	38	26	129	108	119	92	119	448	448	
Noche	17:00-17:15	15	11	16	14	14	11	10	8	26	30	25	18	143	126	129	82	99	480	480
	17:15-17:30	20	29	29	28	15	23	8	22	49	57	38	30	152	151	127	88	174	518	518
	17:30-17:45	37	14	23	16	18	24	18	20	51	39	42	38	150	157	143	112	170	562	562
	17:45-18:00	14	18	11	22	9	11	9	7	32	33	20	16	158	159	125	102	101	544	544
	18:00-18:15	17	27	20	12	17	26	8	10	44	32	43	18	176	161	143	102	137	582	582
	18:15-18:30	6	9	14	11	6	24	8	14	15	25	30	22	142	129	135	94	92	500	500
	18:30-18:45	10	17	16	8	18	19	7	16	27	24	37	23	118	114	130	79	111	441	441
	18:45-19:00	12	4	12	37	14	27	6	5	16	49	41	11	102	130	151	74	117	457	457
	19:00-19:15	24	16	17	24	16	15	12	6	40	41	31	18	98	139	139	74	130	450	450
	19:15-19:30	9	14	12	14	25	19	6	7	23	26	44	13	106	140	153	65	106	464	464
19:30-19:45	17	15	12	34	7	9	12	8	32	46	16	20	111	162	132	62	114	467	467	
19:45-20:00	10	7	10	17	10	29	6	4	17	27	39	10	112	140	130	61	93	443	443	

Anexo 3: Anexo fotográfico de aforos vehiculares y peatonales



Foto 1: Aforador n° 1 contando vehículos en la avenida El Sol en horario diurno.



Foto 2: Aforador n° 1 contando vehículos en la avenida El Sol en horario diurno.



Foto 3: Aforador n° 2 contando vehículos en la avenida Tullumayo en horario diurno.



Foto 4: Aforador n° 2 contando vehículos en la avenida Tullumayo en horario diurno.



Foto 5: Aforador n° 2 contando vehículos en la avenida Tullumayo en horario diurno.



Foto 6: Aforador n° 3 contando vehículos en la avenida Pardo Paseo de los Héroes en horario diurno.



Foto 7: Aforador n° 3 contando vehículos en la avenida Pardo Paseo de los Héroes en horario diurno.



Foto 8: Aforador n° 3 contando vehículos en la avenida Pardo Paseo de los Héroes en horario diurno.



Foto 9: Aforador n° 1 contando vehículos en la avenida El Sol en horario nocturno.

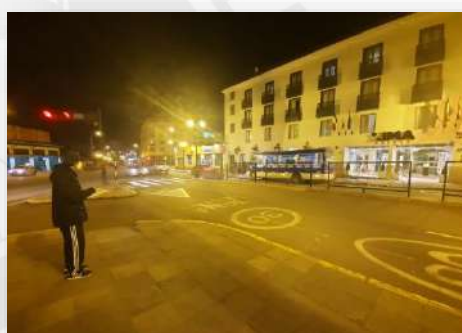


Foto 10: Aforador n° 1 contando vehículos en la avenida El Sol en horario nocturno.



Foto 11: Aforador n° 2 contando vehículos en la avenida Tullumayo en horario nocturno.



Foto 12: Aforador n° 2 contando vehículos en la avenida Tullumayo en horario nocturno.



Foto 13: Aforador n° 2 contando vehículos en la avenida Tullumayo en horario nocturno.



Foto 14: Aforador n° 3 contando vehículos en la Avenida Pardo Paseo de los Héroes en horario nocturno.



Foto 15: Aforador n° 3 contando vehículos en la avenida Pardo Paseo de los Héroes en horario nocturno.



Foto 16: Aforador n° 3 contando vehículos en la avenida Pardo Paseo de los Héroes en horario nocturno.



Foto 17: Aforador n° 1 contando peatones en la avenida Pardo Paseo de los Héroes en horario diurno.



Foto 18: Aforador n° 1 contando peatones en la avenida Pardo Paseo de los Héroes en horario diurno.



Foto 19: Aforador n° 2 contando peatones en la avenida Tullumayo en horario diurno.



Foto 20: Aforador n° 2 contando peatones en la avenida Tullumayo en horario diurno.



Foto 21: Aforador n° 3 contando peatones en la avenida El Sol en horario diurno.



Foto 22: Aforador n° 3 contando peatones en la avenida El Sol en horario diurno.



Foto 23: Aforador n° 1 contando peatones en la avenida Pardo Paseo de los Héroes en horario nocturno.



Foto 24: Aforador n° 1 contando peatones en la avenida Pardo Paseo de los Héroes en horario nocturno.

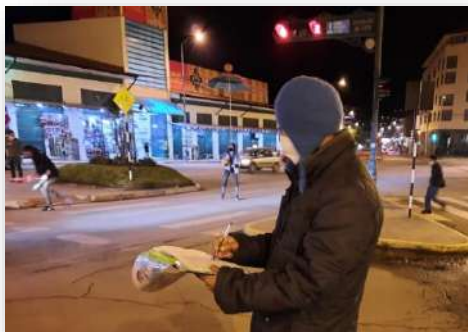
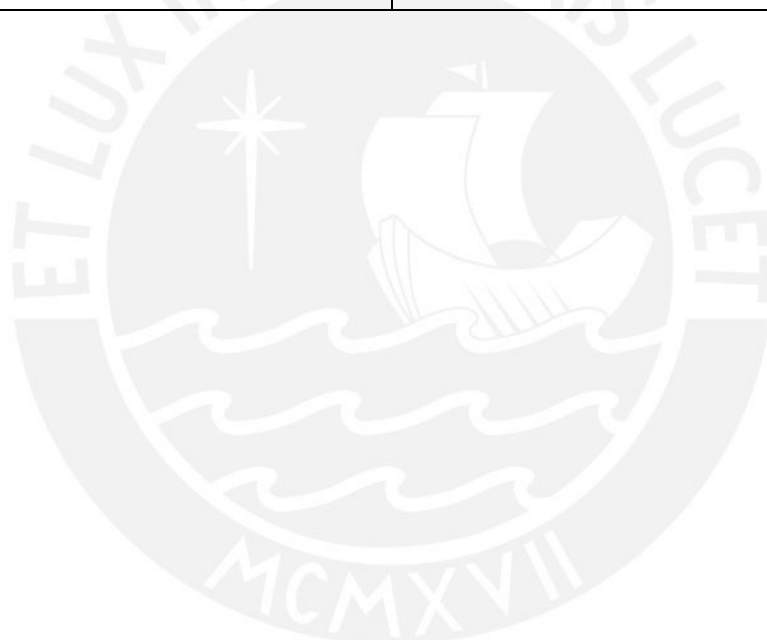


Foto 25: Aforador n° 2 contando peatones en la avenida Tulumayo en horario nocturno.



Foto 26: Aforador n° 2 contando peatones en la avenida Tulumayo en horario nocturno.



Anexo 4: Aforo de velocidades vehiculares

El tamaño de muestra utilizado para el aforo de velocidades de los vehículos motorizados (utilizando la distribución normal), aproximadamente, es de 208 mediciones en toda la intersección (N=454 vehículos, Z=1.96, e=0.05, p=0.5). Si se reemplazan los datos en la siguiente fórmula se obtiene dicho resultado:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * (1 - p)} = \frac{454 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (454 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 208$$

Se debe notar que se elige un universo de 454 vehículos (extraída de los aforos vehiculares), puesto que el aforo se realiza desde las 10:00 hasta las 11:00 horas y dicho valor representa la cantidad de vehículos que transitaron en ese periodo durante el día del aforo vehicular. Cabe resaltar que los valores registrados fueron las distancias entre los 2 conos (la cual es, básicamente, fija y se encuentra en metros) y los tiempos (en segundos) que cada uno de los vehículos recorría estas longitudes. A partir de ello, se calcula la velocidad en km/h mediante las siguientes fórmulas:

- $Velocidad\ 1\ \left(\frac{m}{s}\right) = \frac{Distancia\ entre\ los\ 2\ conos}{Tiempo\ de\ recorrido}$
- $Velocidad\ 2\ \left(\frac{km}{h}\right) = Velocidad\ 1 * \frac{3600}{1000}$

A continuación, se muestra los datos obtenidos durante este aforo:

Vía	Avenida El Sol				Alameda Pachacutecq			
	Nº de medición	Distancia (m)	Tiempo (segundos)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (segundos)	Velocidad (m/s)
1	15	1.5	10.00	36.00	15	2.32	6.47	23.28
2	15	1.5	10.00	36.00	15	2.22	6.76	24.32
3	15	1.67	8.98	32.34	15	2.12	7.08	25.47
4	15	1.33	11.28	40.60	15	1.82	8.24	29.67
5	15	2.1	7.14	25.71	15	2.21	6.79	24.43
6	15	2.05	7.32	26.34	15	1.84	8.15	29.35
7	15	2.24	6.70	24.11	15	1.7	8.82	31.76
8	15	1.98	7.58	27.27	15	1.79	8.38	30.17
9	15	1.57	9.55	34.39	15	1.8	8.33	30.00
10	15	2.21	6.79	24.43	15	1.4	10.71	38.57
11	15	2.55	5.88	21.18	15	1.71	8.77	31.58
12	15	1.79	8.38	30.17	15	1.93	7.77	27.98
13	15	1.83	8.20	29.51	15	1.51	9.93	35.76
14	15	1.81	8.29	29.83	15	1.9	7.89	28.42
15	15	2.14	7.01	25.23	15	1.57	9.55	34.39
16	15	2.06	7.28	26.21	15	2.02	7.43	26.73

17	15	1.74	8.62	31.03	15	1.46	10.27	36.99
18	15	3.02	4.97	17.88	15	1.97	7.61	27.41
19	15	1.61	9.32	33.54	15	2.43	6.17	22.22
20	15	1.64	9.15	32.93	15	2.03	7.39	26.60
21	15	1.87	8.02	28.88	15	2.52	5.95	21.43
22	15	1.17	12.82	46.15	15	2.29	6.55	23.58
23	15	1.56	9.62	34.62	15	1.6	9.38	33.75
24	15	1.42	10.56	38.03	15	1.69	8.88	31.95
25	15	1.3	11.54	41.54	15	1.73	8.67	31.21
26	15	1.87	8.02	28.88	15	1.3	11.54	41.54
27	15	1.87	8.02	28.88	15	1.53	9.80	35.29
28	15	1.9	7.89	28.42	15	1.72	8.72	31.40
29	15	1.9	7.89	28.42	15	1.94	7.73	27.84
30	15	1.61	9.32	33.54	15	1.48	10.14	36.49
31	15	1.5	10.00	36.00	15	1.74	8.62	31.03
32	15	1.33	11.28	40.60	15	1.85	8.11	29.19
33	15	1.59	9.43	33.96	15	1.55	9.68	34.84
34	15	1.73	8.67	31.21	15	1.87	8.02	28.88
35	15	1.64	9.15	32.93	15	2.45	6.12	22.04
36	15	1.86	8.06	29.03	15	1.92	7.81	28.13
37	15	1.42	10.56	38.03	15	2.1	7.14	25.71
38	15	1.98	7.58	27.27	15	1.54	9.74	35.06
39	15	1.53	9.80	35.29	15	1.8	8.33	30.00
40	15	1.39	10.79	38.85	15	2.16	6.94	25.00
41	15	1.4	10.71	38.57	15	2.4	6.25	22.50
42	15	1.76	8.52	30.68	15	2.29	6.55	23.58
43	15	1.96	7.65	27.55	15	1.9	7.89	28.42
44	15	1.61	9.32	33.54	15	1.95	7.69	27.69
45	15	1.98	7.58	27.27	15	1.78	8.43	30.34
46	15	2.05	7.32	26.34	15	2.18	6.88	24.77
47	15	1.25	12.00	43.20	15	1.84	8.15	29.35
48	15	1.14	13.16	47.37	15	1.99	7.54	27.14
49	15	1.54	9.74	35.06	15	1.94	7.73	27.84
50	15	2.1	7.14	25.71	15	1.98	7.58	27.27
51	15	1.64	9.15	32.93	15	1.86	8.06	29.03
52	15	1.66	9.04	32.53	15	1.98	7.58	27.27
53	15	2.56	5.86	21.09	15	2.21	6.79	24.43
54	15	1.5	10.00	36.00	15	1.88	7.98	28.72
55	15	1.5	10.00	36.00	15	1.52	9.87	35.53
56	15	1.69	8.88	31.95	15	2.16	6.94	25.00
57	15	1.43	10.49	37.76	15	2.16	6.94	25.00
58	15	1.31	11.45	41.22	15	2.5	6.00	21.60
59	15	1.44	10.42	37.50	15	1.9	7.89	28.42
60	15	1.43	10.49	37.76	15	2.06	7.28	26.21
61	15	1.99	7.54	27.14	15	2.74	5.47	19.71
62	15	1.87	8.02	28.88	15	1.58	9.49	34.18
63	15	1.2	12.50	45.00	15	2.15	6.98	25.12
64	15	2.16	6.94	25.00	15	2.05	7.32	26.34

65	15	2.18	6.88	24.77	15	2.61	5.75	20.69
66	15	1.56	9.62	34.62	15	2.53	5.93	21.34
67	15	1.6	9.38	33.75	15	1.83	8.20	29.51
68	15	1.78	8.43	30.34	15	1.9	7.89	28.42
69	15	1.92	7.81	28.13	15	1.59	9.43	33.96
70	15	1.61	9.32	33.54	15	1.51	9.93	35.76
71	15	1.63	9.20	33.13	15	1.68	8.93	32.14
72	15	1.52	9.87	35.53	15	1.68	8.93	32.14
73	15	1.95	7.69	27.69	15	1.82	8.24	29.67
74	15	1.45	10.34	37.24	15	1.73	8.67	31.21
75	15	1.55	9.68	34.84	15	1.76	8.52	30.68
76	15	1.4	10.71	38.57	15	1.78	8.43	30.34
77	15	1.81	8.29	29.83	15	2.18	6.88	24.77
78	15	1.82	8.24	29.67	15	1.92	7.81	28.13
79	15	1.18	12.71	45.76	15	1.95	7.69	27.69
80	15	1.27	11.81	42.52	15	1.71	8.77	31.58
81	15	1.41	10.64	38.30	15	2.43	6.17	22.22
82	15	1.29	11.63	41.86	15	1.6	9.38	33.75
83	15	1.77	8.47	30.51	15	2.24	6.70	24.11
84	15	1.41	10.64	38.30	15	2.33	6.44	23.18
85	15	1.64	9.15	32.93	15	1.97	7.61	27.41
86	15	1.44	10.42	37.50	15	2.2	6.82	24.55
87	15	1.81	8.29	29.83	15	1.34	11.19	40.30
88	15	1.56	9.62	34.62	15	1.61	9.32	33.54
89	15	1.55	9.68	34.84	15	1.58	9.49	34.18
90	15	1.25	12.00	43.20	15	2.27	6.61	23.79
91	15	1.6	9.38	33.75	15	1.89	7.94	28.57
92	15	1.75	8.57	30.86	15	2.69	5.58	20.07
93	15	1.59	9.43	33.96	15	1.73	8.67	31.21
94	15	1.67	8.98	32.34	15	1.95	7.69	27.69
95	15	1.63	9.20	33.13	15	1.58	9.49	34.18
96	15	1.59	9.43	33.96	15	1.92	7.81	28.13
97	15	1.59	9.43	33.96	15	1.39	10.79	38.85
98	15	1.74	8.62	31.03	15	1.68	8.93	32.14
99	15	1.53	9.80	35.29	15	2.1	7.14	25.71
100	15	1.16	12.93	46.55	15	1.59	9.43	33.96
101	15	1.67	8.98	32.34	15	1.6	9.38	33.75
102	15	1.5	10.00	36.00	15	2	7.50	27.00
103	15	1.76	8.52	30.68	15	1.59	9.43	33.96
104	15	1.01	14.85	53.47	15	1.36	11.03	39.71
105	15	1.75	8.57	30.86	15	2.01	7.46	26.87
106	15	1.77	8.47	30.51	15	2.85	5.26	18.95
107	15	2.07	7.25	26.09	15	1.81	8.29	29.83
108	15	2.09	7.18	25.84	15	1.83	8.20	29.51
109	15	2	7.50	27.00	15	2.11	7.11	25.59
110	15	1.45	10.34	37.24	15	1.7	8.82	31.76
111	15	1.7	8.82	31.76	15	1.68	8.93	32.14
112	15	1.53	9.80	35.29	15	2.34	6.41	23.08

113	15	1.56	9.62	34.62	15	1.66	9.04	32.53
114	15	1.7	8.82	31.76	15	2.31	6.49	23.38
115	15	1.7	8.82	31.76	15	3.51	4.27	15.38
116	15	1.96	7.65	27.55	15	3	5.00	18.00
117	15	1.99	7.54	27.14	15	2.8	5.36	19.29
118	15	1.55	9.68	34.84	15	1.56	9.62	34.62
119	15	1.63	9.20	33.13	15	1.31	11.45	41.22
120	15	1.45	10.34	37.24	15	1.69	8.88	31.95
121	15	1.47	10.20	36.73	15	1.77	8.47	30.51
122	15	1.39	10.79	38.85	15	1.47	10.20	36.73
123	15	1.39	10.79	38.85	15	1.66	9.04	32.53
124	15	1.4	10.71	38.57	15	1.78	8.43	30.34
125	15	1.51	9.93	35.76	15	1.8	8.33	30.00
126	15	1.63	9.20	33.13	15	1.65	9.09	32.73
127	15	1.41	10.64	38.30	15	1.75	8.57	30.86
128	15	1.27	11.81	42.52	15	1.63	9.20	33.13
129	15	1.28	11.72	42.19	15	3.38	4.44	15.98
130	15	1.47	10.20	36.73	15	1.95	7.69	27.69
131	15	1.59	9.43	33.96	15	2.04	7.35	26.47
132	15	1.34	11.19	40.30	15	1.12	13.39	48.21
133	15	1.66	9.04	32.53	15	1.67	8.98	32.34
134	15	1.53	9.80	35.29	15	1.79	8.38	30.17
135	15	1.32	11.36	40.91	15	1.46	10.27	36.99
136	15	1.69	8.88	31.95	15	1.88	7.98	28.72
137	15	1.35	11.11	40.00	15	1.88	7.98	28.72
138	15	1.61	9.32	33.54	15	1.6	9.38	33.75
139	15	1.51	9.93	35.76	15	1.7	8.82	31.76
140	15	1.61	9.32	33.54	15	1.53	9.80	35.29
141	15	1.83	8.20	29.51	15	1.46	10.27	36.99
142	15	1.15	13.04	46.96	15	1.89	7.94	28.57
143	15	1.33	11.28	40.60	15	1.57	9.55	34.39
144	15	1.89	7.94	28.57	15	1.58	9.49	34.18
145	15	1.7	8.82	31.76	15	1.88	7.98	28.72
146	15	1.66	9.04	32.53	15	1.78	8.43	30.34
147	15	1.96	7.65	27.55	15	1.67	8.98	32.34
148	15	2	7.50	27.00	15	1.83	8.20	29.51
149	15	1.95	7.69	27.69	15	1.7	8.82	31.76
150	15	1.76	8.52	30.68	15	1.75	8.57	30.86
151	15	1.82	8.24	29.67	15	1.39	10.79	38.85
152	15	1.72	8.72	31.40	15	1.92	7.81	28.13
153	15	1.5	10.00	36.00	15	2.54	5.91	21.26
154	15	1.37	10.95	39.42	15	2.2	6.82	24.55
155	15	1.89	7.94	28.57	15	1.45	10.34	37.24
156	15	1.63	9.20	33.13	15	2.06	7.28	26.21
157	15	1.62	9.26	33.33	15	2.06	7.28	26.21
158	15	1.79	8.38	30.17	15	2.4	6.25	22.50
159	15	1.74	8.62	31.03	15	1.58	9.49	34.18
160	15	1.51	9.93	35.76	15	1.7	8.82	31.76

161	15	1.54	9.74	35.06	15	1.41	10.64	38.30
162	15	1.77	8.47	30.51	15	2.21	6.79	24.43
163	15	1.51	9.93	35.76	15	2.27	6.61	23.79
164	15	1.75	8.57	30.86	15	2.18	6.88	24.77
165	15	1.78	8.43	30.34	15	2.86	5.24	18.88
166	15	1.4	10.71	38.57	15	2.07	7.25	26.09
167	15	1.6	9.38	33.75	15	2.23	6.73	24.22
168	15	1.44	10.42	37.50	15	2.28	6.58	23.68
169	15	1.58	9.49	34.18	15	2.29	6.55	23.58
170	15	1.46	10.27	36.99	15	2.34	6.41	23.08
171	15	1.53	9.80	35.29	15	2.42	6.20	22.31
172	15	1.97	7.61	27.41	15	2.47	6.07	21.86
173	15	1.48	10.14	36.49	15	2.54	5.91	21.26
174	15	1.76	8.52	30.68	15	2.5	6.00	21.60
175	15	1.69	8.88	31.95	15	1.27	11.81	42.52
176	15	1.9	7.89	28.42	15	1.39	10.79	38.85
177	15	1.92	7.81	28.13	15	1.13	13.27	47.79
178	15	1.8	8.33	30.00	15	1.63	9.20	33.13
179	15	1.85	8.11	29.19	15	1.5	10.00	36.00
180	15	1.43	10.49	37.76	15	1.8	8.33	30.00
181	15	1.76	8.52	30.68	15	1.43	10.49	37.76
182	15	1.74	8.62	31.03	15	1.55	9.68	34.84
183	15	1.81	8.29	29.83	15	1.87	8.02	28.88
184	15	1.82	8.24	29.67	15	1.81	8.29	29.83
185	15	1.5	10.00	36.00	15	1.55	9.68	34.84
186	15	1.86	8.06	29.03	15	1.27	11.81	42.52
187	15	1.46	10.27	36.99	15	1.84	8.15	29.35
188	15	1.59	9.43	33.96	15	2.14	7.01	25.23
189	15	1.5	10.00	36.00	15	1.44	10.42	37.50
190	15	1.61	9.32	33.54	15	1.93	7.77	27.98
191	15	2	7.50	27.00	15	1.77	8.47	30.51
192	15	1.51	9.93	35.76	15	1.39	10.79	38.85
193	15	1.35	11.11	40.00	15	1.5	10.00	36.00
194	15	1.37	10.95	39.42	15	1.43	10.49	37.76
195	15	1.52	9.87	35.53	15	2.08	7.21	25.96
196	15	1.85	8.11	29.19	15	1.95	7.69	27.69
197	15	1.53	9.80	35.29	15	2.15	6.98	25.12
198	15	1.71	8.77	31.58	15	1.82	8.24	29.67
199	15	1.72	8.72	31.40	15	1.36	11.03	39.71
200	15	1.57	9.55	34.39	15	1.45	10.34	37.24
201	15	1.57	9.55	34.39	15	1.51	9.93	35.76
202	15	1.42	10.56	38.03	15	1.78	8.43	30.34
203	15	1.92	7.81	28.13	15	1.8	8.33	30.00
204	15	1.89	7.94	28.57	15	2.13	7.04	25.35
205	15	1.73	8.67	31.21	15	1.51	9.93	35.76
206	15	2.14	7.01	25.23	15	1.77	8.47	30.51

Tabla 1. Resumen de datos y resultados obtenidos para las velocidades de vehículos motorizados. Fuente:

Propia.

Por último, se ordena las velocidades de los vehículos motorizados de manera creciente y se construye un gráfico de velocidades según las mediciones acumuladas para hallar que porcentaje de los vehículos superan la velocidad límite establecida (30km/h). Según el gráfico 1 del presente anexo, aproximadamente, 171 mediciones (de las 412 realizadas) no superan la velocidad límite, lo cual representa que casi el 41.5% respetan los límites de velocidad establecidos en la intersección. Sin embargo, la mayoría de los vehículos aforados (58.5%) circulan con velocidades mayores a la permitida.

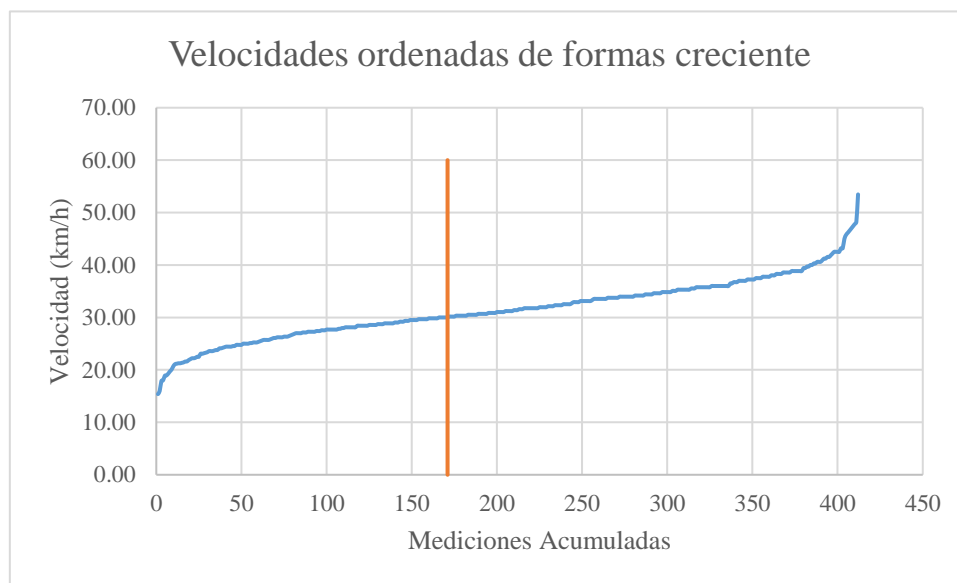


Gráfico 1. Velocidades vs Mediciones Acumuladas. Fuente Propia.

Así mismo, se obtiene los siguientes resultados para el aforo de velocidades de ciclistas, los cuales se detallan a continuación:

Vía	Avenida El Sol				Alameda Pachacutecq			
	Distancia (m)	Tiempo (segundos)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Distancia (m)	Tiempo (segundos)	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)
1	15	2.2	6.82	24.55	15	1.98	7.58	27.27
2	15	1.94	7.73	27.84	15	2.44	6.15	22.13
3	15	1.82	8.24	29.67	15	1.98	7.58	27.27
4	15	2.74	5.47	19.71	15	1.99	7.54	27.14
5	15	2.35	6.38	22.98	15	1.94	7.73	27.84
6	15	2.01	7.46	26.87	15	2.11	7.11	25.59
7	15	1.9	7.89	28.42	15	2.28	6.58	23.68
8	15	2.01	7.46	26.87	15	2.23	6.73	24.22
9	15	1.92	7.81	28.13	15	2.77	5.42	19.49
10	15	2.4	6.25	22.50	15	1.86	8.06	29.03

11	15	2.67	5.62	20.22	15	2.03	7.39	26.60
12	15	2.88	5.21	18.75	15	1.92	7.81	28.13
13	15	2.06	7.28	26.21	15	1.78	8.43	30.34
14	15	1.93	7.77	27.98	15	2.39	6.28	22.59
15	15	2.02	7.43	26.73	15	2.13	7.04	25.35

Tabla 2. Resumen de datos y resultados obtenidos para las velocidades de ciclistas. Fuente: Propia.

Aproximadamente, el promedio de velocidades de los ciclistas es de 25.5 km/h. Dicho promedio de velocidades de ciclistas es indispensable para el cálculo del ciclo semafórico de la intersección (Anexo 8), ya que utilizan los mismos carriles de tránsito que los vehículos motorizados. En este caso, se puede observar que la mayoría de los ciclistas respeta el límite de velocidad.



Anexo 5: Anexo fotográfico de aforo de velocidades







	
<p>Foto 1: Ubicación del punto de referencia en la avenida El Sol.</p>	<p>Foto 2: Medición de 15m desde el punto de referencia.</p>
	
<p>Foto 3: Ubicación del punto 1 en la avenida El Sol desde el punto de referencia.</p>	<p>Foto 4: Colocación de un cono 1 en el punto 1 de la avenida El Sol.</p>
	
<p>Foto 5: Ubicación del cono en el punto 1 al borde de la acera.</p>	<p>Foto 6: Medición de 15m desde el punto 1 (cono 1).</p>



Foto 7: Colocación del cono 2 en el punto 2.



Foto 8: Verificación de la distancia del cono 1 al punto de referencia.

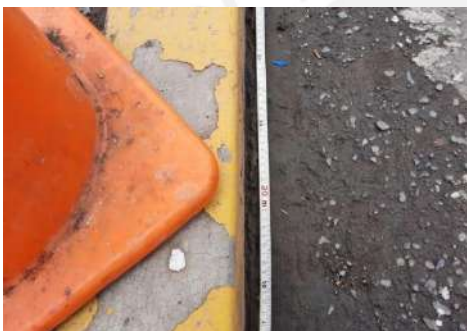


Foto 9: Verificación de la distancia del cono 2 al punto de referencia.



Foto 10: Medición del tiempo de viaje de los autos del punto 1 al punto 2.



Foto 11: Medición del tiempo de viaje de los autos del punto 1 al punto 2.



Foto 12: Medición del tiempo de viaje de los autos del punto 1 al punto 2.



Foto 13: Medición del tiempo de viaje de los autos del punto 1 al punto 2.



Foto 14: Medición del tiempo de viaje de los autos del punto 1 al punto 2.



Foto 15: Formato de mediciones.



Foto 16: Registro de la medición con el cronómetro.



Foto 17: Tiempo registrado con el cronómetro.



Foto 18: Ubicación del punto de referencia en la alameda Pachacutec.



Foto 19: Demarcación del punto de referencia en la alameda Pachacutecq.



Foto 20: Medición de 15m desde el punto de referencia.



Foto 21: Ubicación del punto 1 y colocación del cono 1 en la alameda Pachacutecq.



Foto 22: Medición de 15m desde el punto 1.



Foto 23: Ubicación del punto 2 y colocación del cono 2 en la alameda Pachacutecq.



Foto 24: Verificación de la distancia del cono 2 al punto de referencia.



Foto 25: Medición del tiempo de viaje de los autos del punto 1 al punto 2.



Foto 26: Medición del tiempo de viaje de los autos del punto 1 al punto 2.



Foto 27: Medición del tiempo de viaje de los autos del punto 1 al punto 2.



Foto 28: Medición del tiempo de viaje de los autos del punto 1 al punto 2.



Foto 29: Tiempo registrado con el cronómetro.



Foto 30: Tiempo registrado con el cronómetro.

Anexo 6: Listas de chequeo detalladas

INTERSECCIONES							
CONFIGURACIÓN	Respuesta			Comentario	Evidencia (Anexo 7)		
	Sí	No	N/A				
¿El diseño de la geometría de la intersección tuvo como enfoque principal a los usuarios más vulnerables?		X		El diseño de la intersección está más enfocado en los vehículos, puesto que la mayoría del espacio de la intersección está consumido por estos en comparación a los ciclistas que ni si quiera circulan ciclovías de uso exclusivo.	1,2		
¿La intersección presenta problemas de capacidad que puedan causar problemas de seguridad?		X		La demanda de vehículos se satisface, puesto que se observa que las vías de estudio no se encuentran totalmente saturadas.	3,4		
¿Los radios de giro de las esquinas permiten un adecuado tránsito de vehículos de gran tamaño?		X		Las esquinas de las aceras de la avenida Pardo no presentan radio de giro. Vehículos se mueven lentamente al realizar esta maniobra.	5,6		
¿Los carriles de los accesos se encuentran alineados en la misma dirección que los carriles de salida de la intersección?		X			7		
¿Los anchos de calzada fueron dimensionadas para el tránsito de vehículos que conforman la composición del tránsito?	X			Los vehículos que comúnmente transitan por la intersección y presentan un mayor tamaño en comparación a los automóviles, tales como los vehículos de turismo (Van, Sprinter, Starex) y buses de transporte público (Coasters), pueden desplazarse sin dificultad alguna por la calzada de las vías que concurren en la intersección, ya que su ancho efectivo (en promedio entre 2.40 y 2.80 m) es menor que el ancho de cada carril que varía entre 3.00 y 3.75 m.	8,9		
SEÑALIZACIÓN VERTICAL	Respuesta			Comentario	Evidencia (Anexo 7)		
	Sí	No	N/A				
¿Las señalizaciones verticales que se han instalado en todas las vías de estudio y/o en la misma intersección son las que realmente se requieren para brindar seguridad a todos los usuarios (ciclistas, peatones, conductores de vehículos motorizados)?		X		Con respecto a los ciclistas y conductores, se ha podido observar que existe señalización necesaria y pertinente donde se expresan algunos mensajes que buscan reducir los conflictos ciclistas/vehículos, poner en conocimiento la prelación del ciclista sobre los vehículos y reducir la velocidad; sin embargo, carece de señalización para peatones (señales de destino, servicios auxiliares, señales preventivas, etc.).	10,11		
¿La visibilidad de las señales verticales está obstaculizada por la ubicación de algún objeto (árboles, anuncios publicitarios, arbustos, postes de cableado eléctrico, etc.)?	X			Señales verticales para ciclistas colocadas en una posición lateral, lo cual es dificultoso de visualizar. Además, en la avenida El Sol y en la avenida Pardo, la visibilidad de las señales está obstruida por las hojas y ramas de los árboles.	13,14,15		
¿Las señales verticales representan un obstáculo en la visibilidad de los usuarios (ciclistas, peatones, conductores)?		X		No representan un obstáculo para los peatones, puesto que las señales verticales están ubicadas a una altura elevada (2.30 m aproximadamente). Así mismo, estas señales se ubican en las veredas, por lo cual no representan un obstáculo para conductores y ciclistas.	16		
Tanto durante horarios diurnos como nocturnos, ¿las señalizaciones verticales instaladas en la zona de estudio presentan mensajes claros y comprensibles, leídos a una distancia adecuada para todos los usuarios?	X			La mayoría de señales verticales presenta buena visibilidad en todos los horarios, excepto las señales informativas de destino ubicadas en los semáforos, ya que presentan letras pequeñas (son ilegibles).	17,19		
Para la operación de la intersección en horarios nocturnos, ¿las señales verticales son retrorreflectantes o están iluminadas de modo que se comprenda el mensaje inscrito en la señal?	X				17,18,20		
¿Existe señalización vertical redundante que pueda confundir al conductor?		X			---		
Con respecto a los soportes de la señalización vertical, ¿están elaborados de material frágil?		X		Están fabricadas con acero, pero no representan un riesgo ante un posible accidente de tránsito, no están al borde de las aceras	24		
Con respecto a los soportes de la señalización vertical, ¿están protegidos por barreras de contención?		X			15,16		
¿Las señales verticales están preservadas en buen estado físico?	X				10,11,17,20		
¿Es adecuada la distancia de reacción (distancia en la que percibe y acata) de un conductor después de observar una señal vertical?		X		En el estudio de velocidades (Anexo 4), se ha observado que la mayoría de los vehículos motorizados (aproximadamente 58.5%) superan los 30 km/h cuando transitan por la intersección; por lo tanto, no pueden visualizar las señales verticales a una distancia prudente.	---		
¿Las señales de velocidad máxima permitida en las vías estudio están establecidas de acuerdo a las condiciones del área (geometría de la vía y uso del suelo)?	X			Es una zona altamente comercial (hoteles, centros comerciales artesanales, parques) y atrae flujo peatonal, por lo que debe estar clasificada como una zona 30	21,22,23		
¿Existe señalización que restrinja la circulación de un determinado tipo de vehículo y que les indique rutas alternativas?	X			Una señal que prohíbe el ingreso de buses panorámicos a la zona conocida como "centro histórico", la cual está acompañada de una señal de desvío.	18,12		
¿Estas señalizaciones restrictivas advierten de manera oportuna a los conductores?		X		Les advierte ya cuando están dentro de esa zona.	18		
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	Respuesta			Comentario	Evidencia (Anexo 7)		
	Sí	No	N/A				
¿Las líneas de parada en todos los accesos de las vías estudio presentan la suficiente visibilidad como para ser distinguidas en la calzada?		X		La pintura de esta señalización está desgastada en las avenidas Tullumayo y Pardo. Así mismo, la alameda Pachacutecq carece de esta señalización.	25,26,27		

¿La calzada de todos los accesos de las vías de estudio presentan demarcaciones de carril (demarcaciones longitudinales) y flechas direccionales pintadas en el pavimento?	X			La avenida Pardo y la alameda Pachacutecq no presentan señalización horizontal de esta tipología, mientras que las avenidas Tullumayo y El Sol sí presentan.	27,28,29,30
¿Estas flechas y demarcaciones de carril de todas las vías de estudio son visibles por los usuarios de la intersección?	X			Solo las de avenida El Sol, puesto que la pintura de las flechas direccionales y de las demarcaciones longitudinales no se encuentra desgastada como en la avenida Tullumayo, lo cual hace que resalten y sean visibles.	28,29
¿Las demarcaciones están preservadas en un buen estado físico?	X				31,32
¿El uso de las demarcaciones es adecuado según su tipología (color y continuidad) de modo que prevalezca la seguridad de los conductores al realizar maniobras de adelantamiento?	X			Es una vía urbana que contiene dos sentidos de flujo (opuestos) y cada sentido consta de dos carriles de tránsito vehicular, por lo cual se puede realizar maniobras de adelantamiento; por ello, el color de las demarcaciones (blancas) y la discontinuidad de las líneas son adecuadas.	31,32
¿Las demarcaciones son retrorreflectivas y/o visibles en horarios nocturnos?	X			Solo se está considerando que son visibles en horarios nocturnos (no son retrorreflectivas) a las demarcaciones que están preservadas en un buen estado, ya que la demarcaciones cuya pintura está desgastada ni si quiera son visibles durante horarios de mañana.	33,34
¿Existe alguna clase de conflicto entre la señalización horizontal y señalización vertical?	X				---
¿Se han implementado tachas en las vías de estudio que concurren en la intersección?	X			Principalmente con dos finalidades: una con la finalidad de cumplir el rol de reductores de velocidad y otra con la finalidad demarcar longitudinalmente un tramo de las vías.	35,36,37,38
En el caso de que la respuesta de la pregunta anterior sea positiva, ¿las tachas están ubicadas en el lugar adecuado?	X			Las tachas situadas en el centro de la calzada están ubicadas correctamente, puesto que dividen carriles. Sin embargo, las de sentido perpendicular no.	35,38
¿Las tachas son del color correcto?	X			Con respecto al color, el amarillo generalmente se utiliza para definir demarcaciones que separan corrientes de tránsito opuestas, no para dividir carriles, cuyas corrientes de tránsito van en el mismo sentido.	35,36
¿Las tachas están preservadas en óptimas condiciones?	X			Muchas tachas fueron removidas del pavimento por el uso; así mismo, la mayoría de tachas perdieron su retrorreflectividad por antigüedad.	37,39,40
ILUMINACIÓN	Respuesta			Comentario	Evidencia (Anexo 7)
	Sí	No	N/A		
¿La iluminación artificial en la intersección (así como en las vías aledañas) es óptima durante la noche?	X			El color de las luces no favorecen muchas veces a la distinción de objetos y personas, puesto que no incrementa la agudeza visual; como consecuencia, no aporta a la visibilidad de los usuarios.	41,42
¿Existe alguna interferencia causada por las características de la intersección que evite que la iluminación artificial sea eficiente?	X				---
¿La zona de estudio presenta ausencia de iluminación artificial en determinados lugares?	X			Los paraderos carecen de iluminación artificial propia, están alumbrados por la luz de los postes de iluminación de la vía, por lo que la luz no logra alumbrarlos adecuadamente.	43,44
¿La iluminación artificial de la intersección y de las vías aledañas obstaculiza la visibilidad de los semáforos o señales verticales, o crea efectos engañosos en estos objetos?	X				45
SEMAFORIZACIÓN	Respuesta			Comentario	Evidencia (Anexo 7)
	Sí	No	N/A		
¿La intersección presenta semáforos peatonales y vehiculares en todos los accesos de las vías de estudio?	X			La avenida Tullumayo no presenta semáforos peatonales (en ambos sentidos de cruce) tanto en los carriles de acceso como de salida. El resto de las vías presentan semáforos peatonales (en ambos sentidos de cruce) y vehiculares.	46,48,49
¿Los semáforos funcionan sin ninguna clase de desperfecto?	X				46,48,49
¿Los semáforos peatonales y vehiculares instalados presentan características adecuadas (cantidad, ubicación vertical, tipo de cabezal) para la composición vehicular de la intersección?	X			El resto de semáforos se ubica a una altura adecuada, presenta un tipo de cabezal pertinente y en la cantidad requerida; sin embargo, el semáforo vehicular de Pardo presenta cabezal inadecuado, genera confusión al conductor.	46
¿Las fases de la semaforización de la intersección posibilita a los conductores realizar diferentes maniobras?	X			Sin embargo, se producen conflictos vehiculares y ello, también, se puede evidenciar en los ciclos semafóricos, ya que los tiempos de verde de las avenidas Pardo y Tullumayo coinciden (verificar los ciclos semafóricos en el inciso 3.3.8 - Figura 39. de documento principal).	---
¿Existen fases exclusivamente de tránsito peatonal de manera que favorezca al cruce de ancianos o minusválidos?	X			Como se ha analizado en el inciso 3.3.8 ("Figura 39" del documento principal), los ciclos semafóricos vehiculares no presentan ningún tiempo de "Todo Rojo (TR)"	---
¿Los peatones están protegidos de las maniobras de giro hacia la derecha que realizan los conductores para pasar de una vía a otra?	X				50,51
¿Los semáforos peatonales y vehiculares son visibles para los usuarios de las vías de estudio (peatones, ciclistas, motociclistas y conductores) desde cualquier ubicación en la que estos se encuentren a una distancia prudente?	X			Sin embargo, los semáforos peatonales ubicados en los extremos del paso peatonal de la avenida Pardo no poseen una visibilidad adecuado. Distancia entre semáforos de aproximadamente 34 m.	52,53
¿Los semáforos peatonales y vehiculares se encuentran obstruidos por ciertos objetos (árboles, postes de iluminación, señales verticales) de manera que interfieran con la visibilidad de los conductores y peatones?	X				46,48,49

¿Los semáforos peatonales y vehiculares se han instalado en un lugar seguro y adecuado en la intersección?	X			Debido a que presentan un soporte de acero, es muy inseguro que se coloquen estos elementos al borde de las aceras y algunos, específicamente, en las esquinas.	47,48,49
¿Se ha identificado problemas de deslumbramiento al momento de observar los semáforos cuando ocurre el ocazo o la salida del sol?		X		En ambos días, el cielo estaba nublado a esas horas, por lo cual no se sabe si existen problemas de deslumbramiento en los semáforos.	54,55
¿Se han implementado señales de advertencia y/o luces intermitentes en lugares donde no se puede observar los semáforos a una distancia adecuada?	X				---
SUPERFICIE DE RODADURA	Respuesta			Comentario	Evidencia (Anexo 7)
	Sí	No	N/A		
¿La superficie de rodadura provee de una resistencia adecuada al deslizamiento a los vehículos cuando circulan por curvas y/o pendientes fuertes?	X			La superficie de rodadura perdió rugosidad en algunas zonas de la avenida Pardo.	56
¿La superficie de rodadura está deteriorada (es decir; presenta huecos, surcos, baches, agrietamientos, fisuras)?	X			La misma zona de intersección, la avenida Pardo y la alameda Pachacutec presentan muchos baches. Así mismo, absolutamente todas las vías que concurren en la intersección de estudio poseen fisuras y agrietamientos; sin embargo, la avenida que posee un pavimento más agrietado (fenómeno de piel de cocodrilo) es la avenida Pardo.	57,58,59,60,61
¿La superficie de rodadura presenta zonas de estancamiento de aguas pluviales que puedan ocasionar problemas en seguridad la intersección y de las vías de estudio?	X			A la altura de los pasos peatonales de la avenida Pardo, se ubica una zona de estancamiento de agua cuando se producen lluvias y justamente es la zona donde se ubican una gran cantidad de baches.	62
¿Existe material suelto (gravas, arenas, pedazos de roca) encima de la superficie de rodadura?	X				63,64,65
¿La superficie de rodadura permite que el tránsito vehicular motorizado se realice de manera segura?	X				66,67
¿La superficie de rodadura presenta marcas o huellas de frenado de vehículos?	X				---
ESTACIONAMIENTOS Y PARADEROS	Respuesta			Comentario	Evidencia (Anexo 7)
	Sí	No	N/A		
Estacionamientos					
¿Existen problemas generales de seguridad que han originado que se prohíba el estacionamiento de vehículos en la calzada?	X			Los vehículos estacionados en la calzada pueden generar problemas de colisión vehicular, ya que se estacionan de manera próxima a la intersección.	68,69
¿Se debe de prohibir o restringir el estacionamiento de vehículos en determinados lugares de las vías de estudio durante las punta?	X			En horas punta, puesto que se puede generar congestión vehicular o accidentes de tránsito (impactos vehiculares principalmente).	---
¿Hay presencia de playas de estacionamiento en el área de estudio o muy próxima a ella?	X			No hay estacionamientos de gran tamaño, pero sí existe zonas de estacionamiento, así como áreas de carga y descarga que son utilizadas como estacionamientos de furgones o vehículos de transporte de carga que descargan mercancía para abastecer a las tiendas del Centro Artesanal. Así mismo, algunas estas zonas de estacionamiento para la descarga de mercancía no son muy utilizadas, puesto que el acceso está restringido, se colocaron cadenas para prohibir que los vehículos ingresen a dicha zona.	70,71,72,73
¿Los peatones pueden transitar por las veredas con una visibilidad adecuada por la zona donde los vehículos estén estacionados o cerca de las playas de estacionamiento?	X			En la avenida Tullumayo, los vehículos estacionados obstaculizan la visibilidad de los peatones ubicados en los refugios peatonales..	74,75
¿Los vehículos que entran y salen de las playas de estacionamiento (o estacionamientos) presentan la suficiente visibilidad para realizar cualquier movimiento?	X				76,77
¿Los vehículos que se aproximan a las playas de estacionamiento (o estacionamientos) presentan la suficiente visibilidad para realizar cualquier movimiento?	X				78,79
¿Existe señalización pertinente en los estacionamientos?	X			Solo hay demarcaciones horizontales desgastadas en el pavimento para separar los espacios de estacionamiento.	80,81
¿Los estacionamientos que no se ubican al nivel de calzada presentan rampas?	X			Sin embargo, es una rampa informal (no diseñada)	85
¿Se pueden realizar maniobras de parqueo sin causar impacto en el tránsito vehicular?	X			Para ingresar o salir de los estacionamientos de la avenida Tullumayo, se tiene que paralizar el tránsito vehicular, pero solo por momentos.	83,84
¿El tipo de orientación de los vehículos en los estacionamientos es el correcto?	X			Los estacionamientos en serie de la avenida Tullumayo permiten que se ahorre mucho más espacio en comparación a que los vehículos se estacionen de manera paralela o en ángulo. Así mismo, la zona de estacionamiento de la avenida Pardo están ubicados en paralelo, debido a que hay mayor espacio y también permite un mayor ahorro de espacio en comparación a un estacionamiento vehicular en ángulo inclinado.	70,71
¿Las dimensiones de los estacionamientos son adecuadas de acuerdo con el tipo de composición vehicular que circula en la intersección?	X			El único que presentan dimensionamiento es el de avenida Tullumayo y no cumple con el ancho mínimo (2.50 m)	81,82
Paraderos					
¿Existen paraderos formales de transporte público en las vías de estudio?	X				86,87,88
En el caso de que la respuesta anterior sea afirmativa, ¿la ubicación de los paraderos está en proporción con la demanda de usuarios de transporte público que esperan utilizar este servicio?	X			No existe demanda masiva de usuarios de transporte público. Se observa que hasta un máximo de 5 usuarios esperan en el paradero.	86,87,88

¿Los paraderos formales se ubican en carriles segregados?	X			Solo el ubicado en el acceso de la alameda Pachacutecq	88
¿Es seguro el ascenso y descenso de los usuarios de transporte público en los paraderos establecidos?		X		Los buses de transporte público cargan y descargan pasajeros en zonas que no son las establecidas. En el caso del paradero con carril segregado, esto se produce porque el ancho es inadecuado	89,90
¿Las características geométricas de la solera (altura y forma) donde se ubican los paraderos formales de transporte público son adecuadas para el ascenso y descenso de los usuarios de este servicio?	X				86,89,90
¿Los paraderos afectan la visibilidad de los usuarios de la intersección?		X			86,87,88
USUARIOS DE LA VÍA	Respuesta			Comentario	Evidencia (Anexo 7)
	Sí	No	N/A		
Peatones					
¿Los pasos peatonales, así como su respectiva ruta, están ubicados en lugares seguros?	X			Sin embargo, el único paso peatonal que no cumple con el requerimiento es el que se ubica al inicio del acceso de avenida Pardo, puesto que la ruta de cruce es muy larga y, por ende, la ubicación no es segura. El resto de pasos están ubicados en lugares seguros.	91,92,93
¿Los pasos peatonales ubicados a lo largo de las vías de estudio son los suficientes y en lugares donde la mayor cantidad de peatones desea cruzar?		X		La mayoría de vía de pasos peatonales son los suficientes; sin embargo, los pasos peatonales de avenida El Sol no consideran en el diseño a una parte de los peatones, ello se evidencian en las fotografías y en las líneas de deseo de peatones.	95,97,98
¿Los pasos peatonales inferiores (y elevados en el caso de que existan) brindan comodidad a los peatones como para evitar que crucen por cualquier tramo de las vías de estudio?	X				94,95
¿Existe señalización horizontal apropiada en los pasos peatonales?	X			Con respecto a la señalización horizontal, la única vía que carece de demarcación de pasos peatonales es la alameda Pachacutecq.	104
¿Los peatones cruzan las vías por lugares donde no hay pasos peatonales?	X			No hay canalización de peatones	96,100,101,102,103
¿Existen vallas peatonales a lo largo de las vías de estudio o la intersección?	X			Solo en avenida El Sol. El resto de vías no presenta	105
En el caso de que la respuesta anterior sea afirmativa, ¿las vallas peatonales están orientadas de manera que los peatones observen el tránsito vehicular sin ninguna dificultad?	X				105
¿Las vallas peatonales guían el cruce de peatones de manera segura?		X		Existe espaciamientos entre las vallas, lo cual genera que muchos de los peatones crucen de un extremo de la calzada al otro por donde existen estos espaciamientos.	99,106
¿Se ha planteado un diseño adecuado de aquellos elementos como rampas acondicionadas para peatones que presentan movilidad reducida (discapacitados, ancianos, niños, embarazadas)?		X		Las rampas no están diseñadas adecuadamente. La mayoría presenta pendientes inadecuadas, hay rampas de salida pero no de llegada, etc.	107,108,109
En los lugares de cruce peatonal de la zona de estudio, ¿se ha implementado marcas podotáctiles para aquellos peatones que padezcan de discapacidades visuales?		X			---
¿La visibilidad de los peatones es adecuada cuando caminan por las aceras?	X				110,111,112,113
¿Las aceras de las vías concurrentes en la intersección presentan un ancho adecuado de modo que el peatón camine de manera cómoda?	X				113,114
¿Existen facilidades peatonales seguras para la movilización de los usuarios en zonas con presencia de equipamiento urbano (como parques) y servicios sociales permanentes (centros comerciales o de salud, instituciones públicas o privadas de cualquier rubro) próximos a la intersección?	X				115,116
¿La visibilidad nocturna de los peatones permite identificar las facilidades peatonales (cruceos, rampas, medianas, señalización vertical y horizontal, etc.) en horarios nocturnos?	X				117,118,119
¿El uso de las facilidades peatonales es seguro durante horarios nocturnos?	X				118,119
¿Existen isletas o medianas para refugiar peatones cuando pasan por un cruce peatonal largo o cuando el cruce peatonal involucra flujo vehicular en direcciones opuestas?		X		La única avenida que no presenta medianas o refugios peatonales es la avenida Pardo.	120,121,122,123
¿Las medianas e isletas peatonales presentan un ancho considerable y cómodo para refugiar a todos los peatones al momento de cruzar las vías de estudio?		X		La mayoría de refugios peatonales y medianas (con excepción del ubicado en avenida Tullumayo) presentan un dimensionamiento inadecuado, puesto que, como máximo, solo pueden refugiar 2 peatones, lo cual no satisface la demanda de un cruce (de hasta 5 peatones).	124,125,126
¿Las medianas e isletas peatonales son distinguidas fácilmente por los conductores de vehículos motorizados?	X			Además de presentar un relieve con respecto al nivel de la calzada, su perímetro está demarcado de color amarillo, lo cual lo genera que estos elementos sean distinguible a simple vista.	127
Ciclistas					
¿Existen ciclovías en las vías que concurren en la intersección?	X			En la avenida Tullumayo, avenida El Sol y alameda Pachacutecq.	128,129

¿Las ciclovías en las vías de estudio son de uso exclusivo de ciclistas?	X			Los carriles vehiculares de la derecha (la derecha del conductor como referencia) de la avenidas El Sol, Tullumayo y alameda Pachacutec son compartidos con las bicicletas.	128,129
¿El ancho de cada una de las ciclovías es adecuado y cómodo para el tránsito de ciclistas que utilizan estas?	X				129
¿Las rutas para los ciclistas están libres de cualquier obstáculo (objetos o imperfecciones ubicadas en el pavimento) de modo que transite eficientemente y sin interrupciones?		X		En alameda Pachacutec, el carril de la derecha del acceso está totalmente deteriorado, existen baches y material suelto.	130,131
¿Son seguros los puntos de cruce de ciclistas en la intersección?		X		Incluso, muchos de los ciclistas cruzan con los vehículos que transitan en el mismo sentido para evitar ser impactados por los vehículos que vienen en otros sentidos.	132,133,134
¿Los conductores respetan la prelación del ciclista al momento de cruzar la intersección?		X		Los vehículos realizan maniobras de adelantamiento o los ciclistas esperan a que pase los vehículos para que puedan cruzar la intersección.	135,136
¿Los ciclistas respetan la prelación del peatón al momento de cruzar la intersección y al transitar por las vías de estudio?		X		Algunos ciclistas invaden las veredas y los peatones son los que se mueven para evitar ser atropellados.	137,138
¿Los peatones invaden las ciclovías de las vías de estudio?		X			---
¿Los ciclistas que ingresan y abandonan la intersección presentan una visibilidad adecuada como para transitar seguramente de modo que no se sientan la sensación de que puedan ser impactados por vehículos motorizados y que reaccionen de manera oportuna cuando un peatón interfiera en la ciclovía?	X				139,140,141
Vehículos					
Vehículos en general					
¿Las maniobras de convergencia, entrecruzamiento y divergencia crea conflictos vehiculares potenciales entre los conductores en la intersección?	X			Especialmente, entre los vehículos que desean cruzar de la avenida Pardo a la avenida Tullumayo con los que cruzan desde la avenida Tullumayo a la alameda Pachacutec, y con los vehículos que cruzan y giran desde la alameda Pachacutec a la avenida Pardo. Ello también se evidencia a través de la coincidencia de tiempos de verde de los ciclos semafóricos (verificar el anterior inciso 3.3.8 - "Figura 39" del documento principal).	142,143,144
Cuando los conductores ingresan a los lugares de convergencia en la intersección, ¿los conductores perciben que ingresan a una zona de conflicto?	X			En la avenida Pardo, los vehículos se detienen en el cruce peatonal y los conductores observan a todas las direcciones para poder girar a la derecha o a la izquierda.	145,146,147
¿La visibilidad de los conductores de los vehículos que ingresan y abandonan la intersección es óptima cuando estos se ubican en la zona de convergencia y divergencia de la intersección?		X		La visibilidad de los conductores que ingresan a la intersección desde la avenida Pardo es obstruida por la ubicación de los edificios de las esquinas, por lo cual muchas veces se estacionan encima de los pasos peatonales con la finalidad mejorar su visibilidad.	145,146,147
¿Circulan vehículos de transporte turístico por las vías que concurren en la intersección de estudio?	X				148,149
¿La velocidad de tránsito de los vehículos respeta el límite de velocidad máximo establecido en la señalización vertical y horizontal de las vías que concurren en la intersección de estudio?		X		La mayoría de vehículos motorizados que cruzan la intersección (aproximadamente el 58.5%) superan el límite de velocidad, ello está evidenciado en el análisis de velocidades (verificar el "Anexo 4").	---
¿Debe implementarse reductores de velocidad en las vías de estudio?	X			Puesto que es una "Zona 30"; por ende, la mayoría de los vehículos debería reducir la velocidad de paso en la intersección.	---
Transporte público					
¿Circulan vehículos transporte público por la intersección así como por las vías de estudio?	X				150,151
¿Los aditamentos internos de los buses de transporte público (luces, tableros de rutas, placas) que presenten iluminación artificial interfieren con la visibilidad de los usuarios de las vías de estudio (peatones, ciclistas, conductores y motociclistas)?		X			152,153
¿Existe señalización vertical y/u horizontal que regule el tránsito, o estacionamiento de vehículos de transporte público en la intersección o en las vías de estudio?		X		Falta señalización horizontal	---
¿Se requieren vías segregadas de transporte público?	X			No existe mucha demanda de pasajeros en los usuarios; por ello, no se requieren vías segregadas.	---
Vehículos de transporte de carga					
¿Circulan vehículos transporte de carga por la intersección así como por las vías de estudio?		X		No circulan vehículos de transporte de carga a vehículos pesados como trailers, pero si vehículos de menor capacidad como furgones o camiones pequeños, así como camiones que transportan material de construcción (arena, grava, concreto).	154,155,156
¿Se han determinado horarios exclusivos de carga y descarga para aquellos vehículos de transporte de carga?		X		Los furgones y camiones pequeños descargan mercadería en las puertas del Centro Artesanal Cusco a cualquier hora, así como en los hoteles.	157,158
Motocicletas					
¿Circulan motocicletas por las vías que concurren en la intersección de estudio?	X				159,160,161
¿Los conductores utilizan aditamentos (cascos) que los proteja ante impactos en posibles accidentes de tránsito?	X				159,160,161
ENTORNO Y MOBILIARIO URBANO		Respuesta		Comentario	
		Sí	No	N/A	Evidencia (Anexo 7)

¿Las vallas peatonales ubicadas en las vías que concurren en la intersección de estudio (o en la misma) están fabricadas de materiales frágiles?	X		Están fabricadas con acero	162
¿Las vallas peatonales son visibles en horarios nocturnos?	X			163
¿Los postes de alumbrado o de cableado eléctrico están ubicados en lugares cercanos al borde de la calzada?	X			164,165,166
¿Los postes de alumbrado o de cableado eléctrico ubicados en las vías que concurren en la intersección de estudio (o en la misma) están fabricados de materiales frágiles?	X		Los postes de cableado eléctrico son de concreto, mientras que los postes de alumbrado son de acero. Algunos se ubican al borde de las aceras.	164,165,166
¿El mobiliario urbano (banacas, postes eléctricos, teléfonos públicos, tachos de basura, maceteros) ubicado en las vías que concurren en la intersección de estudio (o en la misma) está preservado en un buen estado físico?	X		Dañado por antigüedad y por algunos usuarios.	167,168,169



Anexo 7: Anexo fotográfico de la ISV (evidencia del Anexo 6)







	
<p><i>Foto 1: Vehículos circulando en la intersección de estudio.</i></p>	<p><i>Foto 2: Ciclistas circulando en vía de uso compartido con vehículos, en la alameda Pachacutec.</i></p>
	
<p><i>Foto 3: Flujo vehicular en la avenida Tullumayo.</i></p>	<p><i>Foto 4: Flujo vehicular en la avenida El Sol.</i></p>
	
<p><i>Foto 5: Camión cisterna realizando maniobra de giro desde la avenida Pardo hacia la alameda Pachacutec.</i></p>	<p><i>Foto 6: Bus panorámico realizando maniobra de giro desde la avenida El Sol hacia la avenida Pardo.</i></p>



Foto 7: Vista en planta de la geometría de la intersección de estudio.



Foto 8: Vehículo tipo Van circulando en el acceso de la avenida Tullumayo.



Foto 9: Vehículos tipo Van, Coaster y automóviles circulando en la avenida El Sol.



Foto 10: Señalización vertical que indica vía compartida en la avenida Tullumayo.



Foto 11: Señal vertical que indica "zona 30" en la avenida El Sol.



Foto 12: Señalización vertical que indica "desvío" en la alameda Pachacutec



Foto 13: Señalización vertical con visibilidad reducida por su orientación en la alameda Pachacutecq.



Foto 14: Señalización vertical con visibilidad reducida por su orientación en la avenida El Sol.



Foto 15: Señalización vertical con visibilidad obstruida por el arbolado urbano en la avenida El Sol.



Foto 16: Señalización vertical preventiva en la alameda Pachacutecq.



Foto 17: Señalización vertical vista en horario diurno y nocturno en la avenida El Sol.



Foto 18: Señalización vertical vista en horario diurno y nocturno en la alameda Pachacutecq.



Foto 19: Señal vertical de destino ilegible, colocada al costado del semáforo de la avenida Tullumayo (fondo azul).



Foto 20: Señalización vertical vista en horario nocturno en la avenida El Sol.



Foto 21: Hotel XIMA en la avenida El Sol.



Foto 22: Parque "La Paccha" ubicado en el cruce de las avenidas Tullumayo y El Sol.



Foto 23: Centro Artesanal Cusco ubicado en la avenida Tullumayo.



Foto 24: Soporte metálico de señalización vertical.



Foto 25: Líneas de parada de vehículos desgastada en la avenida Pardo.



Foto 26: Líneas de parada de vehículos desgastada en la avenida Tullumayo.



Foto 27: Ausencia de señalización horizontal en la alameda Pachacutec.



Foto 28: Señalización horizontal desgastada en la avenida Tullumayo.



Foto 29: Señalización horizontal en la avenida El Sol.



Foto 30: Ausencia de señalización horizontal en la avenida Pardo.



Foto 31: Demarcaciones longitudinales discontinuas en la avenida El Sol.



Foto 32: Demarcaciones longitudinales discontinuas desgastadas en la avenida Tullumayo.

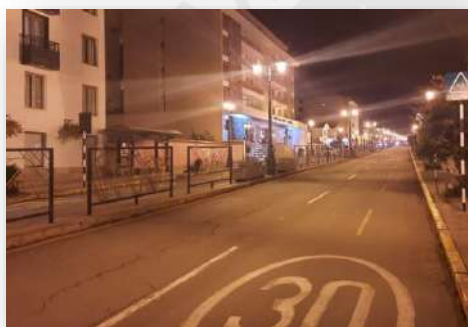


Foto 33: Visibilidad nocturna de las demarcaciones longitudinales discontinuas en la avenida El Sol.



Foto 34: Visibilidad nocturna de las demarcaciones longitudinales discontinuas desgastadas en la avenida Tullumayo.



Foto 35: Tachas de demarcación longitudinal en la avenida El Sol.



Foto 36: Tachas de demarcación longitudinal en la alameda Pachacutec.



Foto 37: Tachas longitudinales removidas del pavimento de la alameda Pachacutecq.



Foto 38: Tachas reductoras de velocidad en la avenida El Sol.



Foto 39: Tachas longitudinales removidas en la alameda Pachacutecq.



Foto 40: Carencia de retroreflectividad en las tachas longitudinales de la avenida El Sol.



Foto 41: Iluminación de la intersección con luces de colores cálidos.



Foto 42: Iluminación de la intersección con luces de colores cálidos en la avenida El Sol.



Foto 43: Iluminación deficiente en paradero de la alameda Pachacutec.



Foto 44: Iluminación deficiente en paradero de la alameda Pachacutec.



Foto 45: Visibilidad de señales verticales y semáforo en la alameda Pachacutec.



Foto 46: Semáforo vehicular y peatonal en la alameda Pachacutec.



Foto 47: Semáforo ubicado en una de las aceras de la alameda Pachacutec.



Foto 48: Semáforo peatonal en la avenida Pardo.



Foto 49: Semáforos peatonales en la avenida El Sol y vehicular en la avenida Tullumayo.



Foto 50: Peatón cruzando en la alameda Pachacutecq mientras un vehículo gira hacia su carril.



Foto 51: Peatón cruzando en la avenida Pardo mientras un vehículo gira hacia su carril.



Foto 52: Vista del primer semáforo peatonal en la avenida Pardo, desde la vereda opuesta.



Foto 53: Vista del segundo semáforo peatonal en la avenida Pardo, desde la vereda opuesta.



Foto 54: Vista del cielo nublado a las 6 a.m. del miércoles 2 de marzo del 2022.

	
<p>Foto 55: Cielo nublado a las 6 a.m. jueves 3 de marzo del 2022.</p>	<p>Foto 56: Pérdida de rugosidad del adoquinado en la avenida Pardo.</p>
	
<p>Foto 57: Bache en el pavimento adoquinado de la avenida Pardo.</p>	<p>Foto 58: Pavimento agrietado en el cruce peatonal de la avenida Pardo (fenómeno piel de cocodrilo).</p>
	
<p>Foto 59: Pavimento agrietado en la alameda Pachacutec.</p>	<p>Foto 60: Baches y agrietamiento en el pavimento de la intersección de estudio.</p>



Foto 61: Hueco rectangular a la altura del restaurante "Condorito" en la intersección.



Foto 62: Zona de estancamiento de agua en la avenida Pardo.



Foto 63: Material suelto en carril derecho de acceso de la alameda Pachacutec.



Foto 64: Material suelto en carril derecho de acceso de la alameda Pachacutec.



Foto 65: Material suelto en la zona de estacionamiento de la avenida Tulumayo.



Foto 66: Tránsito vehicular en la intersección de estudio.



Foto 67: Tránsito vehicular en la intersección de estudio.



Foto 68: Vehículo estacionado en carril de la alameda Pachacutecq.



Foto 69: Vehículo estacionado a la altura de los pasos peatonales de avenida Pardo.



Foto 70: Zona de estacionamiento en la mediana de la avenida Tullumayo.



Foto 71: Zona de estacionamiento al costado del hotel "José Antonio", en la avenida Pardo



Foto 72: Zona de estacionamiento restringida para vehículos de transporte de carga en la avenida Tullumayo.



Foto 73: Zona de estacionamiento restringida para vehículos frente al Centro Artesanal Cusco, avenida Tullumayo.



Foto 74: Visibilidad peatonal reducida por la zona de estacionamiento en la mediana, avenida Tullumayo.



Foto 75: Visibilidad peatonal reducida por la zona de estacionamiento en la mediana, avenida Tullumayo.



Foto 76: Visibilidad desde la posición del conductor de un vehículo estacionado en la mediana de la avenida Tullumayo.



Foto 77: Visibilidad desde la posición del conductor de un vehículo estacionado en la mediana de la avenida Tullumayo.



Foto 78: Visibilidad de los vehículos que circulan al costado de la zona de estacionamiento, avenida Tullumayo.



Foto 79: Visibilidad de los vehículos que circulan al costado de la zona de estacionamiento, avenida Tulumayo.



Foto 80: Demarcaciones horizontales desgastadas en la zona de estacionamiento, avenida Tulumayo.



Foto 81: Demarcaciones horizontales desgastadas en la zona de estacionamiento, avenida Tulumayo.



Foto 82: Ancho insuficiente de la zona de estacionamiento en la avenida Tulumayo.



Foto 83: Vehículo estacionado ingresando a los carriles de acceso en la avenida Tulumayo.



Foto 84: Vehículo (naranja) ingresando y paralizando el tránsito en un carril de acceso en la avenida Tulumayo.



Foto 85: Estacionamiento con rampa informal en la avenida Pardo.



Foto 86: Paradero de transporte público en la avenida El Sol.



Foto 87: Paradero de transporte público en la alameda Pachacutec.



Foto 88: Paradero de transporte público en carril segregado de la alameda Pachacutec.



Foto 89: Zona de descenso informal de peatones en la alameda Pachacutec.



Foto 90: Ascenso de pasajeros fuera del carril segregado para transporte público en la alameda Pachacutec.



Foto 91: Peatones cruzando la avenida Pardo por los pasos peatonales de dicha vía.



Foto 92: Peatones cruzando la avenida Pardo por los pasos peatonales de dicha vía.



Foto 93: Peatones cruzando la avenida Pardo por los pasos peatonales de dicha vía.



Foto 94: Paso peatonal en la avenida Tullumayo.



Foto 95: Peatón cruzando la avenida El Sol por una trayectoria diferente a la que sugiere los pasos peatonales.



Foto 96: Peatón cruzando la avenida Tullumayo por zona insegura.



Foto 97: Peatones cruzando la avenida El Sol por una trayectoria diferente a la que sugieren los pasos peatonales.



Foto 98: Peatón cruzando la avenida El Sol por una trayectoria diferente a la que sugiere los pasos peatonales.



Foto 99: Peatones refugiados en los espacios entre vallas peatonales de la mediana en la avenida El Sol.



Foto 100: Carencia de canalización de peatones en la intersección.



Foto 101: Carencia de canalización de peatones en la intersección.



Foto 102: Carencia de canalización de peatones en la avenida Pardo.



Foto 103: Carencia de canalización de peatones en la alameda Pachacutec.



Foto 104: Carencia de demarcación de pasos peatonales en la alameda Pachacutec.



Foto 105: Vallas peatonales en la avenida El Sol.



Foto 106: Peatones cruzando por los espacios entre vallas peatonales en la avenida El Sol.



Foto 107: Ausencia de rampas de llegada en el refugio peatonal ubicado en el cruce de las avenidas El Sol y Tullumayo.



Foto 108: Ausencia de rampas de llegada en el refugio peatonal ubicado en el cruce de las avenidas El Sol y Tullumayo.



Foto 109: Rampa peatonal con pendiente elevada en la alameda Pachacutec.



Foto 110: Visibilidad de los peatones que transitan en una de las aceras de la alameda Pachacutec.



Foto 111: Visibilidad de los peatones que transitan en la acera aledaña al Centro Artesanal Cusco, avenida Tullumayo.



Foto 112: Visibilidad de los peatones que transitan en una de las aceras de avenida Pardo.

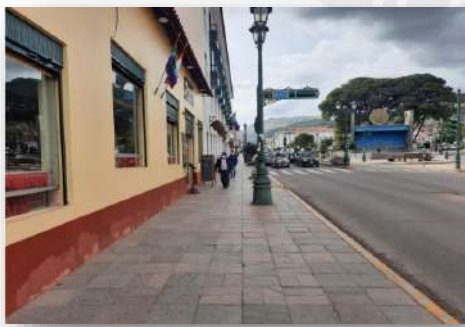


Foto 113: Visibilidad de los peatones que transitan en una de las aceras de avenida El Sol.



Foto 114: Acera en la avenida El Sol.



Foto 115: Facilitades peatonales para el acceso al hotel Jose Antonio, avenida Pardo.



Foto 116: Facilitades peatonales para el acceso al parque "La Paccha".



Foto 117: Visibilidad de rampa peatonal en horario nocturno, avenida El Sol.



Foto 118: Visibilidad de cruce peatonal en horario nocturno, avenida El Sol.



Foto 119: Visibilidad de los pasos peatonales en horario nocturno, avenida Tullumayo.



Foto 120: Mediana en la avenida El Sol.



Foto 121: Isla peatonal en el cruce de las avenidas El Sol y Tullumayo.



Foto 122: Isla peatonal en la avenida Tullumayo.



Foto 123: Mediana en la alameda Pachacutecq.



Foto 124: Mediana de dimensionamiento inadecuado en la avenida El Sol.



Foto 125: Mediana de dimensionamiento inadecuado en la avenida El Sol.



Foto 126: Mediana de dimensionamiento inadecuado en la alameda Pachacutecq.



Foto 127: Visibilidad de la mediana en la avenida Tullumayo.



Foto 128: Ciclovía de uso compartido en la avenida Tullumayo.



Foto 129: Ciclovía de uso compartido en la avenida El Sol.



Foto 130: Carril derecho deteriorado en la alameda Pachacutec.



Foto 131: Carril derecho con presencia de material suelto en la alameda Pachacutec.



Foto 132: Ciclista cruzando la intersección.



Foto 133: Ciclista cruzando la intersección.



Foto 134: Ciclista cruzando la intersección.



Foto 135: Vehículo realizando maniobra de adelantamiento a un ciclista, en la alameda Pachacutecq.



Foto 136: Vehículo esperando que pase el ciclista antes de girar hacia la alameda Pachacutecq.



Foto 137: Invasión de ciclistas en acera de la alameda Pachacutecq.



Foto 138: Invasión de ciclistas en acera de la alameda Pachacutecq.



Foto 139: Visibilidad de ciclista que abandona la intersección por la avenida El Sol.



Foto 140: Visibilidad de ciclista que abandona la intersección por la alameda Pachacutec.



Foto 141: Visibilidad de ciclista en la avenida El Sol.



Foto 142: Conflicto entre vehículos que ingresan y abandonan la intersección por la avenida Pardo.



Foto 143: Conflicto entre los vehículos que ingresan y abandonan la intersección.



Foto 144: Conflicto entre los vehículos que ingresan y abandonan la intersección.



Foto 145: Detención de vehículos que ingresan a la intersección por la avenida Pardo.



Foto 146: Detención de vehículos que ingresan a la intersección por la avenida Pardo.



Foto 147: Detención de vehículos que ingresan a la intersección por la avenida Pardo.



Foto 148: Vehículo turístico circulando por la avenida El Sol.



Foto 149: Vehículo turístico transitando por la avenida Pardo.



Foto 150: Vehículo de transporte público en la alameda Pachacutecq.



Foto 151: Vehículo de transporte público en la avenida El Sol.



Foto 152: Iluminación de transporte público no interfiere en visibilidad de usuarios, alameda Pachacutecq.



Foto 153: Iluminación de transporte público no interfiere en visibilidad de usuarios, avenida El Sol.



Foto 154: Camión mixer transitando en la avenida Tullumayo.



Foto 155: Camión de carga circulando por la intersección de estudio.



Foto 156: Furgones de carga pequeños transitando por la intersección de estudio.



Foto 157: *Camión descargando mercadería en el Centro Artesanal Cusco, avenida Tullumayo.*



Foto 158: *Camión descargando mercadería al costado del hotel "Jose Antonio", avenida Pardo.*



Foto 159: *Motocicleta policial circulando en la avenida Tullumayo.*



Foto 160: *Motocicleta circulando en la alameda Pachacutec.*



Foto 161: *Motocicletas policiales circulando en la alameda Pachacutec.*



Foto 162: *Vallas peatonales fabricadas con acero en la avenida El Sol.*



Foto 163: Visibilidad de vallas peatones en horario nocturno, avenida El Sol.



Foto 164: Poste de alumbrado ubicado al borde de la mediana, avenida El Sol.



Foto 165: Postes de cableado eléctrico ubicados en el borde de la acera, avenida Pardo.



Foto 166: Postes de cableado eléctrico ubicados en el borde de la acera, avenida Pardo.



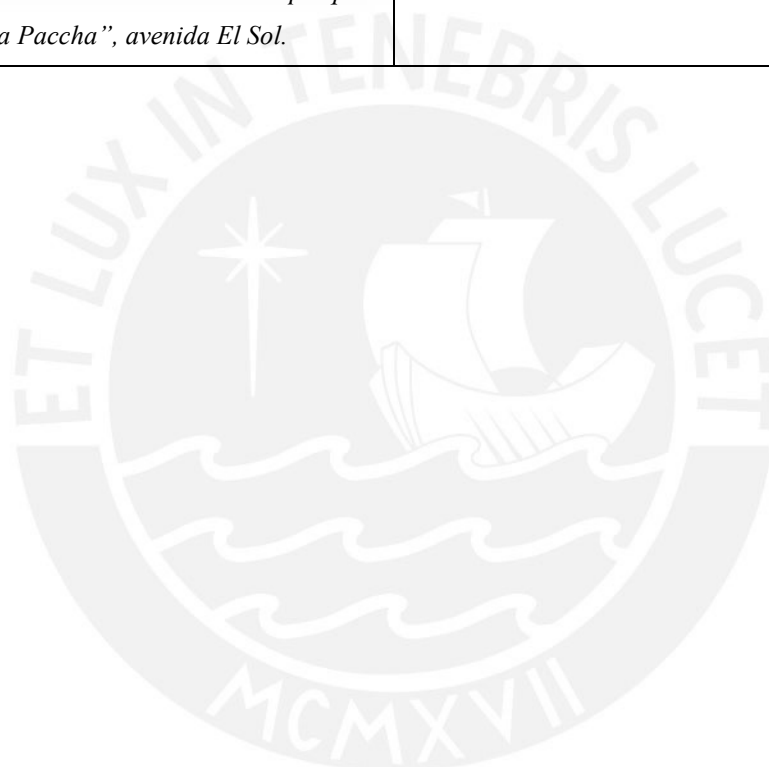
Foto 167: Tachos de basura desgastados y dañados por peatones en el parque "La Paccha", avenida El Sol.



Foto 168: Maceteros dañados en la avenida El Sol.



Foto 169: Bancas deterioradas en el parque
“La Paccha”, avenida El Sol.



Anexo 8: Memoria de cálculo semaforización

Datos generales:

- Flujo de saturación adoptado = 1800 ADE/h/carril
- Factor de equivalencia buses (tamaño coaster) = 1.6
- % de buses en todos los accesos = 9.5 %
- Factor de equivalencia camiones (tamaño coaster) = 1.6
- % de camiones en todos los accesos = 1.3 %
- Factor de equivalencia sprinter (tamaño microbús) = 2.0
- % de sprinter en todos los accesos = 4.4 %
- FHP = 1
- Velocidad de aproximación de automóviles en todos los accesos = 31.5 km/h (aforo de velocidades, “Anexo 4”); velocidad promedio de ciclistas en todos los accesos = 25.5 km/h (aforo de velocidades, “Anexo 4”); velocidad de caminata de un peatón = 0.5 m/s.
- Tiempo de percepción reacción = 1 segundo
- Longitud del vehículo (automóvil) = 4.5 m
- Desaceleración = 3.05 m/s²
- Fases propuestas:



Figura 1. Fases semafóricas propuestas para la solución. Fuente: Propia.

Datos por acceso:

Acceso avenida El Sol:

- $VHMD (\uparrow) \text{ carril izquierda} = 168 \frac{veh}{h}$
- $VHMD (\uparrow) \text{ carril derecha} = 152 \frac{veh}{h}$
- $VHMD (\rightarrow) \text{ carril derecha} = 16 \frac{veh}{h}$
- Considerar 176 peatones/h en el cruce de este acceso (del aforo peatonal, se obtuvo un flujo crítico de 44 peatones durante la hora pico vehicular (17:45 – 18:45)).

Acceso avenida Pardo:

- $VHMD (\leftarrow) \text{ carril izquierda} = 118 \frac{veh}{h}$
- $VHMD (\leftarrow) \text{ carril derecha} = 26 \frac{veh}{h}$
- $VHMD (\rightarrow) \text{ carril derecha} = 92 \frac{veh}{h}$
- Considerar 172 peatones/h en el cruce de este acceso (del aforo peatonal, se obtuvo un flujo crítico de 43 peatones durante la hora pico vehicular (17:45 – 18:45)).

Acceso avenida Tullumayo:

- $VHMD (\uparrow) \text{ carril izquierda} = 164 \frac{veh}{h}$
- $VHMD (\uparrow) \text{ carril derecha} = 76 \frac{veh}{h}$
- $VHMD (\rightarrow) \text{ carril derecha} = 76 \frac{veh}{h}$
- $VHMD (\cap) \text{ carril derecha} = 12 \frac{veh}{h}$
- Considerar 132 peatones/h en el cruce de este acceso (del aforo peatonal, se obtuvo un flujo crítico de 33 peatones durante la hora pico vehicular (17:45 – 18:45)).

Acceso alameda Pachacutec:

- $VHMD (\uparrow) \text{ carril izquierda} = 172 \frac{veh}{h}$
- $VHMD (\uparrow) \text{ carril derecha} = 108 \frac{veh}{h}$
- $VHMD (\rightarrow) \text{ carril derecha} = 64 \frac{veh}{h}$
- Considerar 92 peatones/h en el cruce de este acceso (del aforo peatonal, se obtuvo un flujo crítico de 23 peatones durante la hora pico vehicular (17:45 – 18:45)).

Cálculo de automóviles directos equivalentes:

Fórmulas a utilizar:

- Factor de vehículos pesados: $f_{HV} = \frac{100}{100 + P_b * (E_b - 1) + P_c * (E_c - 1) + P_s * (E_s - 1)}$
- Flujo de automóviles directos equivalente: $Q_{ADE} = \frac{VHMD * E_V}{FHP * f_{HV}}$

Tablas a utilizar:

Flujo opuesto (veh/h)	Número de	carriles	opuestos
	1	2	3
0	1.1	1.1	1.1
200	2.5	2	1.8
400	5	3	2.5
600	10	5	4
800	13	8	6
1000	15	13	10
>1200	15	15	15

Tabla 1 Valores de los factores por giro a la izquierda. Fuente: Roess y otros (2004).

Volumen peatonal en el cruce peatonal en conflicto (peatones/h)	Equivalente
Ninguno (0)	1.18
Bajo (50)	1.21
Moderado (200)	1.32
Alto (400)	1.52
Extremo (800)	2.14

Tabla 2. Valores de los factores por giro a la derecha. Fuente: Roess y otros (2004).

Automóviles directos equivalentes en el acceso avenida El Sol:

- $f_{HV} = \frac{100}{100 + 9.5 * (1.6 - 1) + 1.3 * (1.6 - 1) + 4.4 * (2 - 1)} = 0.90$
- $Q_{ADE} (\uparrow) \text{ carril izquierda} = \frac{168 * 1}{1 * 0.90} = 187 \frac{ADE}{h}$
- $Q_{ADE} (\uparrow) \text{ carril derecha} = \frac{152 * 1}{1 * 0.90} = 169 \frac{ADE}{h}$
- $Q_{ADE} (\rightarrow) \text{ carril derecha} = \frac{16 * 1.30}{1 * 0.90} = 23 \frac{ADE}{h}$

- $Total Q_{ADE} \text{ carril izquierda} = 187 \frac{ADE}{h}$
- $Total Q_{ADE} \text{ carril derecha} = 169 + 23 = 192 \frac{ADE}{h}$

Automóviles directos equivalentes en el acceso avenida Pardo:

- $f_{HV} = \frac{100}{100+9.5*(1.6-1)+1.3*(1.6-1)+4.4*(2-1)} = 0.90$
- $Q_{ADE} (\leftarrow) \text{ carril izquierda} = \frac{118*1.10}{1*0.90} = 144 \frac{ADE}{h}$
- $Q_{ADE} (\leftarrow) \text{ carril derecha} = \frac{26*1.10}{1*0.90} = 32 \frac{ADE}{h}$
- $Q_{ADE} (\rightarrow) \text{ carril derecha} = \frac{92*1.30}{1*0.90} = 133 \frac{ADE}{h}$
- $Total Q_{ADE} \text{ carril izquierda} = 144 \frac{ADE}{h}$
- $Total Q_{ADE} \text{ carril derecha} = 32 + 133 = 165 \frac{ADE}{h}$

Automóviles directos equivalentes en el acceso avenida Tullumayo:

- $f_{HV} = \frac{100}{100+9.5*(1.6-1)+1.3*(1.6-1)+4.4*(2-1)} = 0.90$
- $Q_{ADE} (\uparrow) \text{ carril izquierda} = \frac{164*1}{1*0.90} = 182 \frac{ADE}{h}$
- $Q_{ADE} (\uparrow) \text{ carril derecha} = \frac{76*1}{1*0.90} = 84 \frac{ADE}{h}$
- $Q_{ADE} (\rightarrow) \text{ carril derecha} = \frac{76*1.27}{1*0.90} = 107 \frac{ADE}{h}$
- $Q_{ADE} (\cap) \text{ carril derecha} = \frac{12*1.27}{1*0.90} = 17 \frac{ADE}{h}$
- $Total Q_{ADE} \text{ carril izquierda} = 182 \frac{ADE}{h}$
- $Total Q_{ADE} \text{ carril derecha} = 84 + 107 + 17 = 208 \frac{ADE}{h}$

Automóviles directos equivalentes en el acceso alameda Pachacutec:

- $f_{HV} = \frac{100}{100+9.5*(1.6-1)+1.3*(1.6-1)+4.4*(2-1)} = 0.90$
- $Q_{ADE} (\uparrow) \text{ carril izquierda} = \frac{172*1}{1*0.90} = 191 \frac{ADE}{h}$
- $Q_{ADE} (\uparrow) \text{ carril derecha} = \frac{108*1}{1*0.90} = 120 \frac{ADE}{h}$
- $Q_{ADE} (\rightarrow) \text{ carril derecha} = \frac{64*1.24}{1*0.90} = 88 \frac{ADE}{h}$
- $Total Q_{ADE} \text{ carril izquierda} = 191 \frac{ADE}{h}$
- $Total Q_{ADE} \text{ carril derecha} = 208 \frac{ADE}{h}$

Cálculo de los tiempos de todo rojo y ámbar:

Fórmulas a utilizar:

- Tiempo de ámbar: $A = t_r + \frac{V_o \text{ auto}}{2 \cdot a}$
- Tiempo de todo rojo: $TR = \frac{W+L}{V_o}$, donde W=longitud de cruce de la intersección hasta la línea de parada.
- Tiempo perdido: $l = A + TR$
- Tiempo de ámbar y rojo para despeje de ciclista: $l = 3 + \frac{L \text{ cruce ciclista}}{V_o \text{ ciclista}}$
- TR para diseño de fase peatonal: $l = 3 + \frac{L \text{ cruce peatonal}}{V_o \text{ peatón}}$

Fase 1 (avenida El Sol – alameda Pachacutec):

La calzada es compartida para vehículos y ciclistas; por lo tanto, se debe calcular el tiempo de despeje para los 2 y se elige el mayor despeje (“l”):

Para vehículos:

- $V_o = 31.5 \text{ km/h} = 8.75 \text{ m/s}$
- $W_{\max} = 51.2 \text{ m}$
- $l_{veh} = \left(1 + \frac{8.75}{2 \cdot 3.05}\right) + \left(\frac{4.5 + 51.2}{8.75}\right) = 2 \text{ seg (A)} + 6 \text{ seg (TR)}$

Para ciclistas:

- $V_o = 25.5 \text{ km/h} = 7.08 \text{ m/s}$
- $l_{bici} = 3 + \frac{51.2}{7.08} = 3 \text{ seg (A)} + 7 \text{ seg (TR)}$

Como $l_{bici} > l_{veh} \Rightarrow l_{elegido} = l_{bici} = 3 \text{ seg (A)} + 7 \text{ seg (TR)}$

Fase 2 (avenida Tullumayo):

La calzada es compartida para vehículos y ciclistas; por lo tanto, se debe calcular el tiempo de despeje para los 2 y se elige el mayor despeje (“l”):

Para vehículos:

- $V_o = 31.5 \text{ km/h} = 8.75 \text{ m/s}$
- $W_{\max} = 53.8 \text{ m}$
- $l_{veh} = \left(1 + \frac{8.75}{2 \cdot 3.05}\right) + \left(\frac{4.5 + 53.8}{8.75}\right) = 2 \text{ seg (A)} + 7 \text{ seg (TR)}$

Para ciclistas:

- $V_0 = 25.5 \text{ km/h} = 7.08 \text{ m/s}$
- $l_{bici} = 3 + \frac{53.8}{7.08} = 3 \text{ seg (A)} + 8 \text{ seg (TR)}$

Como $l_{bici} > l_{veh} \Rightarrow l_{elegido} = l_{bici} = 3 \text{ seg (A)} + 8 \text{ seg (TR)}$

Fase 3 (avenida Pardo):

La calzada es compartida para vehículos y ciclistas; por lo tanto, se debe calcular el tiempo de despeje para los 2 y se elige el mayor despeje (“l”). Así mismo, se debe considerar un tiempo de todo rojo vehicular adicional para que los peatones puedan cruzar esta avenida sin ningún problema:

Para vehículos:

- $V_0 = 31.5 \text{ km/h} = 8.75 \text{ m/s}$
- $W_{max} = 40.5 \text{ m}$
- $l_{veh} = \left(1 + \frac{8.75}{2 \cdot 3.05}\right) + \left(\frac{4.5 + 40.5}{8.75}\right) = 2 \text{ seg (A)} + 6 \text{ seg (TR)}$

Para ciclistas:

- $V_0 = 25.5 \text{ km/h} = 7.08 \text{ m/s}$
- $l_{bici} = 3 + \frac{40.5}{7.08} = 3 \text{ seg (A)} + 6 \text{ seg (TR)}$

Como $l_{bici} > l_{veh} \Rightarrow l_{elegido 1} = l_{bici} = 3 \text{ seg (A)} + 6 \text{ seg (TR)}$

Para fase peatonal:

- $l_{elegido 2} = 3 + \frac{12}{0.5} = 3 \text{ seg (A)} + 24 \text{ seg (TR)}$

Cálculo de tiempo perdido total, ciclo óptimo semafórico y distribución de tiempos de verde:

Fórmulas:

- Tiempo perdido total: $l_{TOTAL} = \sum A + \sum TR$
- “Yi” crítico por fase: $Y_i = Q_{ADE \text{ max de la fase } i} / S$
- Ciclo óptimo: $C = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum Y_i}$
- Tiempo de verde total disponible para repartir entre fases: $gt = C - L$

- Tiempo de verde para cada fase: $Verde_i = \frac{Y_i}{\sum Y_i} * gt$

Tiempo perdido total:

- $l_{TOTAL} = L = 10 + 11 + 9 + 27 = 57 \text{ seg}$

“Yi” crítico por fase:

- $Y_{Fase 1} = \frac{208}{1800} = 0.1155$
- $Y_{Fase 2} = \frac{208}{1800} = 0.1155$
- $Y_{Fase 3} = \frac{165}{1800} = 0.0917$

Ciclo óptimo semafórico:

- $C = \frac{1.5*57+5}{1-(0.1155+0.1155+0.0917)} = 134 \text{ seg} > 120 \text{ segundos}$
- Por lo tanto, como el máximo ciclo óptimo permitido es de 120 segundos, se utilizará este valor.

Distribución de tiempos de verde

- $gt = 120 - 57 = 63 \text{ seg}$
- $Verde_{Fase 1} = \frac{0.1155}{0.1155+0.1155+0.0917} * 63 = 22.55 \approx 23 \text{ segundos}$
- $Verde_{Fase 2} = \frac{0.1155}{0.1155+0.1155+0.0917} * 63 = 22.55 \approx 22 \text{ segundos}$
- $Verde_{Fase 3} = \frac{0.1155}{0.1155+0.1155+0.0917} * 63 = 17.90 \approx 18 \text{ segundos}$

Propuesta de solución de semaforización:

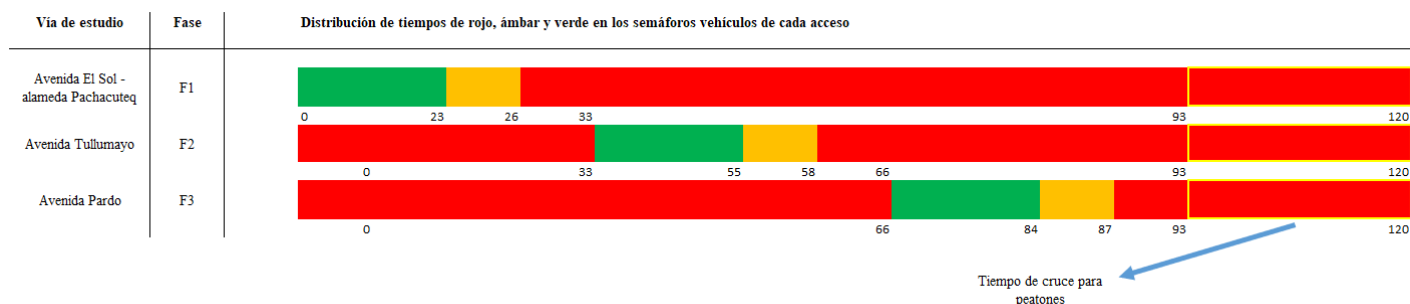


Figura 2. Distribución de tiempos semafóricos para vehículos. Fuente: Propia.

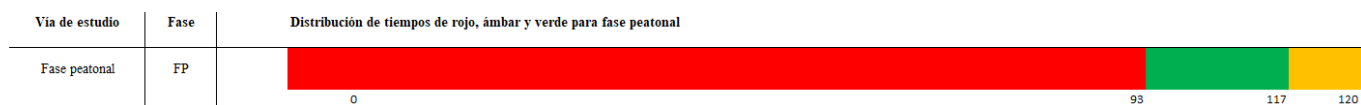
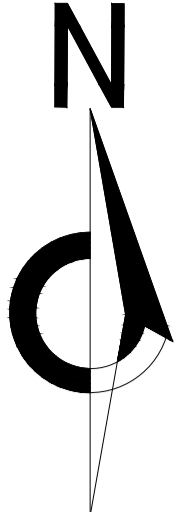
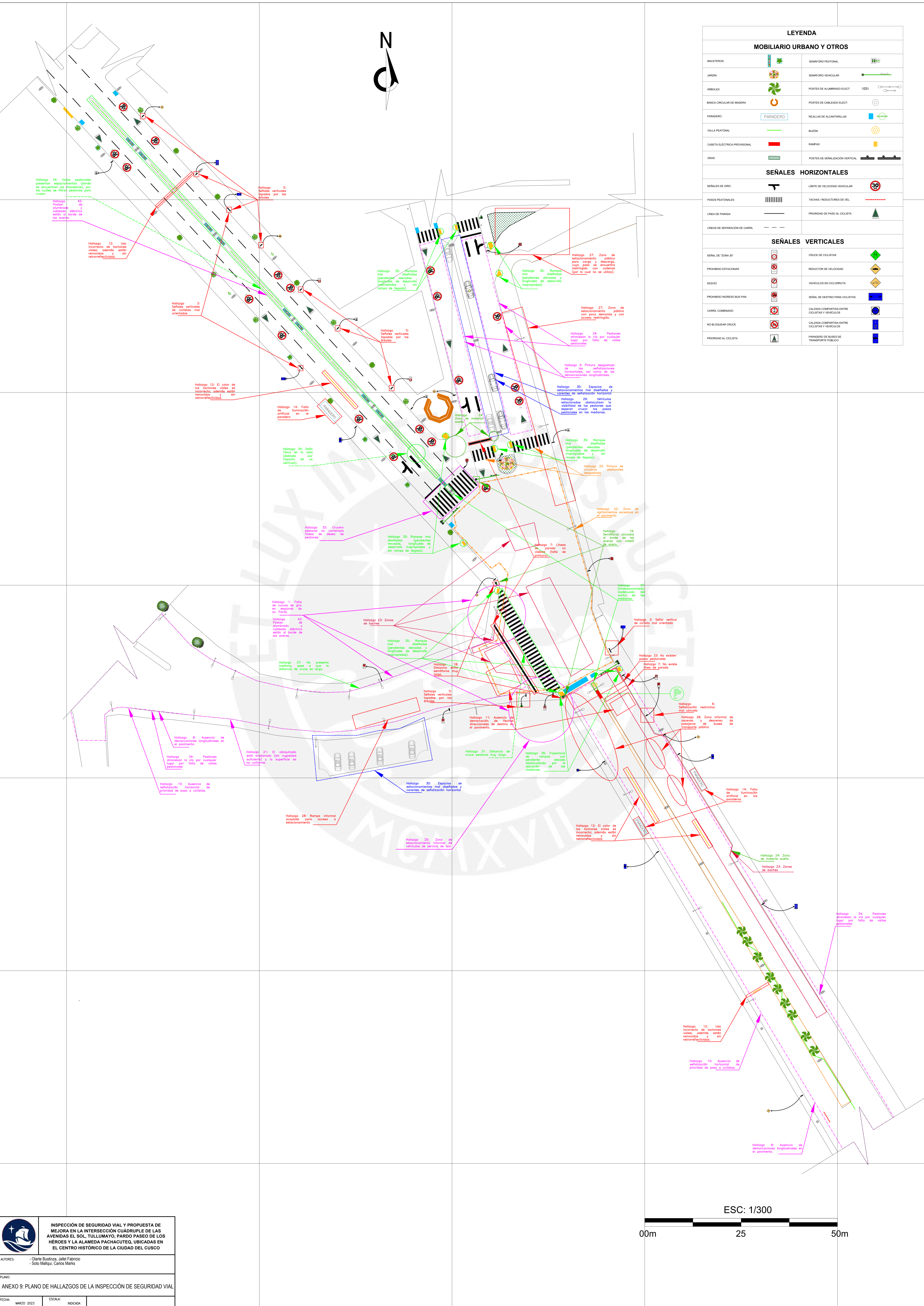


Figura 3. Distribución de tiempos semafóricos para fase peatonal en la intersección. Fuente: Propia.





LEYENDA			
MOBILIARIO URBANO Y OTROS			
MACETEROS		SEMAFORO PEATONAL	
JARDIN		SEMAFORO VEHICULAR	
ARBOL		POSTES DE ALUMBRADO ELECT.	
BANCA CIRCULAR DE MADERA		POSTES DE CABLEADO ELECT.	
PARADERO		REJILLAS DE ALCANTARILLAS	
VALLA PEATONAL		BUZON	
CASERA ELECTRICA PROVISIONAL		RAMPAS	
GRAS		POSTES DE SEÑALIZACION VERTICAL	
SEÑALES HORIZONTALES			
SEÑALES DE GIRO		LIMITES DE VELOCIDAD VEHICULAR	
PASOS PEATONALES		TACHAS/REDUCTORES DE VEL.	
LINEA DE PARADA		PRIORIDAD DE PASO AL CICLISTA	
LINEAS DE SEPARACION DE CARRIL			
SEÑALES VERTICALES			
SEÑAL DE 'ZONA 30'		CRUCE DE CICLISTAS	
PROHIBIDO ESTACIONAR		REDUCTOR DE VELOCIDAD	
DESVIÓ		VEHICULOS EN COLOMBRITA	
PROHIBIDO INGRESO BUS PAN		SEÑAL DE DESTINO PARA CICLISTAS	
CARRIL COMBINADO		CALZADA COMPARTIDA ENTRE CICLISTAS Y VEHICULOS	
NO BLOQUEAR CRUCE		CALZADA COMPARTIDA ENTRE CICLISTAS Y VEHICULOS	
PRIORIDAD AL CICLISTA		PARADERO DE BUSES DE TRANSPORTE PUBLICO	



ESC: 1/300

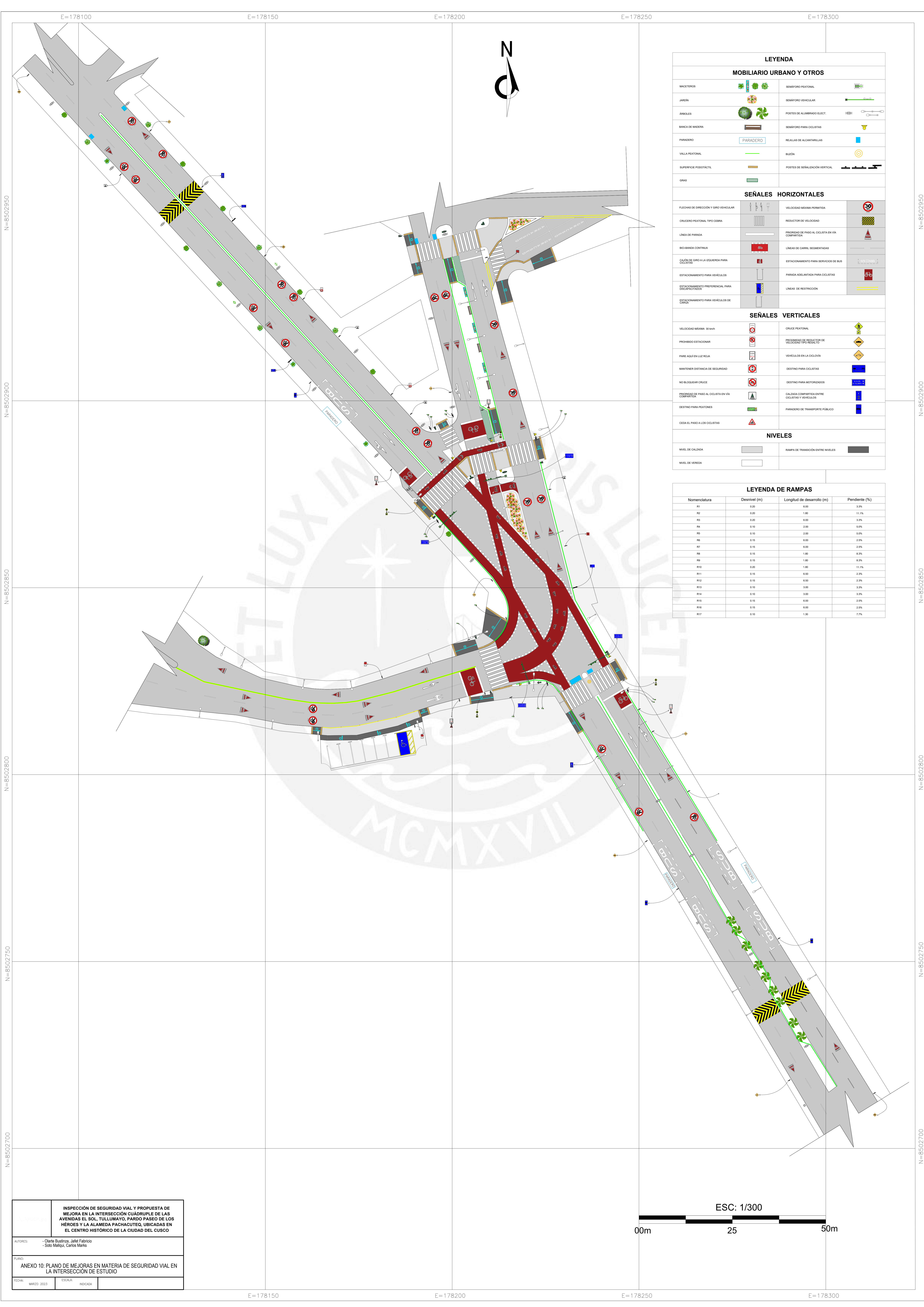


INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL Y PROPUESTA DE MEJORA EN LA INTERSECCIÓN CUÁDRUPLE DE LAS AVENIDAS EL SOL, TULLUMAYO, PARO PASO DE LOS HÉROES Y LA ALAMEDA PACHACUTEQ, UBICADAS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO

AUTORES: - Charla Bustiza, Jafel Fabrico
- Soto Maliqui, Carlos Marks

PLANO:
ANEXO 9: PLANO DE HALLAZGOS DE LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL

FECHA: MARZO 2023 ESCALA: INICIAL



LEYENDA			
MOBILIARIO URBANO Y OTROS			
MACETEROS		SEMAFORO PEATONAL	
JARDIN		SEMAFORO VEHICULAR	
ARBOL		POSTES DE ALUMBRADO ELECT	
BANCA DE MADERA		SEMAFORO PARA CICLISTAS	
PARADERO		REJILLAS DE ALCANTARILLAS	
VALLA PEATONAL		BUZON	
SUPERFICIE PODOTACTIL		POSTES DE SEÑALACION VERTICAL	
GRAS			
SEÑALES HORIZONTALES			
FLECHAS DE DIRECCION Y GIRO VEHICULAR		VELOCIDAD MAXIMA PERMITIDA	
CRUCEO PEATONAL TIPO CEBRA		REDUCTOR DE VELOCIDAD	
LINEA DE PARADA		PRORIDAD DE PASO AL CICLISTA EN VIA COMPARTIDA	
BICIBANDA CONTINUA		LINEAS DE CARRETEL SEGMENTADAS	
CALIVN DE CRIDA A LA IZQUIERDA PARA CICLISTAS		ESTACIONAMIENTO PARA SERVICIOS DE BUS	
ESTACIONAMIENTO PARA VEHICULOS		PARADA ADELANTADA PARA CICLISTAS	
ESTACIONAMIENTO PREFERENCIAL PARA DISCAPACITADOS		LINEAS DE RESTRICCION	
ESTACIONAMIENTO PARA VEHICULOS DE CARRA			
SEÑALES VERTICALES			
VELOCIDAD MAXIMA 30 km/h		CRUCE PEATONAL	
PROHIBIDO ESTACIONAR		PRORIDAD DE REDUCTOR DE VELOCIDAD PRO RESULTO	
PAVE AZUL EN LUZ ROJA		VEHICULOS EN LA CICLOVIA	
MANUTENER DISTANCIA DE SEGURIDAD		DESTINO PARA CICLISTAS	
NO BLOQUEAR CRUCE		DESTINO PARA MOTOCICLISTAS	
PRORIDAD DE PASO AL CICLISTA EN VIA COMPARTIDA		CALZADA COMPARTIDA ENTRE CICLISTAS Y VEHICULOS	
DESTINO PARA PEATONES		PARADERO DE TRANSPORTE PUBLICO	
CEDE EL PASO A LOS CICLISTAS			
NIVELES			
NIVEL DE CALZADA		RAMPA DE TRANSICION ENTRE NIVELES	
NIVEL DE VEREDA			

LEYENDA DE RAMPAS			
Nomenclatura	Desnivel (m)	Longitud de desarrollo (m)	Pendiente (%)
R1	0.20	6.00	3.3%
R2	0.20	1.80	11.1%
R3	0.20	6.00	3.3%
R4	0.10	2.00	5.0%
R5	0.10	2.00	5.0%
R6	0.15	6.00	2.5%
R7	0.15	6.00	2.5%
R8	0.15	1.80	8.3%
R9	0.15	1.80	8.3%
R10	0.20	1.80	11.1%
R11	0.15	6.00	2.5%
R12	0.15	6.00	2.5%
R13	0.10	3.00	3.3%
R14	0.10	3.00	3.3%
R15	0.15	6.00	2.5%
R16	0.15	6.00	2.5%
R17	0.10	1.30	7.7%

INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL Y PROPUESTA DE MEJORA EN LA INTERSECCION CUADRUPLE DE LAS AVENIDAS EL SOL, TULLUMAYO, PARDO PASEO DE LOS HEROES Y LA ALAMEDA PACHACUTEQ, UBICADAS EN EL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO
 AUTORES: - Olanfo Bustiza, Jafel Fabrice
 - Soto Malqui, Carlos Marks
 PLANO:
ANEXO 10: PLANO DE MEJORAS EN MATERIA DE SEGURIDAD VIAL EN LA INTERSECCION DE ESTUDIO
 FECHA: MARZO 2023 ESCALA: INDICADA

