

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL ÓVALO
APACHETA (UBICADO EN EL DISTRITO DE JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y
RIVERO – CIUDAD DE AREQUIPA), Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN AL
FLUJO VEHICULAR**

Tesis presentada por la Bachiller:

Llanqui Calla, Diego Fernando

para optar el Título Profesional de

Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Tejada Calderón Juan Carlos

Arequipa- Perú

2022

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA CIVIL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 26 de Octubre del 2021

Dictamen: 001240-C-EPIC-2021

Visto el borrador del expediente 001240, presentado por:

2014400301 - LLANQUI CALLA DIEGO FERNANDO

Titulado:

**ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD VIAL Y NIVEL DE SERVICIO DEL ÓVALO APACHETA (UBICADO EN
EL DISTRITO DE JOSÉ LUIS BUSTAMENTE Y RIVERO ? CIUDAD DE AREQUIPA), Y
PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN AL FLUJO VEHICULAR**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

2530 - TEJADA CALDERON JUAN CARLOS
DICTAMINADOR



3044 - GAMARRA TUCO RUBEN FRANCISCO
DICTAMINADOR



9676 - GARCIA GODOS PEÑALOZA LUZ MATILDE
DICTAMINADOR



Dedicatorias

Dedicado a mis padres Maria y Adolfo y a mi hermana Gabriela, por todo el apoyo y por cada momento que estuvieron apoyándome en este camino, gracias por levantarse temprano para trabajar para que yo pueda lograr el objetivo de poder estudiar una carrera universitaria, gracias por estar siempre para mí cuando más lo necesitaba, por su apoyo, por sus consejos, por el cariño y por todo lo que vivimos juntos, esto es por ustedes y para ustedes, los quiero...



Agradecimiento



A la Universidad Católica de Santa María por acogerme en sus ambientes y poder educarme y formarme como profesional.

A mis docentes que nos transmitieron conocimiento en cada etapa de la vida universitaria.

A mi asesor Ing. Juan Carlos Tejada por poder brindarme el apoyo necesario para la realización de mi tesis.

RESUMEN

La ciudad de Arequipa, en los últimos años muestra un crecimiento elevado del área urbana y comercial, lo que lleva a su vez al crecimiento del parque automotor, el óvalo Apacheta se convirtió en una de las rutas principales de la ciudad, es de mucha utilidad e importancia para los ciudadanos de Arequipa ya que permite conectar varios distritos de la ciudad y por su ubicación estratégica hace que se forme en determinadas horas del día una gran congestión vehicular por la deficiencia en el funcionamiento de sus dispositivos de control de tráfico.

En la presente tesis, se realizará el análisis de la capacidad vial y nivel de servicio del ovalo Apacheta, mediante la obtención de aforos vehiculares, estudio de la geometría actual de la zona de estudio y aforos peatonales, utilizando la metodología propuesta por el Highway Capacity Manual 2016, para poder realizar el estudio de la situación actual, en donde en las denominadas horas punta, donde el flujo vehicular aumenta de manera significativa formándose largas colas de vehículos.

En el proceso de la investigación se tendrá en cuenta el Sistema Integrado de transporte de la ciudad de Arequipa, así como el Plan de desarrollo metropolitano de la ciudad de Arequipa, con los datos obtenidos en campo con el fin de saber la incidencia que tienen en nuestra área de estudio

Finalmente, para la aplicación de la propuesta de solución con la cual se pretenderá solucionar el problema de aforo vehicular presente en la zona proponiendo una adecuada sincronización de semáforos y realizando carriles de derivación del flujo vehicular para así poder descongestionar las avenidas que poseen un nivel de servicio desfavorable y con ello también poder descongestionar el ovalo Apacheta.

Palabras claves:

Highway Capacity Manual, ovalo, nivel de servicio, flujo vehicular

ABSTRACT

The city of Arequipa, in recent years shows a high growth of the urban and commercial area, which in turn leads to the growth of the automobile fleet, the Apacheta oval became one of the main routes of the city, it is very useful and importance for the citizens of Arequipa since it allows connecting several districts of the city and due to its strategic location, it causes a great traffic congestion to form at certain times of the day due to the deficiency in the operation of its traffic control devices.

In this thesis, the analysis of the road capacity and level of service of the Apacheta oval will be carried out, by means of obtaining vehicle capacity, study of the current geometry of the study area and pedestrian capacity, using the methodology proposed by the Highway Capacity Manual 2016, to be able to carry out the study of the current situation, where in the so-called rush hours, where the traffic flow increases significantly, forming long queues of vehicles.

The research process will take into account the Integrated Transportation System of the city of Arequipa as well as the Metropolitan Development Plan of the city of Arequipa, with data obtained in the field in order to know the impact they have on our study area.

Finally, for the application of the proposed solution with which it will be intended to solve the problem of vehicular capacity present in the area by proposing an adequate synchronization of traffic lights and creating diversion lanes of the vehicular flow in order to decongest the avenues that have a level of unfavorable service and thus also be able to decongest the Apacheta oval.

Key words:

Keywords: Highway Capacity Manual, oval, service level, vehicular flow

INTRODUCCIÓN

El crecimiento en el sector viviendas y comercio que en los últimos años tuvo la ciudad de Arequipa fue muy significativo, según el Ministerio del ambiente en datos tomados el año 2016 por cada 1000 habitantes de la ciudad de Arequipa 144.42 habitantes poseen un vehículo, ubicándose en el segundo lugar después de Lima que posee 175.48 vehículos por cada 1000 habitantes. Por lo que el crecimiento del parque automotor en la ciudad está generando bastante congestionamiento por la mala capacidad y nivel de servicio que muchas vías e intersecciones viales importantes ofrecen para albergar el tránsito de una gran cantidad de vehículos.

Un punto el cual se concentra la congestión vehicular es en el óvalo Apacheta, el cual se conecta con varios distritos de Arequipa Metropolitana y con diferentes mercados, centros de salud, bancos y terminales terrestres, etc. A su vez se ve la deficiencia en funcionamiento que poseen sus dispositivos de control lo cual provoca un congestionamiento vehicular en determinadas horas en la mañana y en la tarde, lo que a su vez desata la queja constante de las personas que viven por la zona y de los transportistas que transitan por esta intersección,

La presente tesis busca realizar el análisis de la capacidad y niveles de servicio del óvalo basándonos en la metodología propuesta por el Highway Capacity Manual 2016, con el fin de evaluar los factores previamente mencionados, y con ello poder evaluar las condiciones actuales de tráfico y procesar los datos recogidos en el programa PTV Vissim 2021, mediante el cual se simulará la situación actual y la propuesta para solucionar al flujo vehicular presente en la zona de estudio, planteando una solución basada en la derivación del tráfico vehicular con el fin de poder descongestionar el tráfico generado y la implementación de semáforos los cuales servirán para poder mejorar y ordenar el tránsito en el área de estudio.

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO	1
1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3. HIPÓTESIS	2
1.4. VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE	3
1.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	3
1.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE	3
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	4
1.5.2. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	4
1.5.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA.....	4
1.6. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO	6
2. MARCO TEÓRICO	6

2.1.	CONCEPTOS BÁSICOS	6
2.1.1.	PASAJERO.....	6
2.1.2.	CONDUCTOR.....	6
2.1.3.	PEATÓN.....	6
2.2.	VEHÍCULOS	7
2.2.1.	VEHÍCULOS LIGEROS	7
2.2.2.	VEHÍCULOS PESADOS	7
2.2.3.	VEHÍCULO CATEGORÍA L:	8
2.2.4.	VEHÍCULO CATEGORÍA M:	9
2.2.5.	VEHÍCULO CATEGORÍA N:	9
2.2.6.	VEHÍCULO CATEGORÍA O:	9
2.2.7.	VEHÍCULO CATEGORÍA S:.....	10
2.3.	DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁFICO.....	10
2.3.1.	SEMÁFOROS	10
2.3.1.1.	TIPO DE SEMÁFOROS	10
2.3.2.	SEÑALES VERTICALES	12
2.3.2.1.	SEÑALES REGULADORAS O DE REGLAMENTACIÓN.....	12
2.3.2.2.	SEÑALES DE PREVENCIÓN	13
2.3.2.3.	SEÑALES DE INFORMACIÓN	13
2.3.3.	SEÑALES HORIZONTALES	13
2.4.	INTERSECCIONES VIALES	13
2.4.1.	TIPOS DE INTERSECCIONES	13
2.4.1.1.	INTERSECCION DE 3 RAMAS	14
2.4.1.2.	INTERSECCIONES DE 4 RAMAS	14
2.5.	ROTONDAS	15
2.5.1.	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS ROTONDAS	16
2.5.2.	CLASIFICACION DE LAS ROTONDAS	17

2.5.2.1. MINI ROTONDAS.....	17
2.5.2.2. ROTONDAS DE UN SOLO CARRIL	18
2.5.2.3. ROTONDAS DE VARIOS CARRILES	18
2.6. ROTONDAS SEGÚN HCM 2016.....	19
2.6.1. CONCEPTOS	19
2.6.1.1. CONCEPTOS DE CAPACIDAD	20
2.6.2. CRITERIOS DE NIVEL DE SERVICIO.....	27
2.6.3. METODOLOGÍA PRINCIPAL DEL VEHÍCULO MOTORIZADO	28
2.6.3.1. ALCANCE DE LA METODOLOGÍA	28
2.6.3.2. Límites espaciales y temporales	28
2.6.3.3. Medidas de desempeño	29
2.6.3.4. Limitaciones de la Metodología	29
2.6.3.5. Efectos de interacción con otros dispositivos de control de tráfico.....	30
2.6.3.6. Entradas ensanchadas o aplicaciones de carril corto	31
2.6.3.7. Rotondas de tres carriles	31
2.6.3.8. Fuentes y datos de entrada requeridos	31
2.6.4. PASOS DE LA METODOLOGÍA DE ROTONDA.....	33
2.6.4.1. Paso 1: Convierta los volúmenes de demanda de movimiento en tasas de flujo	34
2.6.4.2. Paso 2: ajuste las tasas de flujo para vehículos pesados	35
2.6.4.3. Paso 3: Determine las tasas de flujo circulante y de salida	35
2.6.4.4. Paso 4: Determine las tasas de flujo de entrada por carril	38
2.6.4.5. Paso 5: Determine la capacidad de cada carril de entrada y carril de derivación según corresponda en equivalentes de automóviles de pasajeros.....	39
2.6.4.6. Paso 6: Determine la impedancia de los peatones hacia los vehículos	40
2.6.4.7. Paso 7: Convierta las tasas de flujo y las capacidades de los carriles en vehículos por hora	41
2.6.4.8. Paso 8: Calcule la relación volumen-capacidad para cada carril.....	42

2.6.4.9.	Paso 9: Calcule el retardo de control promedio para cada carril	43
2.6.4.10.	Paso 10: Determine la LOS para cada carril en cada aproximación..	43
2.6.4.11.	Paso 11: Calcule el retardo de control promedio y determine LOS para cada acceso y la rotonda en su conjunto.....	44
2.6.4.12.	Paso 12: Calcule las colas del percentil 95 para cada carril	44
2.6.5.	EXTENSIÓN A LA METODOLOGIA DE VEHÍCULO MOTORIZADO	45
2.6.5.1.	CALIBRACIÓN DE MODELOS DE CAPACIDAD.....	45
2.7.	VARIABLES RELACIONADAS CON EL FLUJO	46
2.7.1.	Volumen horario de máxima demanda (VHMD)	46
2.7.2.	Volumen de transito.....	46
2.7.3.	Transito futuro	46
2.8.	PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO DE AREQUIPA	48
2.8.1.	CLASIFICACIÓN NORMATIVA DE VÍAS	49
2.8.1.1.	VÍAS INTERREGIONALES	49
2.8.1.2.	VÍAS EXPRESAS	50
2.8.1.3.	ANILLOS VIALES	50
2.9.	SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE (SIT)	53
2.9.1.	OBJETIVO DEL SIT.....	55
2.9.2.	Impacto del sistema integrado de transporte en el área de estudio	55
2.9.3.	MODELO DE MICRO SIMULACIÓN PARA LA SIMULACIÓN DE TRÁFICO VEHICULAR EN VISSIM	60
2.9.4.	APLICACIONES DEL VISSIM	61
2.10.	ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE	62
2.10.1.	ESTADOS DEL ARTE INVESTIGACIONES UCSM.....	63
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		65
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	65
3.1.1.	Cuantitativa:.....	65

3.1.2. Descriptiva:	65
3.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN	65
3.2.1. UBICACIÓN	65
3.2.2. SITUACION ACTUAL DEL OVALO APACHETA.....	66
3.2.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	67
3.2.3.1. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL OVALO APACHETA	67
3.2.3.2. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA AVENIDA ESTADOS UNIDOS	68
3.2.3.3. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA AVENIDA GARCILAZO DE LA VEGA	69
3.2.3.4. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA AVENIDA PLAZOLETA CEMENTERIO	73
3.2.3.5. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA AVENIDA PERÚ	74
3.2.3.6. AFORO VEHICULAR.....	77
3.2.3.7. AFORO VEHICULAR AV. ESTADOS UNIDOS	95
3.2.3.8. AFORO VEHICULAR AV. GARCILAZO DE LA VEGA	105
3.2.3.9. AFORO VEHICULAR AV. PERÚ.....	114
3.2.3.1. AFORO VEHICULAR AV. PLAZOLETA CEMENTERIO	123
3.2.4. Análisis de paraderos en la zona de estudio.....	132
3.2.4.1. Paradero Av. Plazoleta cementerio	132
3.2.4.2. Paradero Avenida Garcilazo de la Vega	132
3.2.4.3. Paradero Avenida EE.UU.	133
3.2.5. CICLOVIAS EN LAS AVENIDAS ANEXAS AL OVALO APACHETA	133
3.3. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA HCM 2016 PARA ROTONDAS	134
3.4. MICROSIMULACION	142

3.4.1. SIMULACION DELESCENARIO ACTUAL MEDIANTE EL SOFTWARE VISSIM.....	142
3.4.2. Diseño geométrico de la calzada	142
3.4.2.1. Unión con conectores.....	142
3.4.3. Implementación de tipos de vehículos y composición para cada vía	143
3.4.3.1. Nuevos tipos de vehículos	143
3.4.3.2. Clases y tipos de vehiculos	144
3.4.3.3. COMPOSICION DE VEHICULOS PARA CADA VIA.....	144
3.4.4. Asignacion de la decisiones de Ruta para cada via.....	145
3.4.5. Asignación de zonas de reducción de velocidad y zonas de conflicto	146
3.4.6. Asignación y creación de cruces peatonales.....	146
3.4.7. Creación de paraderos de transporte publico	147
3.4.7.1. Asignación de zona de transporte publico	148
3.4.7.2. Creación de áreas peatonales	148
3.4.8. Delimitación del nodo de la simulación	151
3.4.9. Calculo del indicador GEH(Geoffrey E.) para la calibración del modelo	151
3.4.10. Simulación del escenario actual y datos obtenidos por el programa....	152
3.4.11. Datos obtenidos del programa VISSIM del escenario actual.....	153
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	154
4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	154
4.1.1. DESCRIPCION DE SEÑALES PRESENTES EN LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	154
4.1.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	160
4.1.3. Derivación del flujo proveniente de la av. Cementerio hacia la Av. Perú	160
4.1.4. Derivación del flujo proveniente de la av. EE.UU. hacia la Calle	164
Bernardo alcedo y hacia la Calle Argentina	164

4.1.4.1. Control semafórico de la Av. Estados Unidos	165
4.1.5. Derivación del flujo proveniente de la av. Garcilazo de la Vega hacia laCalle Abraham Valdelomar	168
4.1.5.1. Ciclo semafórico nuevo para la avenida Garcilazo de la vega con calle Ricardo Palma	169
4.1.6. Ciclo de semaforización y situación propuesta para el ovalo Apacheta..	170
4.1.7. Transito futuro Simulación PTV VISSIM	174
4.1.7.1. Simulación Transito 2025	174
4.1.7.2. Simulación año 2030	175
4.1.7.3. Simulación año 2035	176
4.1.7.1. Simulación año 2040	176
4.1.8. RESULTADO FINAL	177
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	178
5.1. CONCLUSIONES	178
5.2. RECOMENDACIONES	180
REFERENCIA	181
ANEXOS	183

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Diseño de vehículo ligero	7
Imagen 2: Diseño vehículo pesado	8
Imagen 3: Ejemplo de ubicación de semáforo peatonal	12
Imagen 4: Intersección típica de tres ramas con volteos de poca magnitud.....	14
Imagen 5: Intersección de 4 ramas con elevados flujos vehiculares	14
Imagen 6: Forma básica de una intersección de cuatro ramas con bajos flujos vehiculares	15
Imagen 7: Esquema básico de una intersección tipo rotonda.....	16
Imagen 8: Características Geométricas de una rotonda.....	17
Imagen 9: Características de la mini rotonda típica	17
Imagen 10: Características de la rotonda típica de un solo carril.....	18
Imagen 11: Características de una rotonda típica de dos carriles.....	19
Imagen 12: Características de una rotonda típica de tres carriles.....	19
Imagen 13: Análisis en un tramo de rotonda	21
Imagen 14: Ejemplo de entrada de un carril en conflicto por un carril circulante	22
Imagen 15: Ejemplo de entrada de dos carriles en conflicto por un carril circulante	24
Imagen 16: Ejemplo de entrada de un carril en conflicto por dos carriles circulantes.....	24
Imagen 17: Ejemplo de entrada de dos carriles en conflicto por dos carriles circulantes.....	25
Imagen 18: Capacidad de entradas de un solo carril y de varios carriles.....	26
Imagen 19: Carriles de desvío para girar a la derecha.....	26
Imagen 20: Metodología para rotondas	33
Imagen 21: Cálculo del flujo circulante	36
Imagen 22: Cálculo del flujo de salida	37
Imagen 23: Ilustración del factor de ajuste de la capacidad de entrada para peatones que cruzan una entrada de dos carriles (asumiendo prioridad para peatones).	41
Imagen 24: Imagen gráfica de valor agregado bruto de Arequipa año 2018	48
Imagen 25: Sistema integrado de transporte Arequipa.....	54
Imagen 26: Ruta alimentadora A6 (SIT)	59
Imagen 27: Ruta estructurante T7 (SIT).....	59
Imagen 28: Ejemplo VISSIM intersección simples y redes	61
Imagen 29: Aplicaciones del Vissim 2021	62

Imagen 30: Óvalo Apacheta	65
Imagen 31: Congestión vial generada	66
Imagen 32: Congestión vial y desorden en el ovalo Apacheta.....	67
Imagen 33: Ovalo apacheta y vías anexas	67
Imagen 34: Vista del Área de análisis de la Av. EE.UU.	68
Imagen 35: Señales horizontales y medidas Av. EE.UU.	69
Imagen 36: Señales verticales y medidas Av. EE.UU.....	69
Imagen 37: Vista del área de estudio de la Av. Garcilazo de la Vega.....	70
Imagen 38: Señales verticales de la Av. Garcilazo de la Vega	71
Imagen 39: Señales horizontales de la Av. Garcilazo de la Vega	71
Imagen 40: Toma de mediciones de la Av. Garcilazo de la Vega.....	72
Imagen 41: Toma de mediciones de la Av. Garcilazo de la Vega.....	72
Imagen 42: Vista del área de estudio de la avenida Plazoleta Cementerio	73
Imagen 43: Imágenes de la toma de datos de la Av. Plazoleta Cementerio	74
Imagen 44: Vista del área de estudio de la avenida Perú	74
Imagen 45: Estado actual de la calzada de salida de la Av. Perú.....	75
Imagen 46: Estado actual de la calzada de salida de la Av. Perú.....	76
Imagen 47: Elementos presentes en la berma central de la Av. Perú.....	76
Imagen 48: Toma de datos y señales presentes en la Av. Perú	77
Imagen 49: Equipo de trabajo.....	78
Imagen 50: Ubicación para la toma de datos del óvalo Apacheta.....	79
Imagen 51: Volumen vehicular jueves 24 setiembre 2020.....	80
Imagen 52: Volumen vehicular viernes 25 setiembre 2020	81
Imagen 53: Volumen vehicular sábado 26 setiembre 2020.....	82
Imagen 54: Volumen vehicular lunes 28 setiembre 2020	83
Imagen 55: Volumen vehicular Martes 29 de setiembre 2020.....	84
Imagen 56: Volumen vehicular Miércoles 30 de setiembre 2020	85
Imagen 57: Volúmenes de cada hora de conteo	87
Imagen 58: Volumen semanal	88
Imagen 59: Volumen vehicular cada 15 minutos jueves 24 setiembre 2020	90
Imagen 60: Volumen vehicular cada 15 minutos viernes 25 setiembre 2020.....	91
Imagen 61: Volumen vehicular cada 15 minutos sábado 26 setiembre 2020	92
Imagen 62: Volumen vehicular cada 15 minutos lunes 28 setiembre 2020	93
Imagen 63: Volumen vehicular cada 15 minutos martes 29 setiembre 2020.....	94

Imagen 64: Volumen vehicular cada 15 minutos miércoles 30 setiembre 2020	95
Imagen 65: Aforo Av. EEUU	96
Imagen 66: Porcentaje de vehículos hora pico av. EE. UU.....	99
Imagen 67: Variación de volúmenes periodo de 15 minutos Av. EE.UU.....	101
Imagen 68: Porcentaje de vehículos en hora pico	108
Imagen 69: Variación de volúmenes periodo de 15 minutos Av. Garcilazo de la Vega...	110
Imagen 70: Porcentaje de vehículos en hora pico	117
Imagen 71: Volúmenes cada 15 minutos Av. Perú	119
Imagen 72: Porcentaje de vehículos en hora pico	126
Imagen 73: Volúmenes hora pico a 15 minutos Av. Plazoleta cementerio.....	128
Imagen 74: Distribución de los aforos vehiculares de 15 minutos del Ovalo Apacheta ...	134
Imagen 75: Caudales ajustados.....	136
Imagen 76: Niveles de servicio metodología de rotondas HCM 6.....	140
Imagen 77: Creación de calzadas	142
Imagen 78: Unión de conectores de calzada	143
Imagen 79: Agregar nuevo tipo de vehículo	143
Imagen 80: Asignación de clases y tipos de vehículos.....	144
Imagen 81: Composición vehicular para cada vía.....	144
Imagen 82: Asignación de decisiones de ruta para cada vía	145
Imagen 83: Zona de reducción de velocidad	146
Imagen 84: Zonas de conflicto	146
Imagen 85: Cruces peatonales	147
Imagen 86: Áreas de espera de peatones	147
Imagen 87: Asignación de zonas de transporte publico	148
Imagen 88: Ventana de creación de zona de bajada de transporte publico	148
Imagen 89: Ventana de creación de zona peatonal para transporte publico.....	149
Imagen 90: Ventana de creación de zona de espera de transporte publico	149
Imagen 91: Representación de las zonas peatonales para el transporte publico	149
Imagen 92: Asignación de puertas de subida y bajada del transporte publico	150
Imagen 93: Funcionamiento de los paraderos en simulación 3d.....	150
Imagen 94: Nodo de delimitación del área.....	151
Imagen 95: Simulación del escenario actual vista en 3d	152
Imagen 96: Datos obtenidos en el software vissim	152
Imagen 97: Comparación entre el escenario actual Vissim y hcm 6.....	153

Imagen 98: Señales propuestas en el Ovalo Apacheta	154
Imagen 99: Señales propuestas en la Avenida EE.UU.....	155
Imagen 100: Señales propuestas Av. Cemenerio	156
Imagen 101: Señales presentes en la Avenida Garcilazo de la Vega	157
Imagen 102: Señales propuestas en la Avenida Plazoleta Cementerio	158
Imagen 103: Estado de las intersecciones de las avenidas Plazoleta y cementerio.....	160
Imagen 104: Semaforización existente Av. Cementerio y Av. Plazoleta.....	161
Imagen 105: Derivación a la calle Costa Rica.....	163
Imagen 106: Decisiones de ruta Av. Cementerio	164
Imagen 107: Decisiones de ruta de la Av. EEUU	164
Imagen 108: Restricciones de los carriles de la calle Argentina y calle Bernardo Alcedo.....	164
Imagen 109: Ubicación de semáforos y señales en la Av. EEUU.....	167
Imagen 110: Ciclo semafórico de la Av. EEUU-	167
Imagen 111: Decisiones de ruta de la Av. Garcilazo de la Vega	168
Imagen 112: Restricciones de la Calle Javier Heraud y Calle Abraham Valdelomar	168
Imagen 113: Derivación a la calle Javier Heraud.....	168
Imagen 114: Intersección Av. Garcilazo y calle Ricardo palma	170
Imagen 115: Ciclo semafórico Intersección Av. Garcilazo y calle Ricardo Palma	170
Imagen 116: Ovalo Apacheta semaforización.....	171
Imagen 117: Ciclo de semaforización del Ovalo Apacheta	173
Imagen 118: Niveles de servicio	173
Imagen 119: Simulación año 2025	175
Imagen 120: Simulación año 2030	175
Imagen 121: Simulación año 2035	176
Imagen 122: Simulación año 2040	176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de operacionalización de variables	3
Tabla 2: Características Geométricas de una rotonda	16
Tabla 3: Criterios nivel de servicio: Modo de vehículo motorizado	28
Tabla 4: Datos de entrada necesarios, posibles fuentes de datos y valores predeterminados para el análisis de vehículos motorizados en rotonda.....	32
Tabla 5: Equivalente a automóviles de pasajeros	35
Tabla 6: Asignaciones de carril asumidas (de facto).....	38
Tabla 7: Asignaciones de volumen para entradas de dos carriles	39
Tabla 8: Ecuaciones de capacidad para carriles de entrada.....	40
Tabla 9: Ecuaciones de capacidad para carriles de derivación.....	40
Tabla 10: Modelo de factor de ajuste de capacidad de entrada para peatones que cruzan una entrada de dos carriles (asumiendo prioridad para peatones).....	40
Tabla 11: Niveles de servicio relación volumen-capacidad	43
Tabla 12: Perú: tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según departamento, 1940 - 2017	47
Tabla 13: Descripción de las unidades de negocio a concesionar	60
Tabla 14: Ficha de Características geométricas de la Av. EE.UU.	68
Tabla 15: Ficha de Características geométricas de la Av. Garcilazo de la Vega.	70
Tabla 16: Ficha de Características geométricas de la Av. Plazoleta cementerio	73
Tabla 17: Características geométricas de la Avenida Perú.....	75
Tabla 18: Aforos vehiculares totales jueves 24/09/2020.....	79
Tabla 19: Aforos vehiculares totales viernes 25/09/2020	80
Tabla 20: Aforos vehiculares totales sábado 26/09/2020.....	81
Tabla 21: Aforos vehiculares totales lunes 28/09/2020	82
Tabla 22: Aforos vehiculares totales Martes 29/09/2020.....	83
Tabla 23: Aforos vehiculares totales Miércoles 30/09/2020	84
Tabla 24: Volúmenes horarios por hora y por día	86
Tabla 25: Aforo vehicular Jueves 24 de setiembre.....	89
Tabla 26: Aforo vehicular viernes 25 de setiembre.....	90
Tabla 27: Aforo vehicular sábado 26 de setiembre	91
Tabla 28: Aforo vehicular lunes 28 de setiembre.....	92
Tabla 29: Aforo vehicular martes 29 de setiembre.....	93
Tabla 30: Aforo vehicular miércoles 29 de setiembre.....	94

Tabla 31: Aforo vehicular Av. Estados unidos.....	95
Tabla 32: Aforo vehicular en hora pico cada 5 minutos de la Av. EE.UU. total	97
Tabla 33: Aforo vehicular en hora pico cada 15 minutos de la Av. EE.UU. total	98
Tabla 34: Composición de vehículos de la Av. EE.UU.	99
Tabla 35: Variación de volumen en periodo de 15 minutos Av. EEUU	100
Tabla 36: Volumen actual de transito de 15 min ajustados a 1 hora de la av. EEUU	101
Tabla 37: Toma de velocidades de la Av. EEUU	102
Tabla 38: Transito futuro Av. EE.UU.	103
Tabla 39: Aforo vehicular Giro derecha(Av. Perú) cada 15 minutos.....	103
Tabla 40: Aforo vehicular De frente (Av. Plazoleta cementerio) cada 15 minutos	104
Tabla 41: Aforo vehicular Giro izquierda(Av. Garcilazo de la Vega) cada 15 minutos...	104
Tabla 42: Aforo vehicular Av. Garcilazo de la Vega	105
Tabla 43: Aforo vehicular Av. Garcilazo de la Vega total cada 5 minutos.....	106
Tabla 44: Aforo vehicular Av. Garcilazo de la Vega total cada 15 minutos.....	107
Tabla 45: Composición de vehículos de la Av. Garcilazo de la Vega	108
Tabla 46: Volumen de transito cada 15 minutos	109
Tabla 47: Volumen actual de transito de 15 min ajustados a 1 hora de la av. Garcilazo de la Vega.....	110
Tabla 48: Toma de velocidades Av. Garcilazo de la Vega	111
Tabla 49: Transito futuro de la Av., Garcilazo de la Vega.....	112
Tabla 50: Aforo vehicular Giro derecha(Av. EEUU) cada 15 minutos	113
Tabla 51: Aforo vehicular De frente(Av. Perú) cada 15 minutos	113
Tabla 52: Aforo vehicular Giro izquierda(Av. Plazoleta cementerio) cada 15 minutos ...	113
Tabla 53: Aforo vehicular Av. Perú	114
Tabla 54: Aforo vehicular Av. Perú total cada 5 minutos	115
Tabla 55: Aforo vehicular Av. Perú total cada 15 minutos	116
Tabla 56: Composición vehicular Av. Perú	117
Tabla 57: Volumen de transito cada 15 minutos av. Perú.....	118
Tabla 58: Volumen actual de transito de 15 min ajustados a 1 hora de la av. Perú	119
Tabla 59: Toma de velocidades Av. Perú.....	120
Tabla 60: Transito futuro Av. Perú.....	121
Tabla 61: Conteo vehicular Av., Perú giro a la derecha.....	121
Tabla 62: Conteo vehicular Av. Perú De frente	122
Tabla 63: Conteo vehicular Av., Perú Giro izquierda	122

Tabla 64: Aforo vehicular Av. Plazoleta cementerio	123
Tabla 65: Aforo vehicular Hora pico de la Av. Plazoleta cementerio cada 5 minutos	124
Tabla 66: Aforo vehicular Hora pico Av. Plazoleta cementerio cada 15 minutos	125
Tabla 67: Composición vehicular Av. Plazoleta cementerio	126
Tabla 68: Volumen de transito cada 15 minutos av. Plazoleta cementerio	127
Tabla 69: Volumen actual de transito de 15 min ajustados a 1 hora de la av. Plazoleta cementerio	128
Tabla 70: Toma de velocidades Av. Plazoleta cementerio.....	129
Tabla 71: Transito futuro de la Av. Plazoleta cementerio	130
Tabla 72: Conteo giro hacia la derecha hacia la Av. Garcilazo de la Vega	130
Tabla 73: Conteo de giro hacia la Avenida EEUU.....	131
Tabla 74: Conteo de giro hacia la Avenida Perú.....	131
Tabla 75: Volúmenes de demanda a tasas de flujo del ovalo Apacheta.....	134
Tabla 76: Tasa de flujo de demanda para el movimiento.....	135
Tabla 77: Capacidades de los carriles de entrada	136
Tabla 78: Capacidades de los carriles de entrada	137
Tabla 79: Capacidades de los carriles de entrada	137
Tabla 80: Capacidades y tasas de flujo convertidas a veh/h	138
Tabla 81: Relación volumen-capacidad por carril de entrada	138
Tabla 82: Tiempos de espera de cada carril de entrada	139
Tabla 83: Calculo de los niveles de servicio de los carriles de entrada.....	139
Tabla 84: Calculo de la demora de control promedio y la demora total del Ovalo Apacheta	141
Tabla 85: Colas del percentil 95 para cada carril	141
Tabla 86: Leyenda de las señales propuestas en la Alternativa de solución planteada	159
Tabla 87: Conteo Av. Cementerio	162
Tabla 88: Conteo Av. Cementerio en dirección Av. Plazoleta OESTE	162
Tabla 89: Conteo Av. Cementerio en dirección Av. Plazoleta ESTE	163
Tabla 90: Cálculo de ciclo semafórico agregado en la Av. EEUU	166
Tabla 91: Calculo ciclo semafórico intersección de Av. Garcilazo y la calle Ricardo Palma	169
Tabla 92: Calculo de semaforización del Ovalo Apacheta.....	172
Tabla 93: Comparación de resultados HCM 6ta edición y propuesta de mejora PTV Vissim	174

Tabla 94: Niveles de servicio proyecciones futuras	177
Tabla 95: Conteo Av. EEUU 6:00-7:00 am	184
Tabla 96: Conteo Av. EEUU 7:00-8:00 am	185
Tabla 97: Conteo Av. EEUU 8:00-9:00 am	186
Tabla 98: : Conteo Av. EEUU 9:00-10:00 am	187
Tabla 99: Conteo Av. EEUU 12:00-13:00 pm	188
Tabla 100: Conteo Av. EEUU 13:00-14:00 pm	189
Tabla 101: Conteo Av. EEUU 17:00-18:00 horas.....	190
Tabla 102: Conteo Av. EEUU 18:00-19:00 horas.....	191
Tabla 103: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 6:00-7:00 am	192
Tabla 104: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 7:00-8:00 am	193
Tabla 105: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 8:00-9:00 am	194
Tabla 106: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 9:00-10:00 am	195
Tabla 107: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 12:00-13:00 pm	196
Tabla 108: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 13:00-14:00 pm	197
Tabla 109: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 17:00-18:00 horas.....	198
Tabla 110: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 18:00-19:00 horas.....	199
Tabla 111: Conteo Av. Plazoleta cementerio 6:00-7:00 am.....	200
Tabla 112: Conteo Av. Plazoleta cementerio 7:00-8:00 am.....	201
Tabla 113: Conteo Av. Plazoleta cementerio 8:00-9:00 am.....	202
Tabla 114: Conteo Av. Plazoleta cementerio 9:00-10:00 am.....	203
Tabla 115: Conteo Av. Plazoleta cementerio 12:00-13:00 pm	204
Tabla 116: Conteo Av. Plazoleta cementerio 13:00-14:00 pm	205
Tabla 117: Conteo Av. Plazoleta cementerio 17:00-18:00 horas.....	206
Tabla 118: Conteo Av. Plazoleta cementerio 18:00-19:00 horas.....	207
Tabla 119: Conteo Av. Perú 6:00-7:00 am.....	208
Tabla 120: Conteo Av. Perú 7:00-8:00 am.....	209
Tabla 121: Conteo Av. Perú 8:00-9:00 am.....	210
Tabla 122: Conteo Av. Perú 9:00-10:00 am.....	211
Tabla 123: Conteo Av. Perú 12:00-13:00 pm.....	212
Tabla 124: Conteo Av. Perú 13:00-14:00 pm.....	213
Tabla 125: Conteo Av. Perú 17:00-18:00 horas	214
Tabla 126: Conteo Av. Perú 18:00-19:00 horas	215
Tabla 127: Conteo Av. Cementerio 8:00-9:00 am	216

Tabla 128: Conteo Av. Cementerio giro hacia Av Plazoleta dirección este 8:00-9:00 am	217
Tabla 129: Conteo Av. Cementerio giro hacia Av. Plazoleta dirección oeste 8:00-9:00 am	218
Tabla 130: Conteo Av. Plazoleta parte baja (W-E) 8:00-9:00 am.....	219
Tabla 131: Conteo Av. Plazoleta parte baja (W-E) hacia Av. Plazoleta cementerio este 8:00-9:00 am	220
Tabla 132: Conteo Av. Plazoleta parte baja (W-E) hacia Av. Cementerio este 8:00-9:00 am	221
Tabla 133: Conteo Calle Argentina 8:00-9:00 am.....	222
Tabla 134: Conteo Calle Bernardo Alcedo 8:00-9:00 am	223
Tabla 135: Conteo Costa Rica 8:00-9:00 am.....	224
Tabla 136: Estudio peatonal Av. EE.UU. (W-E)	225
Tabla 137: Estudio peatonal Av. EE.UU. (E-W)	225
Tabla 138: Estudio peatonal Av. Garcilazo de la Vega. (N-S)	226
Tabla 139: Estudio peatonal Av. Garcilazo de la Vega. (S-N)	226
Tabla 140: Estudio peatonal Av. Plazoleta cementerio. (W-E).....	227
Tabla 141: Estudio peatonal Av. Plazoleta cementerio. (W-E).....	227
Tabla 142: Estudio peatonal Av. Perú (N-S).....	228
Tabla 143: Estudio peatonal Av. Perú (S-N).....	228

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	22
Ecuación 2	23
Ecuación 3	24
Ecuación 4	25
Ecuación 5	25
Ecuación 6	27
Ecuación 7	27
Ecuación 8	34
Ecuación 9	34
Ecuación 10	35
Ecuación 11	35
Ecuación 12	36
Ecuación 13	37
Ecuación 14	41
Ecuación 15	42
Ecuación 16	42
Ecuación 17	42
Ecuación 18	43
Ecuación 19	44
Ecuación 20	44
Ecuación 21	44
Ecuación 22	45
Ecuación 23	45
Ecuación 24	45
Ecuación 25	46
Ecuación 26	46
Ecuación 27	151
Ecuación 28	165
Ecuación 28	165
Ecuación 28	165
Ecuación 28	165
Ecuación 32	165
Ecuación 33	165

Ecuación 34	165
Ecuación 35	165
Ecuación 36	166
Ecuación 37	166



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

El Óvalo Apacheta ubicado en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero de la Ciudad de Arequipa , es un punto de una gran congestión vehicular en horas punta, ya que en su ubicación existe una intersección de 4 avenidas: “Avenida Perú”, “Avenida E.E.U.U.”, “Avenida Plazoleta Cementerio” y la “Avenida Garcilazo de la Vega”.

La cantidad de vehículos que transitan por la zona y el vasto comercio que se realiza, hacen que los vehículos de transporte público (formales e informales) , taxis y vehículos particulares generen caos vehicular en la zona. La avenida E.E.U.U. es una avenida de una longitud prominente y por la que hay una gran cantidad de comercio, transitan una considerable cantidad de vehículos que provienen y van hacia avenidas con mucha demanda de personas como son las Avenidas Paucarpata y Dolores. La Plazoleta Cementerio aglomera vehículos que van tanto a los mercados y centro de abastos como al terminal terrestre de Arequipa, ya que limita con la avenida Vidaurrezaga y la avenida cementerio las cuales son las que concentran vehiculos provenientes de mercados y del terminal terrestre de Arequipa. La Avenida Perú conecta con la plataforma Andres Avelino Cáceres y con los Bancos ubicados en la zona y es una de las principales rutas para dirigirse al centro de la ciudad y a los principales centros de salud como son: el hospital Honorio Delgado Espinosa, el hospital Goyoneche, entre otros. La Avenida Garcilazo de la Vega es la principal ruta por la que transitan los vehículos provenientes de los distritos de Socabaya, Sabandia, Characato, Simon Bolivar, Yarabamba, Quequeña, Polobaya y Chapi, los cuales se dirigen hacia el centro de la ciudad, mercados, bancos, hospitales y a distintos puntos de la ciudad de Arequipa.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El óvalo Apacheta es un punto crítico de tráfico, ya que en horas punta hay mucha congestión vehicular en sus entradas, vehiculos provenientes de las intersecciones hacia el óvalo Apacheta, tambien al tener congestión vehicular causa inseguridad, según el plan de acción distrital de seguridad ciudadana del distrito de José Luis Bustamante y Rivero de 2019; en la Avenida Vidaurrezaga se presentan los delitos contra la seguridad pública (peligro común) y contra el patrimonio (hurto),

especialmente en los paraderos colindantes al cementerio Apacheta y en la Avenida Garcilaso de la Vega.

El óvalo que analizaremos son vías pavimentadas que no están en constante mantenimiento, no cuentan con una adecuada señalización vertical y horizontal, por lo que su nivel de servicio y capacidad no son los adecuados para albergar al tráfico presente.

La contaminación también sería otro de los problemas que más frecuentemente se ve en la avenida, ya que los vehículos emiten gases contaminantes y en mayor cantidad cuando transitan de manera más lenta, también cabe mencionar que algunos peatones dejan basura en áreas no destinadas para esto. La gran cantidad de vehículos que hoy en día hay en la ciudad de Arequipa, hace difícil que se tenga un tránsito sostenido y eficiente, porque gran parte de la infraestructura de Arequipa no posee la capacidad de crecer al ritmo de la industria automotriz.

Debido a la situación de la pandemia Covid-19, los vehículos de transporte público están llevando a pasajeros sentados y no parados, por ello al haber mayor demanda de pasajeros, la oferta de vehículos de transporte es mayor en la ciudad de Arequipa, por ello podremos ver la capacidad máxima de transporte en este óvalo, pudiendo nosotros hacer el estudio analizando el escenario más crítico y buscando una solución al problema de flujo vehicular presente en el caso de estudio. También podemos decir que por este lugar de estudio circulan alrededor de 25 empresas de transporte público. Cabe mencionar que en Arequipa el 84% de su flota de transporte público tiene más de 18 años. Tiene 15 mil taxis registrados y más de 10 mil taxis informales, los cuales en conjunto poseen una antigüedad superior a 12 años. Con respecto a la modalidad de viajes se dan 63% en combi, microbús y ómnibus, 17% a pie y el 9% en taxi.

1.3. HIPÓTESIS

Determinar el nivel de servicio y la capacidad vial del óvalo Apacheta usando el Manual de Capacidad Vial (HCM 2016), es factible debido a la congestión vehicular que existe en la zona, por lo que es posible elaborar un diagnóstico de la situación actual e implementar una solución mediante la canalización y semaforización, y con ello plantear la simulación para su comparación utilizando software PTV VISSIM.

1.4. VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

1.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Estado actual del tránsito vehicular en el ovalo Apacheta

Indicadores:

- Volumen vehicular
- Velocidad de vehículos
- Geometría de la intersección
- Sentido del flujo vehicular

1.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Congestión vial y nivel de servicio en el óvalo Apacheta

Indicadores:

- Tiempos de demora
- Factores de señalización
- Paraderos
- Capacidad Vial
- Demanda en las vías

Tabla 1: Cuadro de operacionalización de variables

Cuadro de operacionalización de variables					
Variable	Tipo	Descripción	Indicadores	Técnica	Herramientas
Condiciones actuales de las vías a investigar	Independiente	Características actuales de las vías anexas al óvalo Apacheta	- Velocidad de vehículos	Obtención de datos del flujo vehicular en horas y puntos determinados. Medición de las dimensiones de las vías.	- HCM 2016
			- Geometría de las vías		- Formato de conteo vehicular y peatonal
			- Sentido de flujo vehicular		- Formato de características geométricas de la vía
			- Tasa del flujo vehicular		
Congestión vial	Dependiente	Máximo flujo posible en una facilidad de transporte, bajo condiciones prevalecientes	- Numero de vehículos - Factores de señalización	En función a los datos obtenidos, se desarrollarán cálculos guiándonos del Manual de capacidad de carreteras.	- HCM 2016
Nivel de Servicio		Medida cualitativa que explica el estado de operación del flujo vehicular	- Tiempos de demora - Relación Capacidad - Demanda en las vías		- Hojas de calculo

Fuente: Elaboración propia

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Observamos, que las avenidas que pasan por este óvalo conecta con varios mercados, bancos, y es una de las vías principales para llegar al terminal terrestre de Arequipa y a los principales centros de salud de la ciudad y por donde una vasta cantidad de vehículos de transporte particular, público, taxis, colectivos y peatones que pasan por esta zona causan congestión haciendo que sea un punto de interés el cual se debe analizar, ya que al estar ubicado en una zona estratégica merece ser estudiado a profundidad.

El transportista y pasajeros que transitan por el Óvalo Apacheta, no se encuentran del todo satisfecho, ya que se necesita reducir los sus tiempos de viaje para poder llegar a sus destinos en el menor tiempo posible ya que el deficiente funcionamiento de las señales de tráfico hace que el ovalo Apacheta tenga mucho tráfico y no funcione a una capacidad optima, presentándose un caos vehicular generalmente en dirección Este-Oeste.

El óvalo Apacheta, se ve afectado por congestión vehicular en horas punta, y con el hecho de que los vehículos de transporte público no podrán llevar ningún pasajero en pie, la oferta de estos vehículos crecerá al igual que la oferta de taxis y vehículos informales, por ello analizaremos una situación crítica de tráfico vehicular en esta área de estudio.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

Al tener mucho tráfico vehicular la contaminación del aire se manifiesta ya que al formarse congestión en las distintas intersecciones que conforman el óvalo Apacheta lo hacen un foco de contaminación, si bien hay presencia de varias unidades de transporte podemos escuchar también el sonido del claxon de estas que sería otro tipo de contaminación. Por otro lado, está la contaminación de algunos peatones que dejan basura donde está prohibido,

1.5.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

La tesis busca realizar y determinar los volúmenes de tránsito, analizado la zona de estudio y basándose en la metodología del HCM 2016(Highway Capacity Manual 2016), la cual nos permite analizar las infraestructuras viarias para comprobar su correcto diseño, calculando la capacidad y el nivel de servicio de la rotonda y de sus vías con el fin de solucionar el problema de tráfico generado en horas punta.

Utilizaremos el software VISSIM para realizar la simulación de los resultados de la investigación, con el veremos a detalle nuestra propuesta de mejora, ya que este programa nos permite trabajar tanto con los vehículos y peatones y nos ayudara a ver de una manera más clara la solución planteada.

1.6. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

Calcular la capacidad vial y el nivel de servicio en el Óvalo Apacheta y proponer la canalización y semaforización del tránsito vehicular en la zona de estudio.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determina el nivel de servicio y Capacidad Vial del Óvalo Apacheta y sus vías mediante la metodología HCM 2016.
- Realizar el estudio y cálculo de las variables relacionadas con el flujo de tránsito vehicular.
- Obtener datos geométricos del ovalo apacheta y sus vías anexas.
- Proponer una solución a los problemas planteados en esta tesis.
- Realizar la comparación de la propuesta planteada con la situación actual del ovalo Apacheta.
- Realizar la simulación en el software PTV Vissim para determinar la mejora que se obtuvo al implementar la solución.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CONCEPTOS BÁSICOS

2.1.1. PASAJERO

El pasajero es la persona que se traslada de un lugar a otro en un vehículo de transporte específico (transporte público, taxis, vehículos particulares, aviones, trenes, etc.); los cuales no realizan ninguna acción ya que el conductor del vehículo es el que se encarga de esa acción. El pasajero debe pagar una cantidad de dinero por el servicio de transporte adquirido en vías públicas, también debe esperar a que el vehículo se encuentre completamente detenido para abordar o bajar del vehículo, esto en el caso de transporte particular. En el caso de transporte público el pasajero debe esperar su transporte en zonas establecidas denominadas paradas, ya que de no hacerlo se comienza a producir retrasos y congestión en las vías. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2009).

2.1.2. CONDUCTOR

Conducir es una labor complicada que implica una variedad de habilidades. Las habilidades más importantes son captar y procesar información y el tomar decisiones rápidas. El conductor debe realizar tres tareas principales: control, guía y navegación. El control es la interacción que realiza el conductor con el vehículo en términos de velocidad y dirección (aceleración, frenado y dirección). La orientación se refiere a manejar con seguridad y por el carril adecuado. Navegación significa planificar y ejecutar un viaje. Una variable que se utiliza para cuantificar la velocidad con la que los conductores analizan la información es el tiempo de percepción-reacción, que es la rapidez que poseen los conductores frente a una emergencia. Otra variable es la distancia visual, está directamente asociado con el tiempo de reacción (Transportation Research Board of the National Academies (HCM), 2016).

2.1.3. PEATÓN

Se puede considerar como peatón a toda la población en general, a personas de todas las edades. Prácticamente todos somos peatones. Podemos decir que el número de peatones en un país equivale prácticamente al censo de la población. Por otro lado, es importante realizar el estudio del peatón porque

no solamente es víctima del tránsito, sino también una de sus causas (Ingeniería de tránsito Cal y Mayor 7ma edición).

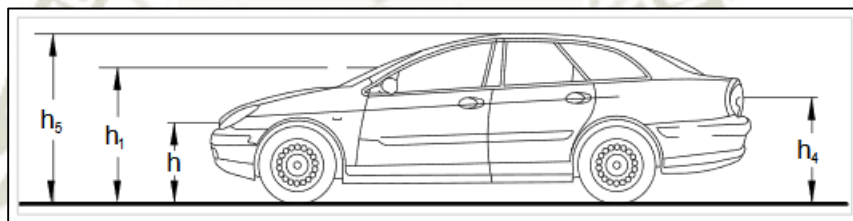
2.2. VEHÍCULOS

Es el artefacto de libre operación que sirve para transportar personas o bienes por una vía, tenemos:

2.2.1. VEHÍCULOS LIGEROS

Este tipo de vehículo se caracteriza porque es el que más velocidad desarrolla y la altura con la que ve el piloto es más baja, estas características definirán las distancias de visibilidad de sobrepaso, parada, zona de seguridad en relación con la visibilidad en los cruces, altura mínima de barreras de seguridad y antideslumbrantes, dimensiones mínimas de plazas de aparcamiento en zonas de estacionamiento, miradores o áreas de descanso.

Imagen 1: Diseño de vehículo ligero



Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 (2018)

Siendo:

H: altura de los faros delanteros: 0.60 m

h1: altura de los ojos del conductor: 1.07 m

h2: altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0.15 m

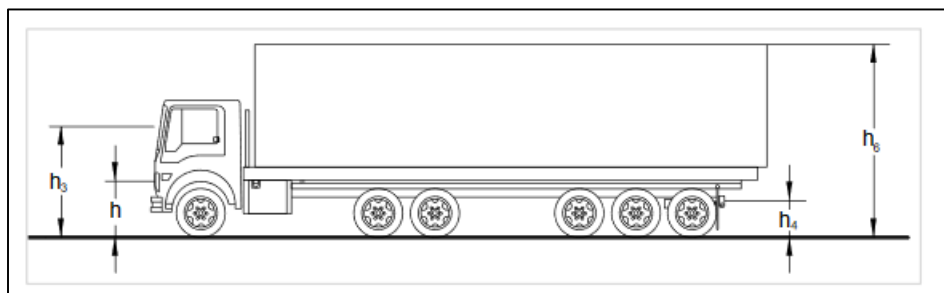
h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m

h5: altura del techo de un automóvil: 1.30 m (Ministerio de transportes y Comunicaciones, 2018).

2.2.2. VEHÍCULOS PESADOS

Este tipo de vehículo tiene las características de sección y altura con el propósito de determinar la sección de los carriles y su capacidad portante, radios y sobre anchos en curvas horizontales, alturas libres mínimas permisibles, carriles de adición, longitudes y proporción de aparcamiento para vehículos pesados en zonas de estacionamiento y áreas de descanso.

Imagen 2: Diseño vehículo pesado



Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 (2018)

Siendo:

h : altura de los faros delanteros: 0.60 m

h_3 : altura de los ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2.50m

h_4 : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45m

h_5 : altura del techo del vehículo pesado: 4.10 m (Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018, 2018).

2.2.3. VEHÍCULO CATEGORÍA L:

Son los denominados vehículos con menos de 4 ruedas.

- L1: Vehículos de dos ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.
- L2: Vehículos de tres ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.
- L3: Vehículos de dos ruedas, de más de 50 cm³ o velocidad mayor a 50 km/h.
- L4: Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ o una velocidad mayor de 50 km/h.
- L5: Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ o velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada (MTC, “Reglamento nacional de vehículos.”, 2003).

2.2.4. VEHÍCULO CATEGORÍA M:

Son los denominados vehículos para pasajeros con más de cuatro ruedas.

- M1: Son vehículos que cuentan con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.
- M2: Son vehículos que cuentan con más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
- M3: Son vehículos que cuentan con más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas (MTC, “Reglamento nacional de vehículos.”, 2003).

Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:

- Clase I: Vehículos contruidos para que los pasajeros puedan viajar de pie, permitiéndoles el movimiento dentro del vehículo
- Clase II: Vehículos contruidos para alberga pasajeros sentados y, también puede llevar pasajeros en pie, posee asientos dobles.
- Clase III: Vehículos contruidos solo para transportar pasajeros sentados (MTC, “Reglamento nacional de vehículos.”, 2003).

2.2.5. VEHÍCULO CATEGORÍA N:

Son vehículos automotores que poseen de 4 a más ruedas, los cuales se encargan de transportar mercancía.

- N1: Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.
- N2: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.
- N3: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas (MTC, “Reglamento nacional de vehículos.”, 2003).

2.2.6. VEHÍCULO CATEGORÍA O:

Remolques (incluidos semirremolques).

- O1: Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.
- O2: Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.
- O3: Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.

- O4: Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas (MTC, “Reglamento nacional de vehículos.”, 2003).

2.2.7. VEHÍCULO CATEGORÍA S:

Los vehículos de la categoría M, N u O para el transporte de pasajeros o mercancías, para la cual requieren carrocerías y/o equipos especiales, se clasifican en:

- SA: Casas rodantes
- SB: Vehículos blindados para el transporte de valores
- SC: Ambulancias
- SD: Vehículos funerarios (MTC, “Reglamento nacional de vehículos.”, 2003).

2.3. DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁFICO

Cualquier dispositivo de control del tráfico debe cumplir los siguientes requisitos fundamentales:

- Satisfacer una necesidad
- Llamar la atención
- Transmitir un mensaje simple y claro
- Imponer respeto a los usuarios de las calles y carreteras
- Estar en el lugar apropiado con el fin de dar tiempo para reaccionar (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007).

2.3.1. SEMÁFOROS

Son dispositivos utilizados para controlar el tránsito vehicular motorizado y no motorizado, y peatonal, a través de señales de luces rojo, amarillo y verde. El color rojo se encarga de detener el tránsito vehicular o peatonal por un determinado periodo de tiempo. El color verde es que admite el tránsito vehicular o peatonal por un determinado periodo de tiempo. El color amarillo se encarga de indicar al conductor que detenga el vehículo y que ceda el paso, y no ingresar al cruce o intersección vial (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

2.3.1.1. TIPO DE SEMÁFOROS

SEMÁFOROS PARA VEHÍCULOS

Este tipo de semáforo tiene como objetivo controlar el tránsito vehicular y desarrollan su función como fijos o pre-sincronizado; parcialmente sincronizados por los vehículos; o totalmente

sincronizados por el tránsito vehicular. Estos tipos de semáforo se adaptan en función al volumen del tránsito vehicular y la importancia que las vías pueden dar a manera de control para este sistema (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

SEMÁFOROS FIJOS O PRESINCRONIZADOS

Este tipo de semáforos son los que cuentan con una programación predeterminada, por lo que no son accionados por el tránsito vehicular. Sus características de operación pueden ser modificadas, tales como: la duración del ciclo, desfase, y otros (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

SEMÁFOROS SINCRONIZADOS POR EL TRÁNSITO

Son aquellos cuyo funcionamiento es sincronizado en todos los accesos a una intersección, en función a las demandas del flujo vehicular y disponen de medios (detectores de vehículos y/o peatones) para ser accionados por éste (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

SEMÁFOROS ADAPTADOS AL TRÁNSITO

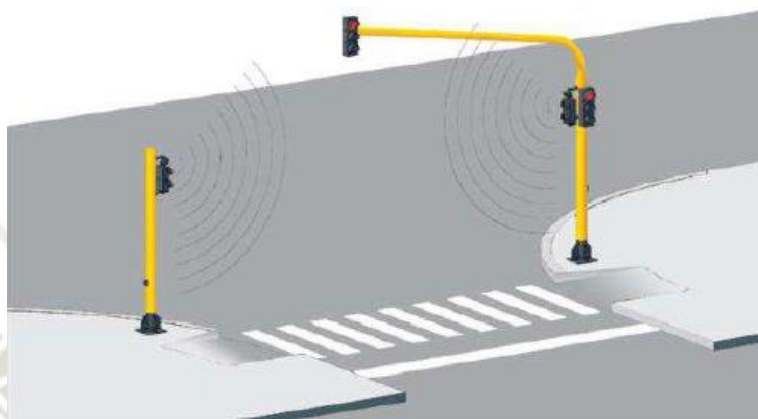
También llevan el nombre de Semáforos Inteligentes, son aquellos que funcionan de acuerdo a la información que recolectan mediante el uso de detectores de tráfico, los cuales envían toda la información a las centrales de control de tránsito, esta información es recopilada en todos los accesos a una intersección (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

SEMÁFOROS PARA PEATONES

Estos semáforos son los que controlan los pasos peatonales, de tal manera que el peatón tenga tiempo suficiente para pasar una vía a través de un cruce peatonal. Por lo que donde se realice la instalación de este tipo de semáforos se debe pintar los pasos peatonales. Por otro lado, la implementación de semáforos con dispositivos sonoros, es una alternativa excelente para personas con limitación visual.

Estos dispositivos tienen funciones, tales como ondas sonoras, superficies para el reconocimiento al tacto, o dispositivos vibrantes (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

Imagen 3: Ejemplo de ubicación de semáforo peatonal



Fuente: MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras” (2016)

SEMÁFOROS ESPECIALES

- Semáforos de destellos o intermitente
- Semáforos para regular el uso de carriles
- Semáforos para paso de vehículos de emergencia
- Semáforos para indicar la aproximación de trenes
- Semáforos para regular el uso de carriles de peaje (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

2.3.2. SEÑALES VERTICALES

Las señales verticales son dispositivos de control instalados al costado o sobre el camino, su función principal es la de reglamentar, prevenir e informar al usuario de la vía, su uso es muy importante en lugares donde existen regulaciones especiales o permanentes primordialmente, y en aquellos lugares donde los peligros existentes no son perceptibles (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

2.3.2.1. SEÑALES REGULADORAS O DE REGLAMENTACIÓN

Estas señales tienen el objetivo de avisar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Al incumplirse lo que

indican estas señales, se puede caer en un delito (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

2.3.2.2. SEÑALES DE PREVENCIÓN

Estas señales tienen el objetivo de avisar a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas que estén presentes en la vía o en sus zonas aledañas, ya sea en forma temporal o permanente (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

2.3.2.3. SEÑALES DE INFORMACIÓN

Estas señales tienen el objetivo de orientar a los usuarios y brindarles información para que puedan llegar a sus destinos de la forma simple y directa posible. Además, proporcionan información relativa a distancias a centros poblados y de servicios al usuario, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, y otros (MTC, “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”, 2016).

2.3.3. SEÑALES HORIZONTALES

Son señales dibujadas en el pavimento las cuales ayudan a orientar y canalizar la circulación de vehículos, estas señales indican los movimientos que el vehículo debe ejecutar mediante líneas, figuras y leyendas. Se clasifican en:

- Rayas
- Marcas
- Botones (cal y mayor & cárdenas, 2007).

2.4. INTERSECCIONES VIALES

Las intersecciones que comparten dos o más vías que se cruzan al mismo nivel, en las cuales se incluyen las calzadas que pueden ser utilizadas por los vehículos para que realicen todos sus movimientos posibles, estas intersecciones tienen la finalidad de obtener condiciones óptimas de seguridad y capacidad, dentro de posibilidades físicas y económicas presentes.

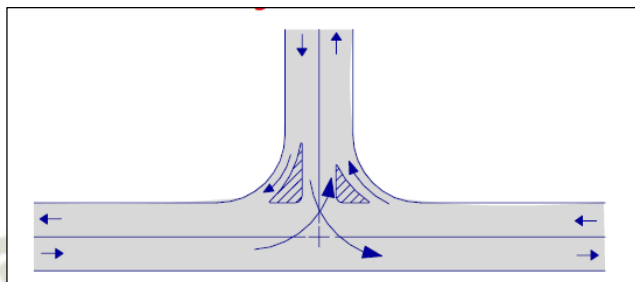
2.4.1. TIPOS DE INTERSECCIONES

Los tipos de intersecciones están puestos de acuerdo al número de ramas que esta tiene, por ello se tiene los siguientes tipos:

2.4.1.1. INTERSECCION DE 3 RAMAS

Son las intersecciones en T en las cuales se tiene que determinar la vía principal para asignar los derechos de paso y todo lo que se necesite en el ámbito del diseño.

Imagen 4: Intersección típica de tres ramas con volteos de poca magnitud

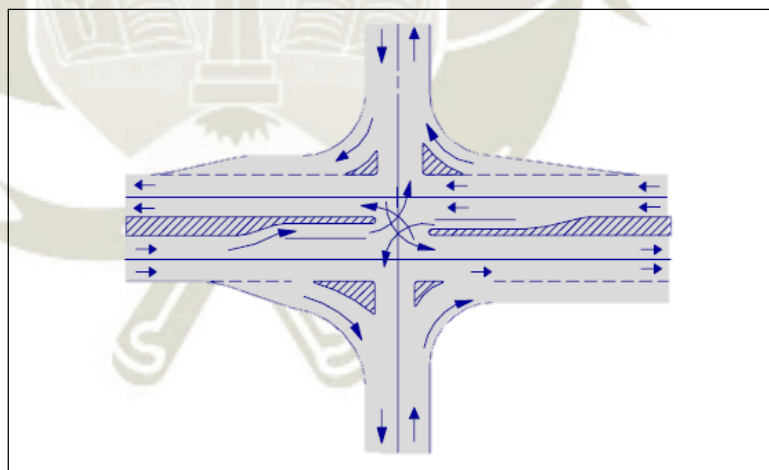


Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005)

2.4.1.2. INTERSECCIONES DE 4 RAMAS

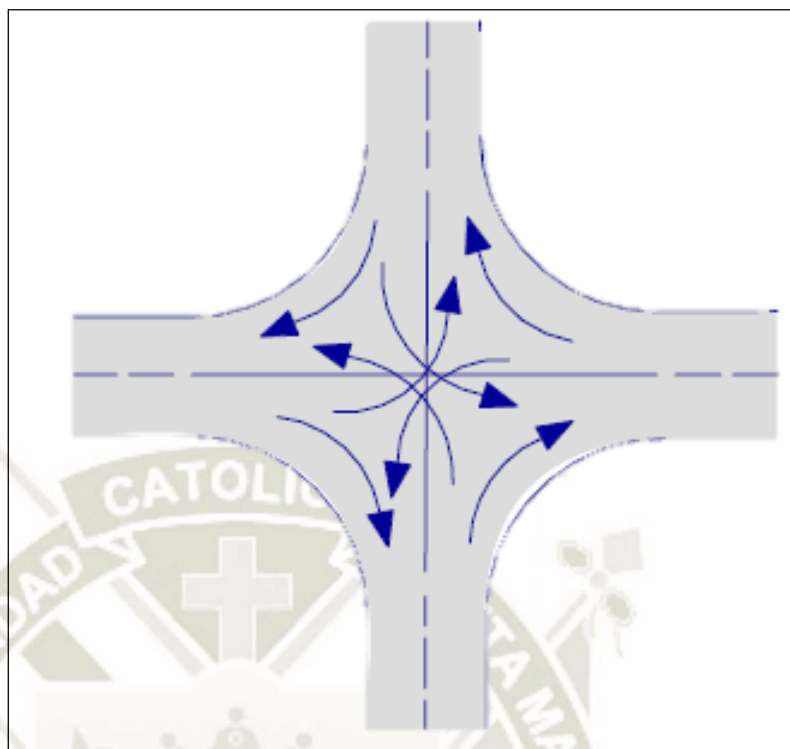
Estas intersecciones se asemejan a una cruz, pueden ser de bajo o de alto flujo, esta última que requiere construcción de carriles de giro a la izquierda en la vía principal.

Imagen 5: Intersección de 4 ramas con elevados flujos vehiculares



Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005)

Imagen 6: Forma básica de una intersección de cuatro ramas con bajos flujos vehiculares

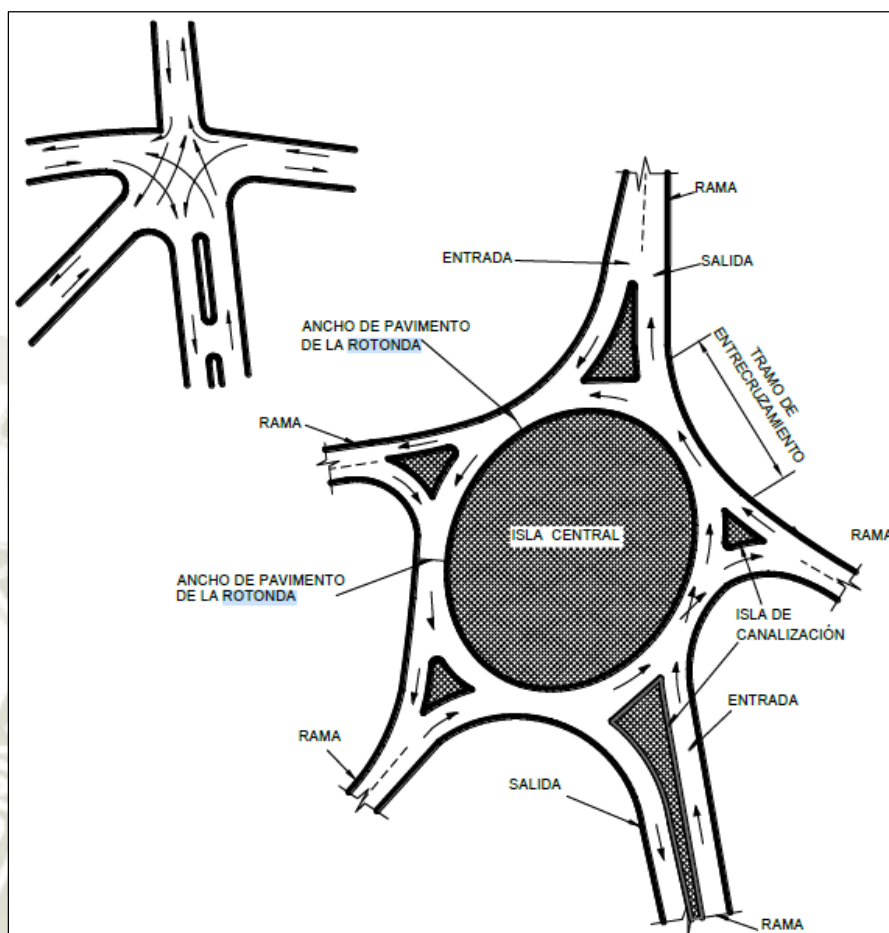


Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005)

2.5. ROTONDAS

Una rotonda es una forma de intersección circular en la que el tráfico viaja en sentido anti horario alrededor de una isla central y en el que el flujo vehicular que ingresa debe ceder el paso al tráfico en circulación. (Transportation Research Board of the National Academies (HCM), 2016)., se distingue porque los flujos vehiculares que acceden a ella por sus ramas, circulan mediante un anillo vial, en el cual la circulación se efectúa alrededor de una isla central. Las trayectorias de los vehículos en el anillo, son similares a los entrecruzamientos, razón por la cual el número de puntos de conflicto, es menor que en otros tipos de intersecciones a nivel (Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018, 2018).

Imagen 7: Esquema básico de una intersección tipo rotonda



Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018 (2018)

2.5.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS ROTONDAS

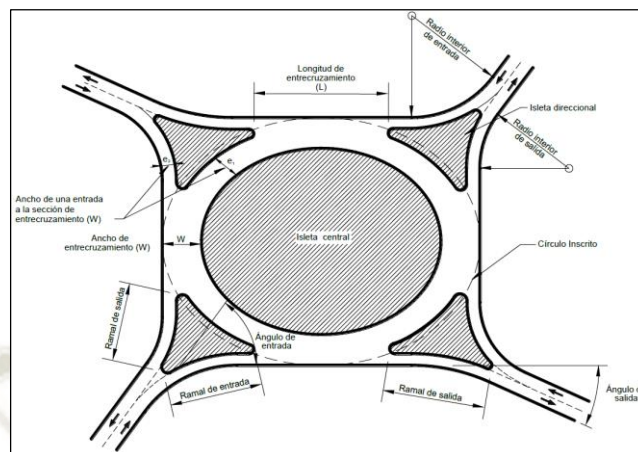
En la siguiente tabla se presentan los criterios técnicos aplicables a las rotondas:

Tabla 2: Características Geométricas de una rotonda

DESCRIPCION		UNIDAD	MAGNITUD
Diámetro mínimo de la isla central		m	25
Diámetro mínimo del círculo inscrito		m	50
Relación W/L (Sección entrecruzamiento)			Entre 0.25 y 0.40
Ancho sección entrecruzamiento (W)		m	Máximo 15
Radio interior mínimo de los accesos	De entrada	m	30
	De salida	m	40
Angulo ideal de entrada			60°
Angulo ideal de salida			30°

Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018 (2018)

Imagen 8: Características Geométricas de una rotonda



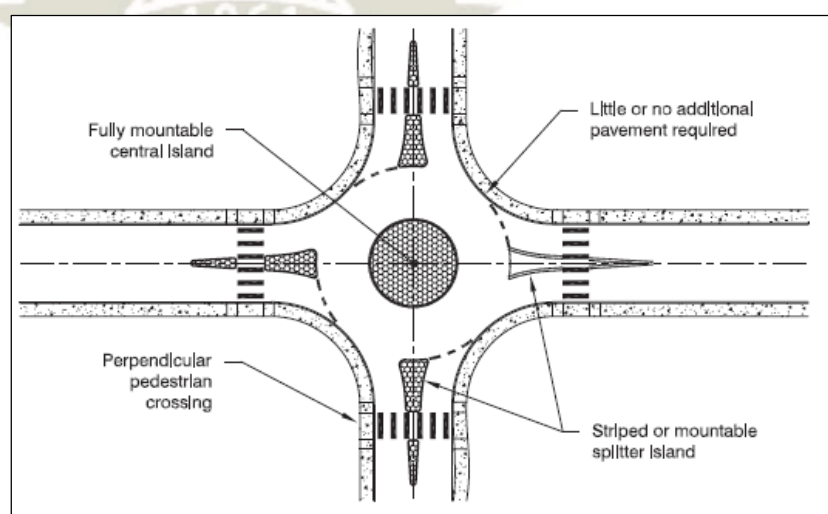
Fuente: Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018 (2018)

2.5.2. CLASIFICACION DE LAS ROTONDAS

2.5.2.1. MINI ROTONDAS

Este tipo de rotonda se caracteriza por ser pequeña con una isla central totalmente transitable, se utilizan generalmente en entornos urbanos de baja velocidad, con un promedio de velocidades de 50 km/h o menos. Estas mini rotondas son relativamente económicas porque normalmente requieren un pavimento adicional mínimo, se recomiendan normalmente cuando no hay suficiente derecho de paso para poder acomodar el vehículo de diseño con una rotonda de un solo carril (NCHRP, report 672, second edition, 2010).

Imagen 9: Características de la mini rotonda típica

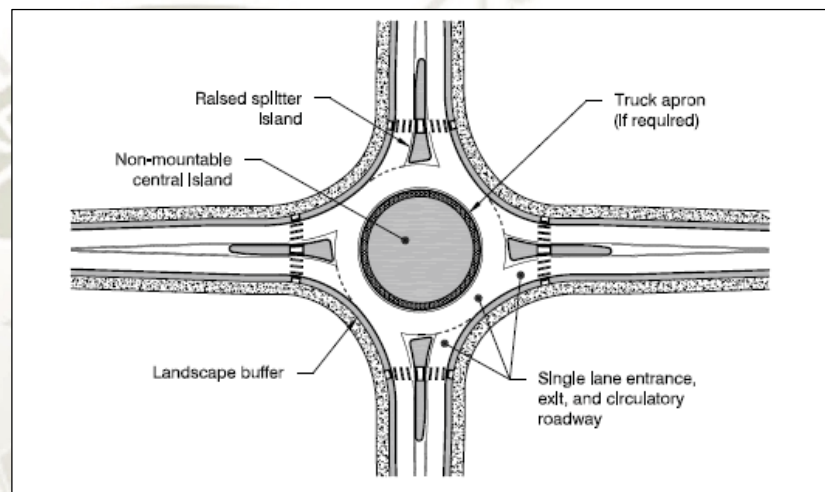


Fuente: NCHRP, report 672, second edition (2010)

2.5.2.2. ROTONDAS DE UN SOLO CARRIL

Esta rotonda se tiene la característica principal de tener una entrada de un solo carril en todos sus tramos y un carril circulatorio, se distinguen de las mini rotondas por tener diámetros circulares inscritos más grandes y las islas centrales no son transitables, el tamaño de este tipo de rotonda depende mucho de la elección del vehículo de diseño y del derecho de paso disponible (NCHRP, report 672, second edition, 2010).

Imagen 10: Características de la rotonda típica de un solo carril

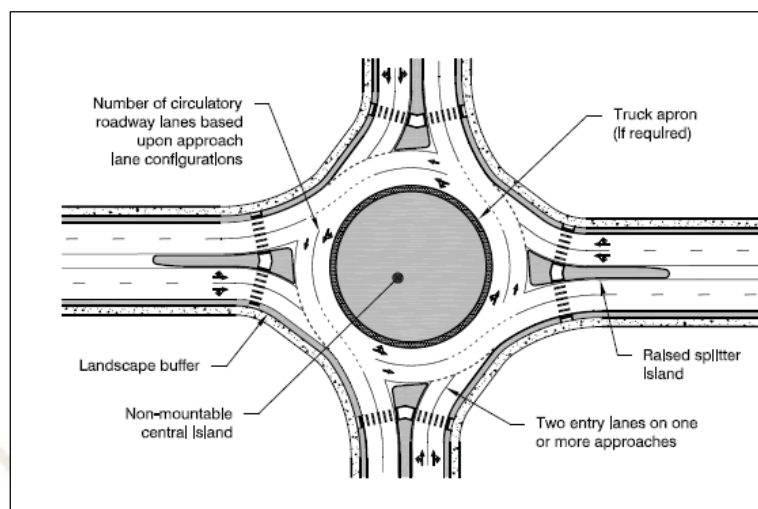


Fuente: NCHRP, report 672, second edition (2010)

2.5.2.3. ROTONDAS DE VARIOS CARRILES

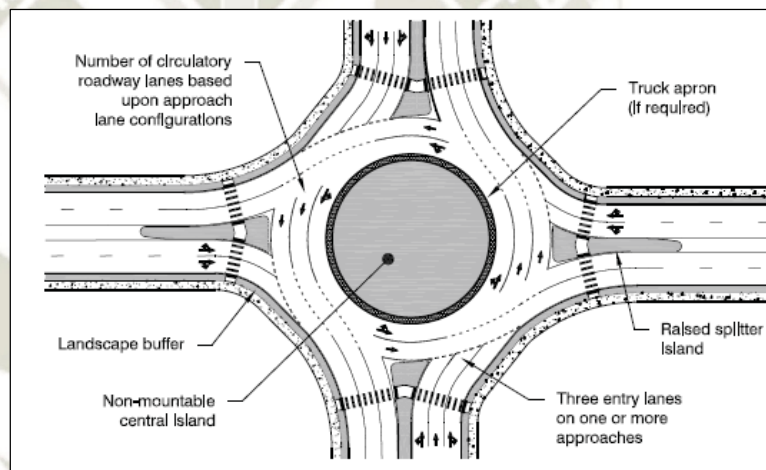
Las rotondas de varios carriles tienen una entrada con dos o más carriles. Este tipo de rotonda puede tener diferente número de carriles en uno o más accesos (como ejemplo la rotonda puede tener entradas de dos carriles en la calle principal y entradas de un carril en la calle secundaria). También pueden incluir entradas en uno o más accesos que se ensanchan de uno a dos o más carriles. En este tipo de rotondas las velocidades en la entrada a la calzada circulatoria y en salida son similares o pueden ser levemente más altas que en rotondas de un solo carril. En nuestro caso de estudio el óvalo Apacheta cumple las características de ser una rotonda de varios carriles teniendo tanto dos carriles de entrada como dos carriles de salida (NCHRP, report 672, second edition, 2010).

Imagen 11: Características de una rotonda típica de dos carriles



Fuente: NCHRP, report 672, second edition (2010)

Imagen 12: Características de una rotonda típica de tres carriles



Fuente: NCHRP, report 672, second edition (2010)

2.6. ROTONDAS SEGÚN HCM 2016

Las rotondas son intersecciones con una forma generalmente circular, cuya característica principal es la de ceder entrada y circulación alrededor de una isla central, los procedimientos mostrados en esta metodología permitirán al analista evaluar el desempeño operativo de una rotonda existente o planificada de un carril o dos carriles, dados los niveles de demanda de tráfico (Transportation Research Board of the National Academies (HCM), 2016).

2.6.1. CONCEPTOS

Este capítulo presenta los procedimientos para analizar las rotondas, presenta las características únicas de la capacidad de las rotondas y presenta la terminología específica de las rotondas.

Entre los modelos de análisis de intersecciones, tenemos dos categorías, las cuales son: Los modelos de regresión (que utilizan datos de campo para desarrollar relaciones derivadas estadísticamente entre características geométricas y medidas de rendimiento como la capacidad y el retraso) y los modelos analíticos (que se basan en la teoría del flujo de tráfico combinada con medidas de campo del comportamiento del conductor, lo que da como resultado una formulación analítica de la relación entre esas medidas de campo y medidas de rendimiento como la capacidad y el retraso).

Ambos tipos de modelos son aplicables a rotondas. El procedimiento presentado en este capítulo, que se basa en un análisis reciente de datos de campo de EE. UU., Incorpora una combinación de regresión simple basada en carriles y modelos de aceptación de espacios para rotondas de carril único y de carril doble. Como resultado, los modelos de capacidad de este capítulo se centran en una entrada de una rotonda a la vez. La rotonda se considera en su totalidad solo en la determinación del flujo en conflicto para la entrada en consideración (Transportation Research Board of the National Academies (HCM), 2016).

2.6.1.1. CONCEPTOS DE CAPACIDAD

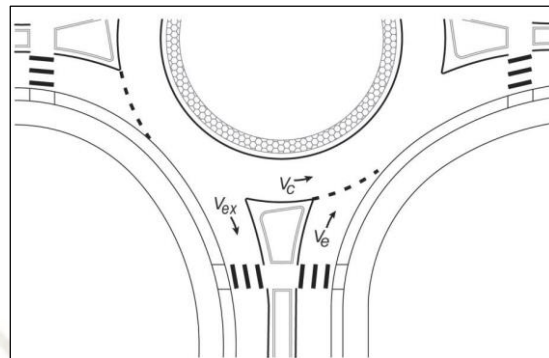
La capacidad de una aproximación rotonda está directamente influenciada por los patrones de flujo. Los tres flujos de interés, el flujo entrante v_e , el flujo circulante v_c y el flujo saliente v_s .

La capacidad de un enfoque disminuye a medida que aumenta el flujo conflictivo. En general, el flujo conflictivo principal es el flujo circulante que pasa directamente frente a la entrada del sujeto, este flujo circulante entra en conflicto directamente con el flujo de entrada, pero el flujo de salida también puede afectar la decisión del conductor de ingresar a la rotonda. Este fenómeno es similar al efecto de la corriente que gira a la derecha que se acerca desde el lado izquierdo de una intersección de dos vías controlada por STOP.

Hasta que estos conductores completen su maniobra de salida o giro a la derecha, puede haber cierta incertidumbre en la mente del conductor en la línea de ceder el paso o de parada sobre las intenciones del vehículo que sale o gira. Sin embargo, aunque este efecto puede tener influencia en algunos casos, incluirlo no mejoró

significativamente el ajuste general de los modelos de capacidad a los datos

Imagen 13: Análisis en un tramo de rotonda



Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

"USA. los conductores actualmente parecen mostrar más vacilación y precaución al usar rotondas que los conductores de otros países, lo que da como resultado una menor capacidad observada".

Cuando el caudal en conflicto se acerca a cero, el caudal de entrada máximo viene dado por 3.600 s/h dividido por el avance de seguimiento, que es igual al caudal de saturación para un movimiento que recibe una indicación verde en una intersección señalizada. En niveles altos de flujo entrante y conflictivo, prioridad limitada (en la que el tráfico circulante ajusta sus pasos para permitir que entren los vehículos que entran).

Cuando un enfoque opera sobre la capacidad durante el período de análisis, puede ocurrir una condición conocida como restricción de capacidad. Durante esta condición, el flujo circulante real aguas abajo de la entrada restringida será menor que la demanda. Por lo tanto, la reducción del flujo circulante real puede aumentar la capacidad de las entradas aguas abajo afectadas durante esta condición.

ROTONDAS DE UN SOLO CARRIL

La capacidad que existe en una rotonda de un solo carril de entrada en conflicto con un carril de circulación, se basa en el flujo en conflicto. La ecuación para estimar la capacidad se da la siguiente ecuación:

$$C_{e,pce} = 1380e^{(-1.02*10^{-3})*v_{c,pce}}$$

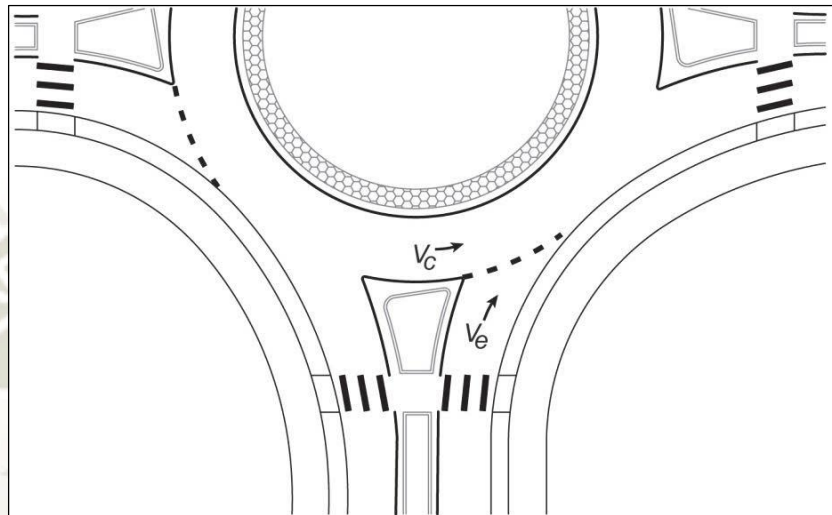
Ecuación 1

dónde

capacidad de carril, ajustada para vehículos pesados (pc/h)

caudal conflictivo (pc / h).

Imagen 14: Ejemplo de entrada de un carril en conflicto por un carril circulante



Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

El modelo de capacidad presentado anteriormente refleja las observaciones realizadas en las rotondas de EE. UU., en 2012. Se observó una variación considerable en la capacidad en varias regiones del país y con diferentes sitios dentro de una región. Por lo tanto, se recomienda la calibración local de los modelos de capacidad para reflejar mejor el comportamiento del conductor local.

ROTONDAS DE VARIOS CARRILES

Las rotondas de varios carriles tienen más de un carril en al menos una entrada y al menos parte de la calzada circulatoria. El número de carriles de entrada, circulación y salida puede variar a lo largo de la rotonda. Debido a las muchas variaciones posibles, la complejidad computacional es mayor para las rotondas de varios carriles que para las rotondas de un solo carril.

Si la vía de circulación realmente funciona como una instalación de varios carriles, entonces los automovilistas en la entrada perciben los huecos en los carriles internos y externos de alguna manera

integrada. Algunos conductores que opten por ingresar a la rotonda por el carril de entrada derecho cederán el paso a todo el tráfico en la calzada circulatoria debido a su incertidumbre sobre la trayectoria de los vehículos circulantes. Además, el comportamiento de los vehículos en circulación puede verse afectado por la presencia o ausencia de marcas de carril dentro de la calzada circulatoria.

Para las rotondas con hasta dos carriles circulantes, que es el único tipo de rotonda de varios carriles abordados por la metodología analítica en este capítulo, las entradas y salidas pueden ser de uno o dos carriles de ancho (más un posible carril de desvío a la derecha). El modelo de capacidad que se presenta a continuación refleja las observaciones que se realizaron en EE.UU. en el año 2012, por lo que se recomienda calibración local de los modelos de capacidad, para que esto ayude a reflejar de una mejor manera el comportamiento del conductor local.

El óvalo Apacheta es una rotonda de varios carriles, ya que cumple con las características descritas en la definición de este tipo de rotondas.

- **Capacidad para entradas de dos carriles en conflicto por un carril de circulación**

La presente ecuación nos da la capacidad de cada carril de entrada en conflicto por un carril de circulación.

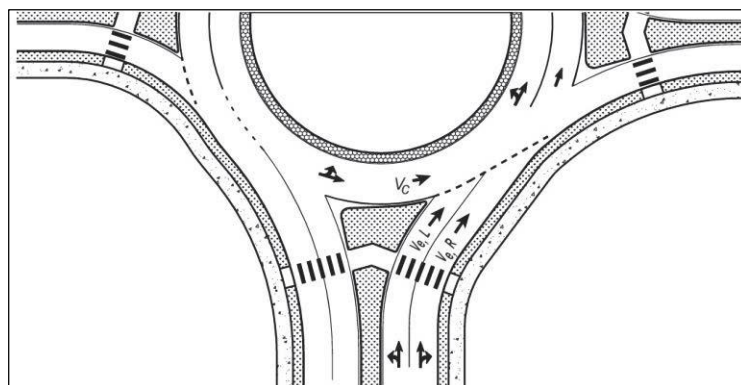
$$C_{e,pce} = 1420e^{(-0.91 \cdot 10^{-8}) \cdot v_{c,pce}} \quad \text{Ecuación 2}$$

dónde

capacidad de carril, ajustada para vehículos pesados (pc/h)

caudal conflictivo (pc / h).

Imagen 15: Ejemplo de entrada de dos carriles en conflicto por un carril circulante



Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

▪ Capacidad para entradas de un carril en conflicto por dos carriles circulantes

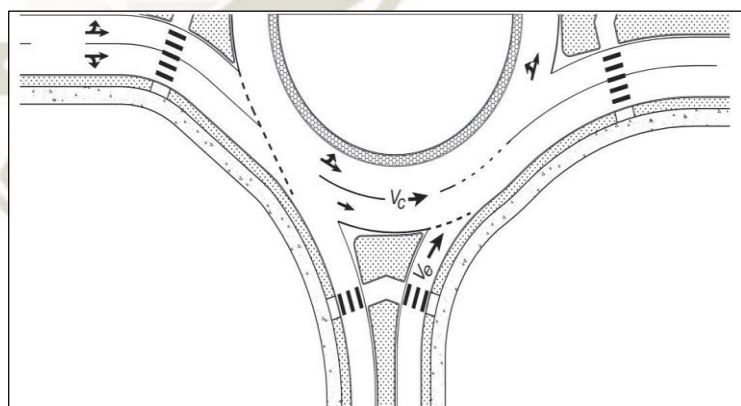
La presente ecuación nos da la capacidad de una entrada de una rotonda de un carril en conflicto por dos carriles circulantes.

$$C_{e,pce} = 1420e^{(-0.85 \cdot 10^{-3}) \cdot v_{c,pce}} \quad \text{Ecuación 3}$$

dónde

capacidad de carril, ajustada para vehículos pesados (pc/h)
caudal conflictivo (pc / h).

Imagen 16: Ejemplo de entrada de un carril en conflicto por dos carriles circulantes



Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

▪ **Capacidad para entradas de dos carriles en conflicto por dos carriles circulantes**

Las siguientes ecuaciones mostradas nos dan la capacidad de los carriles derecho e izquierdo, respectivamente, de una entrada de rotonda de dos carriles en conflicto por dos carriles circulantes.

$$C_{e,R,pce} = 1420e^{(-0.85*10^{-3})*v_{c,pce}} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$C_{e,L,pce} = 1350e^{(-0.92*10^{-3})*v_{c,pce}} \quad \text{Ecuación 5}$$

dónde

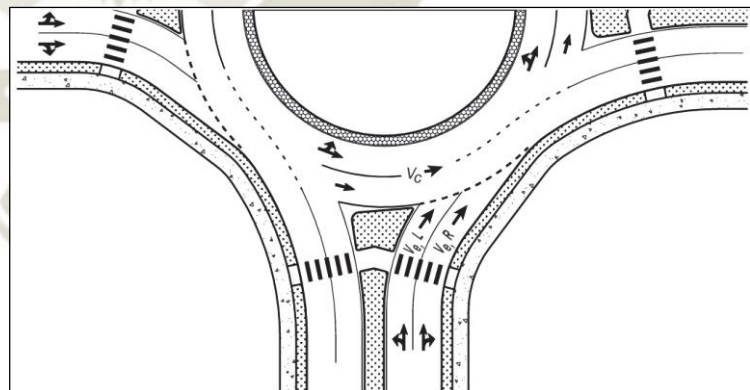
capacidad del carril de entrada derecho, ajustada para vehículos pesados (pc / h).

capacidad del carril de entrada izquierdo, ajustado para vehículos pesados (pc / h)

caudal conflictivo (total de ambos carriles) (pc / h).

“La capacidad del carril izquierdo de un acceso a una rotonda es menor que la capacidad del carril derecho.”

Imagen 17: Ejemplo de entrada de dos carriles en conflicto por dos carriles circulantes

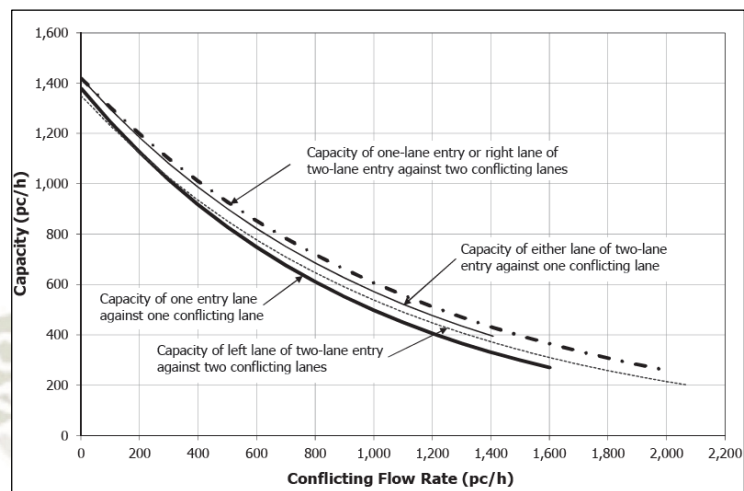


Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

Las capacidades calculadas para cada carril en equivalentes de vehículos de pasajeros por hora se ajustan a vehículos por hora, como se describe más adelante en esta sección.

La siguiente imagen presenta un gráfico que muestra las ecuaciones de capacidad de entrada.

Imagen 18: Capacidad de entradas de un solo carril y de varios carriles



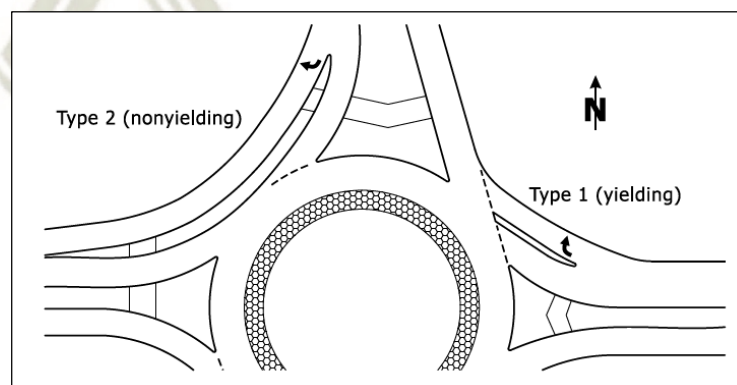
Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

▪ Carriles de desvío para girar a la derecha

Se utilizan dos tipos comunes de carriles de desvío para dar vuelta a la derecha en las rotondas de un solo carril y de varios carriles.

El procedimiento de capacidad del carril de derivación no incluye el efecto de que los conductores cedan el paso a los peatones.

Imagen 19: Carriles de desvío para girar a la derecha



Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

▪ Tipo 1: carril de derivación de ceder

Un carril de derivación Tipo 1 termina en un ángulo alto, con el tráfico que gira a la derecha y cede el paso al tráfico que sale.

$$C_{bypass,pce}=1380e^{(-1.02*10^{-3})*v_{ex,pce}} \quad \text{Ecuación 6}$$

La capacidad de un carril de derivación opuesto a dos carriles de salida se puede aproximar utilizando la siguiente ecuación:

$$C_{bypass,pce}=1420e^{(-0.85*10^{-3})*v_{ex,pce}} \quad \text{Ecuación 7}$$

dónde

$c_{bypass, pce}$ = capacidad del carril de bypass, ajustado para vehículos pesados (pc / h)

$v_{ex, pce}$ = caudal de salida en conflicto (pc / h).

▪ Tipo 2: Carril de desvío sin desvío

Un carril de derivación Tipo 2 se fusiona en un ángulo bajo con el tráfico que sale o forma un nuevo carril adyacente al tráfico que sale.

Capacidad de salida

Una investigación alemana sugiere que la capacidad de un carril de salida, que representa el tráfico de peatones y bicicletas en un área urbana típica, está en el rango de 1200 a 1300 vehículos por hora. Sin embargo, se advierte al analista que también evalúe los requisitos de los carriles de salida sobre la base de los números y arreglos de los carriles vehiculares.

2.6.2. CRITERIOS DE NIVEL DE SERVICIO

Los criterios de LOS para vehículos motorizados en rotondas que se dan en la siguiente tabla, como se indica, Los niveles de servicio F se asigna si la relación volumen-capacidad de un carril excede 1 independientemente del retardo de control. Para la evaluación de los niveles de servicio en los niveles de aproximación e intersección, los criterios se basan únicamente en el

retardo de control. Sin embargo, en el momento de la publicación de esta edición del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM), no había ninguna investigación disponible sobre la percepción de los viajeros sobre la calidad del servicio en las rotondas. En ausencia de dicha investigación, la medida del servicio y los umbrales se han hecho consistentes con los de otras intersecciones no señalizadas, principalmente sobre la base de una formulación similar de retardo de control.

Tabla 3: Criterios nivel de servicio: Modo de vehículo motorizado

Retardo de control (s/veh)	Relación Volumen-Capacidad	
0 – 10	A	F
> 10 – 15	B	F
> 15 – 25	C	F
> 25 – 35	D	F
> 35 – 50	E	F
> 50	F	F

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

Nota: Para aproximaciones y evaluación en toda la intersección, nivel de servicio se define únicamente por el retardo de control

2.6.3. METODOLOGÍA PRINCIPAL DEL VEHÍCULO MOTORIZADO

2.6.3.1. ALCANCE DE LA METODOLOGÍA

La metodología no se aplica necesariamente a otro tipo de intersecciones circulares, como rotativas, rotondas vecinales o rotondas señalizadas, ya que este tipo de intersecciones circulares suelen tener elementos geométricos o de control de tráfico que se desvían de los utilizados en rotondas.

Esta sección se centra en el funcionamiento de rotondas. Esta versión de los procedimientos de análisis de rotondas se basa principalmente en estudios realizados para el trabajo de actualización de la Administración Federal de Carreteras realizado para el Proyecto NCHRP 03-65.

2.6.3.2. Límites espaciales y temporales

El procedimiento analítico presentado en esta sección asume que los límites del análisis son la rotonda en sí, incluidos los cruces

peatonales asociados. Las herramientas alternativas discutidas en esta sección pueden, en algunos casos, expandir los límites del análisis para incluir intersecciones adyacentes. La metodología que se presenta aquí analiza los vehículos motorizados, los peatones y las bicicletas.

La duración recomendada del período de análisis es el estándar de HCM de 15 minutos (aunque se pueden examinar períodos más largos).

2.6.3.3. Medidas de desempeño

Este método produce las siguientes medidas de rendimiento:

- Relación volumen-capacidad,
- Control de retardo,
- LOS basado en el retardo de control, y
- Longitud de la cola del percentil 95.

2.6.3.4. Limitaciones de la Metodología

Los procedimientos presentados en esta sección cubren muchas de las situaciones típicas que un usuario puede encontrar en la práctica. Sin embargo, para algunas aplicaciones, las herramientas alternativas pueden producir un análisis más preciso. Las siguientes limitaciones, indicadas anteriormente en esta sección, pueden abordarse utilizando las herramientas de simulación disponibles. Las condiciones más allá del alcance de este capítulo que son tratadas explícitamente por herramientas alternativas incluyen

- Señales para peatones o balizas híbridas en los cruces peatonales de las rotondas,
- Medición de señales en uno o más enfoques,
- Señales adyacentes o rotondas,
- Inversión de prioridad bajo caudales extremadamente altos,
- Altos niveles de actividad de peatones o bicicletas,
- Más de dos carriles de entrada en una aproximación, o
- Carriles de entrada ensanchados.

“La inversión de prioridad puede ocurrir cuando el tráfico que ingresa domina una entrada, lo que hace que el tráfico en circulación ceda el paso.”

“Una entrada abocinada típica es aquella que se ensancha de un carril de acceso a dos carriles de entrada. Son posibles otras combinaciones de abocinamiento, incluyendo abocinamientos de ancho de carril.”

Algunas de las aplicaciones más comunes de herramientas alternativas para superar las limitaciones de los procedimientos presentados en esta sección se analizan en las siguientes subsecciones.

2.6.3.5. Efectos de interacción con otros dispositivos de control de tráfico

Se pueden modelar varias situaciones comunes con herramientas alternativas:

- Señales para peatones o balizas híbridas en los cruces peatonales de las rotondas. Estos dispositivos, descritos en detalle en el Manual sobre dispositivos uniformes de control de tráfico para calles y carreteras, se pueden usar en una variedad de aplicaciones, incluidas las siguientes:

- Altos flujos de vehículos en los que las brechas que ocurren naturalmente en el tráfico de vehículos o el rendimiento vehicular para los peatones es insuficiente;
- Altos flujos de peatones en los que la actividad de cruce de peatones sin restricciones puede crear una capacidad de vehículos motorizados insuficiente; y
 - Señales de medición en accesos a rotondas. Estas señales se utilizan a veces en aplicaciones en las que un flujo de entrada dominante reduce la capacidad de entrada aguas abajo a cero o casi cero. Una señal de medición puede crear huecos en el flujo dominante a intervalos regulares o según lo dictado haciendo cola en la entrada aguas abajo.
 - Intersecciones cercanas o dispositivos de control de tráfico en los que interactúan las colas o los efectos del uso de carriles. Estas intersecciones cercanas pueden tener cualquier tipo de control, incluida la señalización, el control de PARADA o el control de RENDIMIENTO

(como en otra rotonda). Las aplicaciones también podrían incluir tratamientos sin intersección, como rampas de autopistas.

2.6.3.6. Entradas ensanchadas o aplicaciones de carril corto

Las entradas abocinadas o las aplicaciones de carril corto a veces se utilizan en las rotondas para agregar capacidad en la entrada sin ampliar sustancialmente el acceso corriente arriba de la entrada.

2.6.3.7. Rotondas de tres carriles

Las rotondas de tres carriles no están incluidas en la metodología descrita en esta sección, pero pueden analizarse mediante una serie de herramientas alternativas. Tenga en cuenta que no hay datos disponibles para rotondas de tres carriles en el material de origen para la metodología de este capítulo, por lo que el analista debe tener cuidado al estimar los parámetros de calibración.

2.6.3.8. Fuentes y datos de entrada requeridos

Para aplicar la metodología de vehículos motorizados se sugiere fuentes potenciales para obtener estos datos. También sugiere valores predeterminados para usar cuando la información específica de la intersección no esté disponible.

Todos los valores predeterminados generales para las instalaciones de flujo interrumpido pueden aplicarse al análisis de rotondas en ausencia de datos de campo o proyecciones de condiciones.

Para una rotonda de dos carriles en los accesos no se podría usar la referencia anterior. En estos casos, en ausencia de estos datos se podría tomar la referencia los datos presentados en el siguiente cuadro.

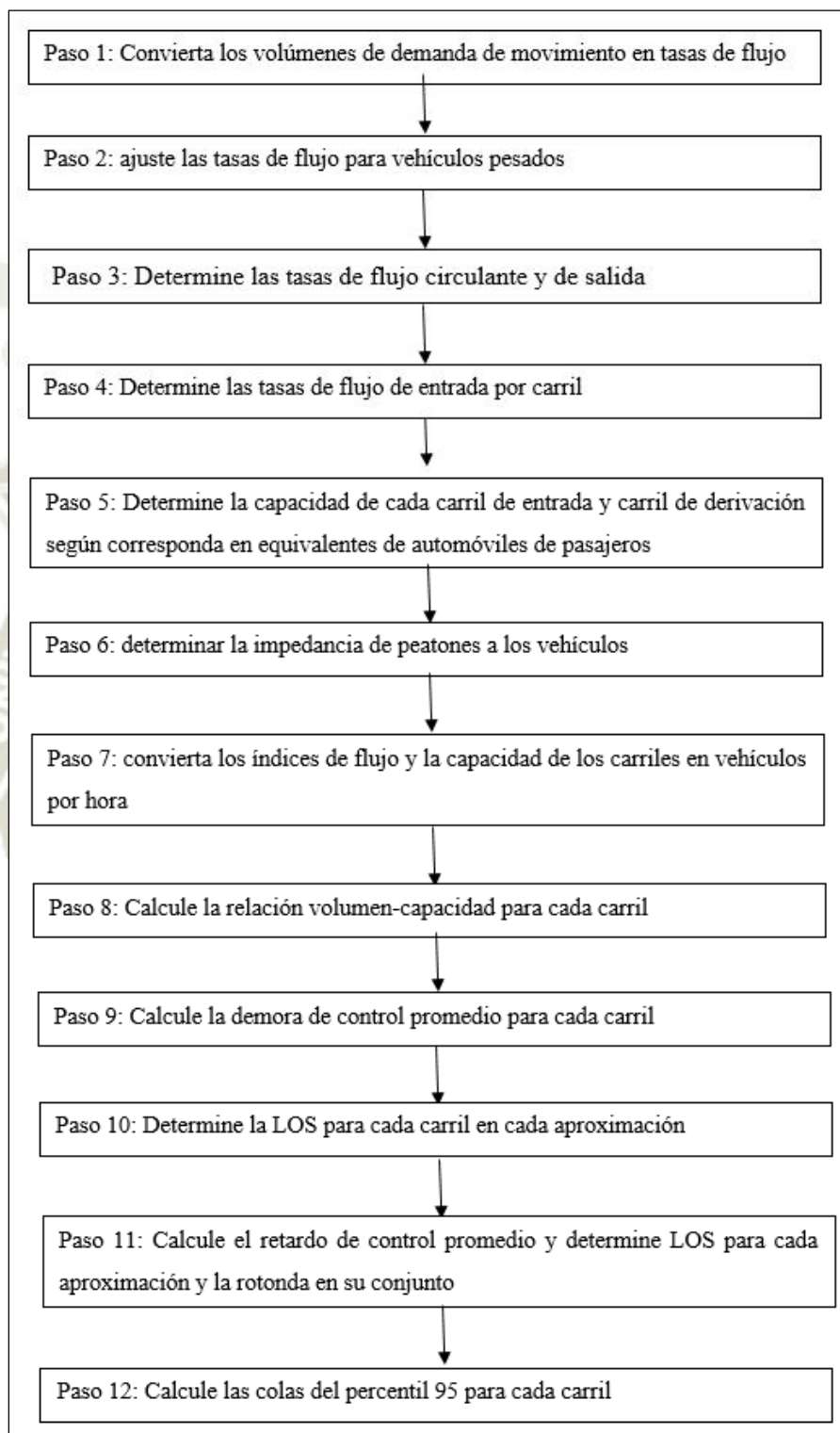
Tabla 4: Datos de entrada necesarios, posibles fuentes de datos y valores predeterminados para el análisis de vehículos motorizados en rotonda

Unidades y datos requeridos	Fuente de datos potencial (s)	Valor predeterminado sugerido
Datos geométricos		
Número y configuración de carriles en cada acceso	Planos de diseño, inventario de carreteras	Debe ser provisto
Datos de demanda		
Volumen de demanda de movimiento de giro por hora (veh / h) Y factor de hora pico O	Datos de campo, modelado	Debe ser provisto
Caudal de demanda de movimiento de giro por hora (veh / h)		
Duración del período de análisis (min)	Establecido por el analista	15 min (0.25 h)
Factor de hora pico (decimal)	Datos de campo	0.92
Porcentaje de vehículos pesados (%)	Datos de campo	3%
Utilización de carriles	Datos de campo	De izquierda a + a derecha: % de tráfico en el carril izquierdo: 0,47 a % de tráfico en el carril derecho: 0,53 a De izquierda a derecha + derecha: % de tráfico en el carril izquierdo: 0,47 a % de tráfico en el carril derecho: 0,53 a Izquierda + izquierda-a-derecha: % de tráfico en el carril izquierdo: 0,53 a % de tráfico en el carril derecho: 0,47 a

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

2.6.4. PASOS DE LA METODOLOGÍA DE ROTONDA

Imagen 20: Metodología para rotondas



Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

2.6.4.1. Paso 1: Convierta los volúmenes de demanda de movimiento en tasas de flujo

Para un análisis de las condiciones existentes en las que el período máximo de 15 minutos se puede medir en el campo, cada volumen de demanda de movimiento de giro se convierte en un caudal de demanda dividiendo por el factor de hora pico, como se ve en la siguiente ecuación:

$$v_i = \frac{V_i}{PHF} \quad \text{Ecuación 8}$$

dónde

v_i = caudal de demanda para el movimiento i (veh / h),

V_i = volumen de demanda para el movimiento i (veh / h), y

PHF = factor de hora pico (Transportation Research Board of the National Academies, 2016).

Si se utilizan factores de hora pico para cada enfoque o movimiento individual, es probable que generen volúmenes de demanda de un período de 15 minutos que estén en aparente conflicto con los volúmenes de demanda de otro período de 15 minutos, pero en realidad estos volúmenes máximos no ocurren al mismo tiempo.

Si se utilizan períodos de 15 minutos, el PHF puede calcularse mediante la siguiente ecuación;

$$PHF = \frac{V}{4 * V_{15}} \quad \text{Ecuación 9}$$

dónde

PHF = factor de hora pico,

V = volumen horario (veh / h), y

V_{15} = volumen durante el pico 15 min de la hora de análisis (veh / 15 min) (Transportation Research Board of the National Academies, 2016)

2.6.4.2. Paso 2: ajuste las tasas de flujo para vehículos pesados

La tasa de flujo para cada movimiento debe ajustarse para tener en cuenta las características de la corriente del vehículo mediante el uso de factores dados:

Tabla 5: Equivalente a automóviles de pasajeros

Equivalente de automóvil de pasajeros,	
Tipo de vehículo	Et
Auto de pasajeros	1
Vehículo pesado	2

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

Con los valores de la tabla podemos calcular las siguientes ecuaciones;

$$v_{i,pce} = \frac{v_i}{f_{HV}} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} \quad \text{Ecuación 11}$$

dónde

$v_{i,pce}$ = caudal de demanda para el movimiento i (pc/h),

v_i = caudal de demanda para el movimiento i (veh/h),

f_{HV} = factor de ajuste de vehículos pesados,

P_T = proporción del volumen de demanda que consiste en vehículos pesados

E_T = equivalente de turismos para vehículos pesados (Transportation Research Board of the National Academies, 2016).

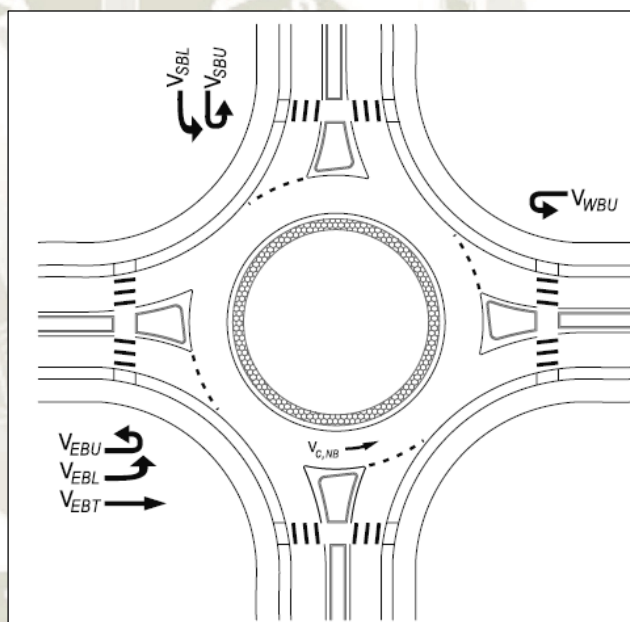
2.6.4.3. Paso 3: Determine las tasas de flujo circulante y de salida

Los caudales circulantes y salientes se calculan para cada tramo de rotonda. A continuación, se presentan una metodología numérica para una rotonda de cuatro tramos, esta metodología puede extenderse a cualquier número de tramos.

Tasa de flujo circulante

El flujo circulante que se opone a una entrada determinada se define como el flujo que entra en conflicto con el flujo de entrada (es decir, el flujo que pasa frente a la isla divisoria junto a la entrada en cuestión). El cálculo de la tasa de flujo circulante para la tasa de flujo circulante en dirección norte como se ilustra a continuación. Todos los cálculos están efectuados en equivalentes de automóviles de pasajeros (Transportation Research Board of the National Academies, 2016).

Imagen 21: Cálculo del flujo circulante



Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

Todos los flujos están en equivalentes de automóviles de pasajeros, la siguiente ecuación nos muestra la tasa de flujo circulante en dirección norte.

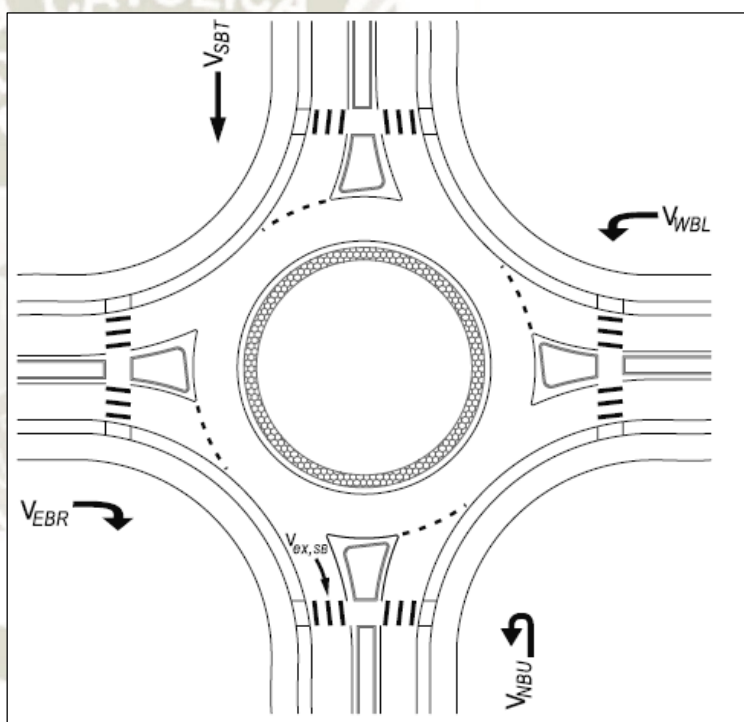
$$v_{c,NB,pce} = v_{WBU,pce} + v_{SBL,pce} + v_{SBU,pce} + v_{EBT,pce} + v_{EBL,pce} + v_{EBU,pce} \quad \text{Ecuación 12}$$

Tasa de flujo de salida

La tasa de flujo de salida para un tramo determinado se usa principalmente en el cálculo de flujo conflictivo para carriles de desvío que giran a la derecha. Si hay un carril de derivación en la entrada inmediata aguas arriba, el flujo que gira a la derecha utilizando el carril de derivación se deduce del flujo de salida.

El cálculo del flujo de salida para la salida en dirección sur se ilustra a continuación

Imagen 22: Cálculo del flujo de salida



Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

Si hay un carril de desvío en la entrada inmediata aguas arriba, el flujo de giro a la derecha que usa el carril de desvío se deduce del flujo de salida. Todos los flujos están en equivalentes de automóviles de pasajeros, el cálculo del flujo de salida en dirección sur tiene la siguiente ecuación:

$$v_{ex,SB,pce} = v_{NBU,pce} + v_{WBL,pce} + v_{SBT,pce} + v_{EBR,pce} - v_{ERB,pce,bypass} \quad \text{Ecuación 13}$$

2.6.4.4. Paso 4: Determine las tasas de flujo de entrada por carril

Para las entradas de un solo carril, la tasa de flujo de entrada es la suma de todas las tasas de flujo de movimiento que utilizan esa entrada. Para entradas de varios carriles o entradas con carriles de desvío, o ambos, se puede usar el siguiente procedimiento para asignar flujos a cada carril:

- Si se proporciona un carril de desvío para girar a la derecha, el flujo que usa el carril de desvío se elimina del cálculo de los flujos de entrada a la rotonda.
- Si solo hay un carril disponible para un movimiento determinado, el flujo para ese movimiento se asigna solo a ese carril.
- Se asume que los flujos restantes se distribuyen en todos los carriles, sujeto a las limitaciones impuestas por cualquier asignación de carril designada o de facto y cualquier desequilibrio de utilización de carril observado o estimado. Con este procedimiento se pueden analizar cinco casos generalizados de varios carriles. Para los casos en los que un movimiento puede usar más de un carril, primero se debe hacer una verificación para determinar cuál puede ser la configuración de carril supuesta. Esto puede diferir de la asignación de carril designada según los patrones de movimiento de giro específicos que se analizan. Un carril de facto es uno designado para múltiples movimientos pero que puede operar como un carril exclusivo debido a una demanda de movimiento dominante. Un ejemplo común es un carril de paso a la izquierda con un caudal de giro a la izquierda que supera en gran medida el caudal de paso

Tabla 6: Asignaciones de carril asumidas (de facto)

Asignación de carril designado	Asignación de carril asumido
LT,TR	$Si V_U + V_L > V_T + V_{R,e}: L, TR$ (carril de facto para dar vuelta a la izquierda)
	$Si V_{R,e} > V_U + V_{R,e} + V_L + V_T: LT, R$ (carril de facto para dar vuelta a la derecha)
	Else LT,TR
L,LTR	$Si V_T + V_{R,e} > V_U + V_L: L, TR$ (de facto por el carril derecho)
	Else L,LTR
LTR,R	$Si V_U + V_L > V_{R,e}: LT, R$ (de facto por el carril izquierdo)
	Else LTR,R

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

Nota: v_U, v_L, v_T y v_R, e son los caudales de giro en U, giro a la izquierda,

pasante y giro a la derecha sin derivación utilizando una entrada determinada, respectivamente. L = izquierda, LT = de izquierda a derecha, TR = de derecha a izquierda, LTR = de izquierda a derecha y R = derecha.

Sobre la base de la asignación de carril asumida para la entrada y el efecto de utilización de carril descrito anteriormente, las tasas de flujo se pueden designar a cada carril utilizando las fórmulas que se dan en la siguiente tabla:

Tabla 7: Asignaciones de volumen para entradas de dos carriles

Caso	Asignación de carril asumida	Carril izquierdo	Carril derecho
1	L,T-R	$v_U + v_L$	$v_T + v_{R,e}$
2	L-T,R	$v_U + v_L + v_T$	$v_{R,e}$
3	L-T,R	$(\%LL)v_e$	$(\%RL)v_e$
4	L,L-T-R	$(\%LL)v_e$	$(\%RL)v_e$
5	L-T-R,R	$(\%LL)v_e$	$(\%RL)v_e$

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

Notas: v_U , v_L , v_T y v_R , e son los caudales de giro en U, giro a la izquierda, pasante y giro a la derecha sin derivación utilizando una entrada determinada, respectivamente. L = izquierda; LT = de izquierda a derecha; TR = a través de la derecha; LTR = de izquierda a derecha; R = derecha; % RL = porcentaje de tráfico de entrada que usa el carril derecho; % LL = porcentaje de tráfico de entrada que usa el carril izquierdo. % LL + % RL = 1.

2.6.4.5. Paso 5: Determine la capacidad de cada carril de entrada y carril de derivación según corresponda en equivalentes de automóviles de pasajeros

La capacidad de cada carril de entrada y carril de desvío se calcula utilizando las ecuaciones de capacidad discutidas anteriormente. Las ecuaciones de capacidad para los carriles de entrada se resumen en el presente cuadro:

Tabla 8: Ecuaciones de capacidad para carriles de entrada

Carriles de entrada	Carriles circulantes conflictivos	Ecuación de capacidad
1	1	$C_{pce} = 1380e^{(-1.02*10^{-3})v_{c,pce}}$
2	1	$C_{e,pce} = 1420e^{(-0.91*10^{-3})v_{c,pce}}$
1	2	$C_{e,pce} = 1420e^{(-0.85*10^{-3})v_{c,pce}}$
2	2	$C_{e,R,pce} = 1420e^{(-0.85*10^{-3})v_{c,pce}}$ $C_{e,L,pce} = 1350e^{(-0.92*10^{-3})v_{c,pce}}$

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (HCM), 2016

Tabla 9: Ecuaciones de capacidad para carriles de derivación

Carriles de salida conflictivos	Ecuación de capacidad
1	$C_{bypass,pce} = 1380e^{(-1.02*10^{-3})v_{ex,pce}}$
2	$C_{bypass,pce} = 1420e^{(-0.85*10^{-3})v_{ex,pce}}$

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

2.6.4.6. Paso 6: Determine la impedancia de los peatones hacia los vehículos

El tráfico de peatones puede reducir la capacidad vehicular de una entrada a una rotonda si hay suficientes peatones presentes y estos hacen valer el derecho de paso que normalmente se otorga a los peatones en la mayoría de las jurisdicciones, en nuestro caso de análisis no lo consideraremos ya que el número de peatones que mostraron una interferencia al tráfico en nuestra área de estudio fue insignificante.

Tabla 10: Modelo de factor de ajuste de capacidad de entrada para peatones que cruzan una entrada de dos carriles (asumiendo prioridad para peatones)

Caso	Factor de ajuste de capacidad de entrada de dos carriles para peatones
Si $n_{ped} < 100$	$f_{ped} = \min \left[1 - \frac{n_{ped}}{100} \left(1 - \frac{1260.6 - 0.329v_{c,pce} - 0.381 * 100}{1380 - 0.5v_{c,pce}} \right), 1 \right]$
Mas	$f_{ped} = \min \left[1 - \frac{n_{ped}}{100} \left(1 - \frac{1260.6 - 0.329v_{c,pce} - 0.381 * 100}{1380 - 0.5v_{c,pce}} \right), 1 \right]$

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

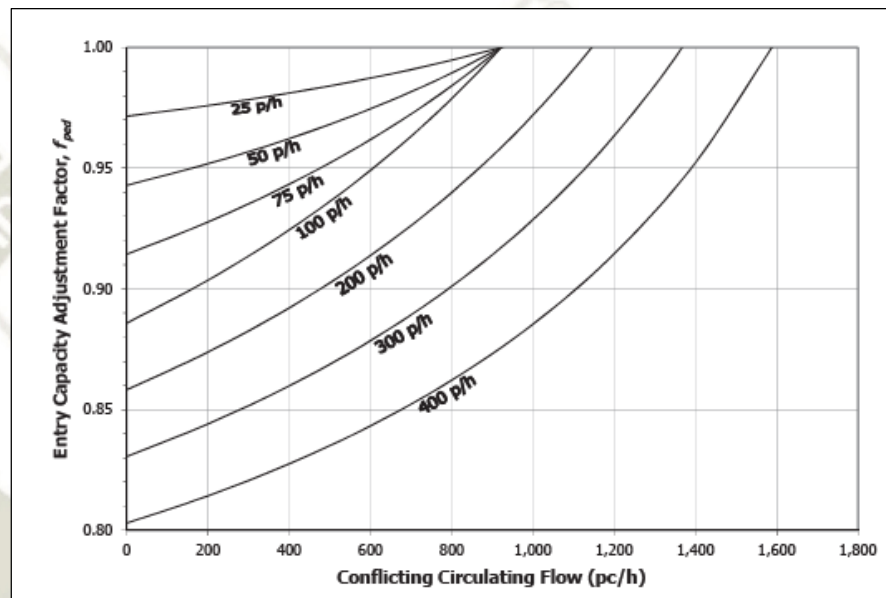
dónde

f_{ped} = factor de ajuste de capacidad de entrada para peatones,

n_{ped} = número de peatones en conflicto por hora (p / h), y

v_c , p_{ce} = caudal vehicular en conflicto en la calzada circulatoria (pc/h).

Imagen 23: Ilustración del factor de ajuste de la capacidad de entrada para peatones que cruzan una entrada de dos carriles (asumiendo prioridad para peatones).



Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

2.6.4.7. Paso 7: Convierta las tasas de flujo y las capacidades de los carriles en vehículos por hora

La tasa de flujo para un carril dado se convierte nuevamente en vehículos por hora multiplicando la tasa de flujo equivalente de automóvil de pasajeros que calculamos anteriormente

$$v_i = v_{i,PCE} * f_{HV,e} \quad \text{Ecuación 14}$$

dónde

v_i = caudal para el carril i (veh / h),

$v_{i, PCE}$ = caudal para el carril i (pc / h), y

$f_{HV, e}$ = factor de ajuste de vehículo pesado para el carril (ver más abajo).

De manera similar, la capacidad para un carril dado se convierte nuevamente a vehículos por hora como se muestra en la siguiente ecuación:

$$C_i = C_{i,PCE} * f_{HV,e} * f_{ped} \quad \text{Ecuación 15}$$

dónde

C_i = capacidad del carril i (veh / h),

$C_{i,PCE}$ = capacidad del carril i (pc / h),

$f_{HV,e}$ = factor de ajuste de vehículo pesado para el carril (ver más abajo),

f_{ped} = factor de impedancia peatonal.

El factor de ajuste de vehículos pesados para cada carril de entrada se puede aproximar tomando un promedio ponderado de los factores de ajuste de vehículos pesados para cada movimiento que ingresa a la rotonda (excluyendo un carril de derivación si está presente)

Este ajuste ponderado es el siguiente:

$$f_{HV,e} = \frac{f_{HV,U} v_{U,PCE} + f_{HV,L} v_{L,PCE} + f_{HV,T} v_{T,PCE} + f_{HV,R,e} v_{R,e}}{v_{U,PCE} + v_{L,PCE} + v_{T,PCE} + v_{R,e,PCE}} \quad \text{Ecuación 16}$$

dónde

$f_{HV,e}$ = factor de ajuste de vehículos pesados para el carril de entrada,

$f_{HV,i}$ = factor de ajuste del vehículo pesado para el movimiento i , y

$v_{i,PCE}$ = caudal de demanda para el movimiento i (pc / h).

Si se conoce la asignación específica de uso de carriles por parte de vehículos pesados, los factores de ajuste de vehículos pesados se pueden calcular por separado para cada carril.

2.6.4.8. Paso 8: Calcule la relación volumen-capacidad para cada carril

Para un carril dado, la relación volumen-capacidad x se calcula dividiendo la capacidad calculada del carril entre su tasa de flujo de demanda, ambos valores de entrada están en vehículos por hora, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$x_i = \frac{v_i}{C_i} \quad \text{Ecuación 17}$$

dónde

x_i = relación volumen-capacidad del carril sujeto i ,

v_i = tasa de flujo de demanda del carril sujeto i (veh / h)

c_i = capacidad del carril sujeto i (veh / h).

2.6.4.9. Paso 9: Calcule el retardo de control promedio para cada carril

Los datos de demoras recopilados para rotondas en los Estados Unidos sugieren que las demoras de control se pueden predecir de una manera generalmente similar a la utilizada para otras intersecciones no señalizadas. Esta ecuación nos muestra el modelo que se debe usar para estimar el retraso de control promedio para cada carril de una aproximación rotonda:

$$d = \frac{3600}{c} + 900T \left(x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right)x}{450T}} \right) + 5 * \min[x, 1] \quad \text{Ecuación 18}$$

dónde

d = retardo de control promedio (s / veh),

x = relación volumen-capacidad del carril sujeto,

c = capacidad del carril sujeto (veh / h), y

T = período de tiempo (h) ($T = 0,25$ h para un análisis de 15 min).

2.6.4.10. Paso 10: Determine la LOS para cada carril en cada aproximación

El nivel de servicio para cada carril en cada aproximación se determina usando los valores calculados o medidos de la demora de control y la siguiente tabla:

Tabla 11: Niveles de servicio relación volumen-capacidad

Retardo de control (s/veh)	Relación Volumen-Capacidad	
	$v/c \leq 1$	$v/c > 1$
0 – 10	A	F
> 10 – 15	B	F
> 15 – 25	C	F
> 25 – 35	D	F
> 35 – 50	E	F
> 50	F	F

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

2.6.4.11. Paso 11: Calcule el retardo de control promedio y determine LOS para cada acceso y la rotonda en su conjunto

La demora de control para una aproximación se calcula calculando un promedio ponderado de la demora para cada carril en la aproximación, ponderado por el volumen en cada carril.

$$d_{approach} = \frac{d_{LL}v_{LL} + d_{RL}v_{RL} + d_{bypass}v_{bypass}}{v_{LL} + v_{RL} + v_{bypass}} \quad \text{Ecuación 19}$$

La demora de control para la intersección en su conjunto se calcula de manera similar calculando un promedio ponderado de la demora para cada aproximación, ponderado por el volumen en cada aproximación

$$d_{intersection} = \frac{\sum d_i * v_i}{\sum v_i} \quad \text{Ecuación 20}$$

dónde

$d_{intersection}$ = retardo de control para toda la intersección (s / veh),

d_i = retardo de control para la aproximación i (s / veh), y

v_i = caudal para la aproximación i (veh / h).

2.6.4.12. Paso 12: Calcule las colas del percentil 95 para cada carril

La cola del percentil 95 para un carril dado en una aproximación se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{95} = 900T \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right)x}{150T}} \right] * \left(\frac{c}{3600}\right) \quad \text{Ecuación 21}$$

dónde

Q_{95} = cola del percentil 95 (veh),

x = relación volumen-capacidad del carril sujeto,

c = capacidad del carril sujeto (veh / h), y

T = período de tiempo (h) ($T = 1$ para un análisis de 1 h, $T = 0,25$ para un análisis de 15 min).

2.6.5. EXTENSIÓN A LA METODOLOGIA DE VEHÍCULO MOTORIZADO

Como ya revisamos anteriormente, la investigación ha encontrado variaciones en las capacidades de las rotondas en todo Estados Unidos; las diferencias en el comportamiento del conductor y los factores geométricos son causas potenciales de esta variación. Para abordar este potencial de variación, esta sección presenta un método para calibrar los modelos de capacidad HCM para las condiciones locales.

2.6.5.1. CALIBRACIÓN DE MODELOS DE CAPACIDAD

Los modelos de capacidad presentados en la metodología previamente presentada se pueden generalizar como el modelo Sieglöch utilizando las expresiones de las siguientes ecuaciones:

$$C_{pce} = Ae^{(-Bv_c)} \quad \text{Ecuación 22}$$

$$A = \frac{3600}{t_f} \quad \text{Ecuación 23}$$

$$B = \frac{t_e - (t_f/2)}{3600} \quad \text{Ecuación 24}$$

dónde

cpce = capacidad de carril, ajustada para vehículos pesados (pc / h);

vc = flujo conflictivo (pc / h);

tc = avance (s) crítico (s); y

tf = avance (s) de seguimiento.

Las medidas de campo de avance crítico y avance de seguimiento se pueden utilizar para calibrar los modelos de capacidad.

Con esta formulación, el modelo de capacidad se puede calibrar utilizando dos parámetros: el avance crítico tc y el avance de seguimiento tf.

La investigación ha encontrado que se puede realizar una calibración razonable utilizando solo mediciones de campo del avance de seguimiento para calcular el intercepto A y reteniendo el valor de B.

Este procedimiento reconoce la dificultad de medir el avance crítico en el campo.

2.7. VARIABLES RELACIONADAS CON EL FLUJO

2.7.1. Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

El volumen horario de máxima demanda se refiere al número máximo de vehículos que pasan durante una sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos, es el que representa a todos los periodos de máxima demanda

2.7.2. Volumen de transito

El volumen de transito es el número total de vehículos que pasan por una sección transversal durante un periodo de tiempo determinado, el cual es expresado por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Ecuación 25

Donde:

Q= vehículos que pasan por unidad de tiempo (veh/periodo)

N=número total de vehículos que pasan (veh)

T= periodo determinado (unidades de tiempo)

2.7.3. Transito futuro

El transito futuro es una variable a calcular para un escenario futuro de tránsito, Para realizar esta proyección de usaremos la tasa de crecimiento poblacional de la ciudad de Arequipa la cual sacaremos del análisis que hizo el INEI de la tasa de fecundidad por departamento, 2020-2030, la cual la usaremos para a proyección de los vehículos livianos y para la proyección de los vehículos pesados el PBI de la región de Arequipa, según lo indicado por el Ministerio de transportes y comunicaciones, la siguiente formula es propuesta por el MTC donde:

$$T_F = T_A + (1 + T_C)^n$$

Ecuación 26

T_F =Transito futuro

T_A =Transito actual

n=año de estimación

T_C =Tasa de crecimiento por tipo de vehículo

Tabla 12: Perú: tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según departamento, 1940 - 2017

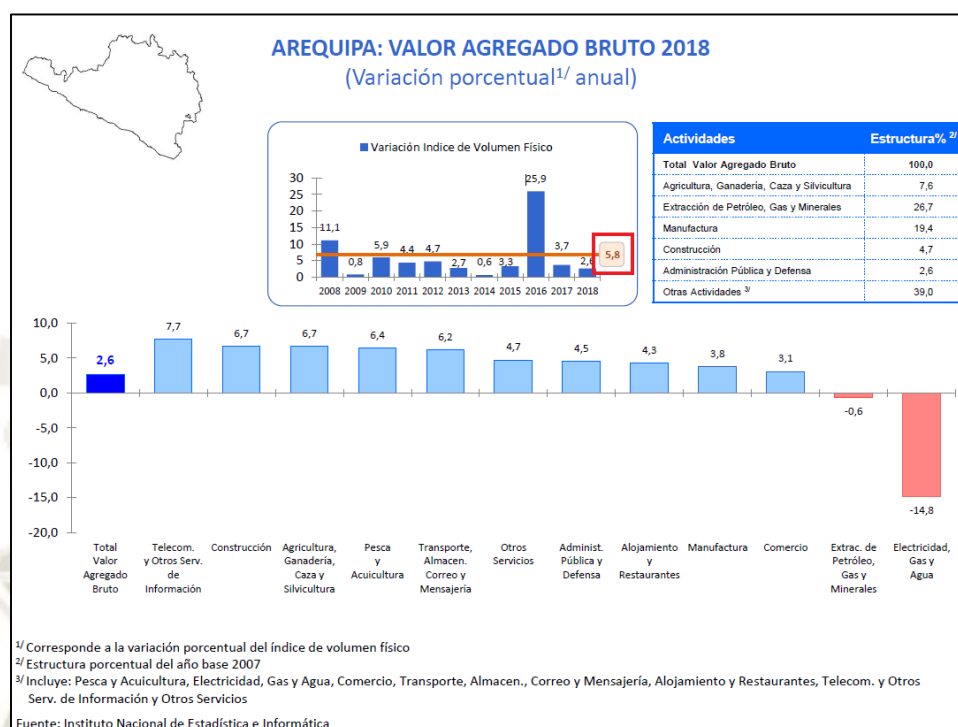
PERÚ: TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LA POBLACION CENSADA, SEGÚN DEPARTAMENTO, 1940 - 2017

Departamento	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007	2007-2017
Total	2.2	2.9	2.5	2.2	1.5	0.7
Amazonas	2.9	4.6	3	2.4	0.8	0.1
Áncash	1.5	2	1.4	1.2	0.8	0.2
Apurímac	0.5	0.6	0.5	1.4	0.4	0
Arequipa	1.9	2.9	3.2	2.2	1.6	1.8
Ayacucho	0.6	1	1.1	-0.2	1.5	0.1
Cajamarca	2	1.9	1.2	1.7	0.7	-0.3
Prov. Const. Del Callao	4.6	3.8	3.6	3.1	2.2	1.2
Cusco	1.1	1.4	1.7	1.8	0.9	0.3
Huancavelica	1	0.8	0.5	0.9	1.2	-2.7
Huánuco	1.6	2.1	1.6	2.7	1.1	-0.6
Ica	2.9	3.1	2.2	2.2	1.6	1.8
Junín	2.1	2.7	2.2	1.6	1.2	0.2
La Libertad	2	2.8	2.5	2.2	1.7	1
Lambayeque	2.8	3.8	3	2.6	1.3	0.7
Lima	4.4	5	3.5	2.5	2	1.2
Loreto	2.8	2.9	2.8	3	1.8	-0.1
Madre de Dios	5.4	3.3	4.9	6.1	3.5	2.6
Moquegua	2	3.4	3.5	2	1.6	0.8
Pasco	2	2.3	2	0.5	1.5	-1
Piura	2.4	2.3	3.1	1.8	1.3	1
Puno	1.1	1.1	1.5	1.6	1.1	-0.8
San Martín	2.6	3	4	4.7	2	1.1
Tacna	2.9	3.4	4.5	3.6	2	1.3
Tumbes	3.7	2.9	3.4	3.4	1.8	1.2
Ucayali	6.8	5.9	3.4	5.6	2.2	1.4
Provincia de Lima 1/	5.2	5.7	3.7	2.7	2	1.2
Región Lima 2/	2	1.9	1.9	1.3	1.5	0.8

Fuente: Instituto Nacional de estadística e informática (2020)

La tasa de crecimiento para vehículos livianos que usaremos será de 1.8 según la tabla presentada por el INEI

Imagen 24: Imagen gráfica de valor agregado bruto de Arequipa año 2018



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018)

Según esta grafica dada por el INEI el valor del PBI de la región de Arequipa para el año 2018 fue 5.8 en base a ello, ese valor usaremos para la tasa de crecimiento de vehículos pesados para el análisis de el transito futuro.

2.8. PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO DE AREQUIPA

En el Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016-2025, es de gran importancia el Sistema Vial, el cual se encarga de afrontar los principales problemas en el orden de articulación y transitabilidad, que en la actualidad presenta el área metropolitana de la ciudad

El objetico principal de este PDM es el de definir y caracterizar este Sistema, que ha de servir a las áreas urbanas consolidadas, a los suelos urbanizables previstos, a las nuevas áreas de centralidad propuestas y a las zonas de densificación residencial planteadas por el PDM.

Tanto las condiciones del tráfico y de la estructura vial del área metropolitana de la ciudad, hace que sea algo indispensable tener como objetivo prioritario la reorganización del tráfico y del transporte de pasajeros en la ciudad, dando un decidido impulso a la implantación de modos de transporte público de pasajeros

eficientes frente al uso del vehículo privado y a los modos de transporte público actuales.

Todo lo planteado en este Plan de Desarrollo Metropolitano en materia de vialidad y transporte tienen como objeto principal la potenciación del transporte de pasajeros, previendo en todos los nuevos ejes viales plataformas reservadas o carriles específicos para transporte público. Asimismo, se propone la integración entre los diferentes modos de transporte para optimizar los canales viales y fomentar el transporte no motorizado, mediante intercambiadores modales en los distintos niveles de transporte de pasajeros; el SIT con líneas de autobuses alimentadoras, con redes de autobuses provinciales y regionales, con red de ciclovías, con línea de cercanías ferroviaria y con el aeropuerto (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.8.1. CLASIFICACIÓN NORMATIVA DE VÍAS

El sistema Vial Urbano está compuesto de vías con diferente función y jerarquía, las cuales se han agrupado en la siguiente clasificación vial (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.8.1.1. VÍAS INTERREGIONALES

Estas vías forman parte del Sistema Nacional de Carreteras, su función es la de integrar a la ciudad de Arequipa con el resto de las regiones del país. Estas vías son destinadas principalmente al transporte interdepartamental de pasajeros y de carga.

Estas vías son:

- La Carretera de integración de la Costa: De carácter longitudinal que relaciona el área metropolitana con las ciudades y puertos localizados en la costa. Se encuentra configurado por la Variante de Uchumayo y la Panamericana Sur.
- La Carretera de integración Regional de la Sierra: De carácter longitudinal que relaciona el área metropolitana con las ciudades y asentamientos ubicados en la zona de la sierra, a través de la prolongación de la Carretera Yura, Av. Aviación y vía de Evitamiento (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.8.1.2. VÍAS EXPRESAS

Son los principales elementos de la estructuración del sistema vial, que en forma vertebral articulan el área metropolitana en su conjunto. Así mismo, articula a la ciudad con los ejes de articulación regional. Están localizadas en la parte central de la ciudad, las cuales contienen y articulan:

- Centralidades: Centro Principal, Centro Norte y Centro Sur
- Servicios especializados de carácter regional y metropolitano
- Orienta y canaliza las actividades de producción, consumo, intercambio y gestión de la ciudad.

Es el marco que conecta los flujos tanto de las centralidades localizadas próximas al mismo, como de los ejes transversales. Soporta el transporte masivo metropolitano, transporte particular de velocidad y en algunos sectores tráfico pesado y ferrocarril.

Están contenido en los siguientes distritos y vías:

- Cerro Colorado: Av. Aviación, Av. Villa Hermosa, Autopista Arequipa – La Joya
- Yanahuara – Sachaca: Av. Paralela a vía del Ferrocarril
- Arequipa: Variante de Uchumayo, Av. Forga
- José L. Bustamante y Rivero: Av. Andrés Cáceres, Paseo de La Cultura
- Paucarpata: Av. Los Claveles (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.8.1.3. ANILLOS VIALES

Los anillos viales propuestos se caracterizan por rodear el área central de la ciudad canalizando los flujos de transporte por ellos y evitando la concentración dentro del centro histórico de la ciudad. Se plantean dos anillos viales:

PRIMER ANILLO VIAL:

Se caracteriza por coincidir con la delimitación del área central. Constituye el elemento controlador y regulador de los flujos vehiculares provenientes de la periferia o del entorno. Se encuentra configurado por las avenidas: La Marina, Malecón Vallecito, vía

paralela a la Av. Parra, Venezuela, Progreso, Arequipa y Juan de la Torre.

SEGUNDO ANILLO VIAL:

Constituye el segundo elemento regulador de los flujos vehiculares, se encuentra configurado por las avenidas: Cayma, Trinidad Morán, José Abelardo Quiñones, Víctor Andrés Belaunde, Metropolitana, Miguel Forga, Los Incas, Londres, Prolongación Mariscal Castilla, Teniente Ferrer, Progreso, Carlos Marx, Rossevelt, Av. que rodea el Colegio Militar, Puente de Chilina y Av. Ramón Castilla.

VÍAS ARTERIALES

Son aquellas que por su grado de articulación, conexión, magnitud y jerarquía en el sistema vial urbano interrelacionan los grandes sectores de la ciudad entre sí. Se articulan directamente con las vías Expresas y los Anillos Viales. Su función es la de permitir el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales.

VÍAS COLECTORAS

Son las vías que sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso como hacia las propiedades adyacentes. Pueden ser colectoras distritales o interdistritales. Entre sus características se pueden señalar:

- El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas, cuando empalman con vías arteriales.
- Cuentan con señalización horizontal y vertical cuando empalman con vías locales.
- Se permite estacionamiento controlado.

VÍAS LOCALES

Son aquellas vías cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semi pesados; se permite

estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas con las vías colectoras.

INTERCAMBIOS VIALES

Se aprueban áreas de reserva de 65 metros de radio mínimo para las siguientes Intercambios Viales sujetas a estudios específicos.

- Intercambio Vial: Cono Norte
- Intercambio Vial: Av. Aviación/ Autopista Arequipa-La Joya
- Intercambio Vial: Autopista Arequipa-La Joya/Prolongación Av. Industrial.
- Intercambio Vial: Av. Aviación/Vía de Evitamiento
- Intercambio Vial: Av. Primavera/Villa Hermosa
- Intercambio Vial: Puente Grau
- Intercambio Vial: Av. Arequipa/Av. Progreso
- Intercambio Vial: Av. Sepúlveda/Av. Venezuela
- Intercambio Vial: Av. Jesús/Av. Los Incas
- Intercambio Vial: Av. Los Incas/Av. Dolores
- Intercambio Vial: Av. Jesús/Av. Los Claveles
- Intercambio Vial: Variante de Uchumayo/Vía de Evitamiento
- Intercambio Vial: Variante de Uchumayo/Av. Pérez Aranibar
- Intercambio Vial: Variante de Uchumayo/Sector Amautas
- Intercambio Vial: Puente San Isidro/ Av. Alfonso Ugarte
- Intercambio Vial: Miguel Forga/Los Incas
- Intercambio Vial: Andrés Avelino Cáceres/Vidaurrázaga
- Intercambio Vial: Andrés Avelino Cáceres/Alcides Carrión
- Intercambio Vial: Av. Alfonso Ugarte/ Sector Cuartel de Tingo
- Intercambio Vial: Arancota/ Urb. Palacio (Instituto Municipal de Planeamiento, 2015).

2.9. SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE (SIT)

En el sector del servicio de transporte público de pasajeros de la provincia de Arequipa, se está llevando una reforma integral, que permite contar con un ordenamiento urbano y una organización del sector orientada a brindar servicios de calidad. Esto requiere de un proceso de reforma institucional de las empresas que actualmente prestan el servicio de transporte regular, acompañado del fortalecimiento de sus capacidades y la modernización que implica cambio del 100% de su flota vehicular.

La Municipalidad Provincial de Arequipa, luego de varios años de estudios (desde el año 2000). con el apoyo de la Cooperación Internacional (BID. EMBARQ, CAF). viene implementando el primer Sistema Integrado de Transporte Público del país –SIT.

Según (Ordenanza Municipal 640-2010-MPA). y sus modificatorias, se define al Sistema Integrado de Transporte en el marco de lo dispuesto en el Reglamento Nacional de Administración de Transporte (DS 017-2009-MTC)., específicamente en su novena disposición complementaria final en la que dispone su aplicabilidad a Sistemas de Transporte masivo de personas y de alta capacidad para las provincias que lo requieran.

Entiéndase por Sistema Integrado de Transporte- SIT, al sistema masivo de movilidad urbana sostenible, compuesto de varios servicios de transporte, los cuales trabajan operacional, física y tecnológicamente integrados (tarifa integrada, información al usuario, operación controlada, tecnología de punta) para brindar un servicio óptimo más eficiente con cobertura espacial en toda la ciudad.

El SIT Arequipa consta de: 80 rutas, operacional y tecnológicamente integradas de manera virtual y física en estaciones (simples, de intercambio y terminales), con cobertura espacial en toda la ciudad. Constará además con un “Sistema de información al usuario”, “Sistema integrado de recaudo” y “Centro de control operacional” con tecnología de punta. Adicionalmente a los componentes mencionados el proyecto incluye:

- Construcción de escaleras en zonas de difícil acceso, para facilitar el uso de las vías alimentadoras.
- Señalización horizontal y vertical, semaforización y seguridad vial.
- Mejoramiento de vías para rutas alimentadoras y estructurantes.
- Implementación de interconexiones.

Las rutas del SIT, debido a sus características, se clasificarán de la siguiente forma:

- **Rutas “Estructurantes” o pre-troncales:** Son 35 y de acuerdo a sus características brindan un servicio directo con un origen y destino propio, mayormente en las direcciones Este-Oeste de la ciudad. La operación se realizará en omnibuses y minibuses con pago a bordo y paraderos simples.
- **Rutas “Alimentadoras”:** Son 42 en total, operarán 8 en la periferia norte y sur de la ciudad, y 34 en zonas intermedias. Terminan su recorrido en puntos de transferencia con las líneas “Troncales” (Estaciones de intercambio virtual) y operarán con omnibuses y minibuses con pago a bordo y paraderos simples.
- **Rutas “Troncales”:** Serán inicialmente dos (02), que operarán sobre un corredor de 23 Km. con carriles priorizados, con prioridad semafórica. Operarán con buses de gran capacidad, con pago a bordo, paraderos simples y/o estaciones de intercambio (Municipalidad provincial de Arequipa, 2017).

Imagen 25: Sistema integrado de transporte Arequipa



Fuente: Municipalidad provincial de Arequipa (2017)

2.9.1. OBJETIVO DEL SIT

“Implementar un sistema integrado de movilidad urbana eficiente, equitativo y sustentable en la ciudad de Arequipa”. Destinado a mejorar sustancialmente el nivel de calidad del servicio actual, ofreciendo eficiencia, seguridad y una operación saludable (poco contaminante). Constituyendo a un cambio radical en pro del desarrollo de la ciudad de Arequipa.

El logro del objetivo específico señalado, supone el cumplimiento de los siguientes preceptos:

- Respeto a la vida y la salud de las personas.
- Respeto al tiempo de los usuarios: Ya que reducirá los tiempos de viaje.
- Respeto a la diversidad social: En tanto propiciará la inclusión al acceso equitativo del servicio de transporte público.
- Calidad y consistencia: Por tratarse de un servicio acorde con los estándares internacionales.
- Costo y sostenibilidad financiera: Por brindar un servicio accesible para los usuarios, rentable para los operadores privados y financiable para el Estado; y, Gráfico Referencial. El SIT Arequipa.
- Ahorro de combustible y de divisas.

En el mediano plazo se espera lograr los resultados siguientes:

- Reducir la emisión de partículas contaminantes en el ámbito local.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.
- Mejorar costo-efectividad y la calidad del servicio de transporte público.
- Mejorar la accesibilidad, seguridad vial y pública.
- Mejorar la calidad del espacio público y, en general, del suelo urbano.
- Mejorar integralmente la salud de los usuarios del espacio público (Municipalidad provincial de Arequipa, 2017).

2.9.2. Impacto del sistema integrado de transporte en el área de estudio

Para la presente investigación se consideró el impacto que tiene El sistema integrado de transporte de la ciudad de Arequipa.

Se puede observar que por el área de estudio pasan 20 empresas formales pertenecientes al SIT de Arequipa, dentro de esas empresas se tiene un total de 51 rutas registradas por cada una de las empresas de transporte público,

dichas empresas de transporte publico pasan por las rutas como se ve a continuación:

- EMPRESA DE TRANSPORTISTAS UNIDOS DE PASAJEROS Y SERVICIOS S.A. (ETUPSSA)
 - Ruta A 013: Huasacache-Las Peñas-Ciudad mi Trabajo-Cercado y Viceversa
 - Ruta A 014: Hunter-Bellapampa -Cercado y Viceversa
 - Ruta A 21A: Huasacache-Las Peñas-Ciudad mi Trabajo-Cercado y Viceversa
 - Ruta A 21B: Hunter-Bellapampa -Cercado y Viceversa
- EMP.TRANSF. COTASPA S.A. (COTASPA S.A.)
 - Ruta A 018: 4 de Octubre -Cercado y Viceversa
 - Ruta A 026: Villa Golf- 4 de Octubre -Cercado y Viceversa
 - Ruta A 028: Ciudad mi Trabajo -Cercado -Alto Libertad y Viceversa
 - Ruta A 029A: J.P.V.G.-Yanahuara- Los Cristales y Viceversa
 - Ruta A 43A: 4 de Octubre - Cercado y Viceversa
- EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS MULTIPLES ALTO DE LA LUNA S.A.
 - Ruta A 001: Alto de la Luna - Cercado y viceversa
 - Ruta A 002: Alto de la Luna - Umacollo y viceversa
 - Ruta A 003: Urb. Dolores - Cercado y viceversa
 - Ruta A 004: Juan Pablo Vizcardo y Guzmán - Cercado y viceversa
 - Ruta A 020: Alto de la Luna - Cercado y viceversa
 - Ruta A 022: Mi Perú - Alto de la Luna - Cercado y viceversa
- EMP.TRANSF. Y SERV.6 DE DICIEMBRE S.A. (EMTRASEDI)
 - Ruta A 007: A.H.H. Simón Bolívar - Cercado y viceversa
 - Ruta A 008A: Zevallos Gámez-Sabandia-Simón Bolívar - Cercado y viceversa
 - Ruta A 019: La Campiña - Las Esmeraldas - Cercado y viceversa

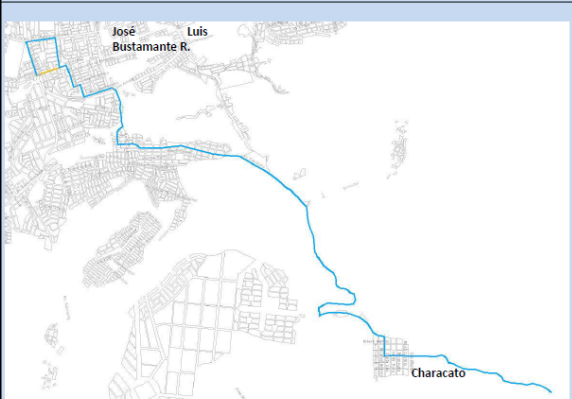
- Ruta C 46AA: A.H.H. Zevallos Gámez-Sabandia - Cercado y viceversa
- EMP.TRANSF. Y SERVICIOS 3 DE OCTUBRE S.A.
 - Ruta A 011A: Urb. Santa Cruz de Lara-Campiña Cercado Miraflores y Viceversa
 - Ruta A 012A: Urb. Los Bosques - P.j La Unión - Umacollo-Miraflores y viceversa
- EMP.TRANSF. Y SERVICIOS GRAN PODER MONTERREY "C" S.A.
 - Ruta A 37A: Av. Kennedy-Umacollo-José Luis B. y Rivero-Cercado y Viceversa
- EMP.TRANSPORTES Y SERVICIOS HEROES DEL CENEPAMONTERREY "A" S.A.
 - Ruta C 014A: Monterrey-Cercado-Umacollo y Viceversa
- EMP.TRANSF. Y SERV.6 DE DICIEMBRE S.A. (EMTRASEDI)
 - Ruta A 007: A.H.H. Simón Bolívar - Cercado y viceversa
 - Ruta A 008A: Zevallos Gámez-Sabandia-Simón Bolívar - Cercado y viceversa
 - Ruta A 019: La Campiña - Las Esmeraldas - Cercado y viceversa
 - Ruta C 46AA: A.H.H. Zevallos Gámez-Sabandia - Cercado y viceversa
- EMP.TRANSF. COTASPA S.A. (COTASPA S.A.)
 - Ruta A 018: 4 de Octubre -Cercado y Viceversa
 - Ruta A 026: Villa Golf- 4 de Octubre -Cercado y Viceversa
 - Ruta A 028: Ciudad mi Trabajo -Cercado -Alto Libertad y Viceversa
 - Ruta A 029A: J.P.V.G.-Yanahuara- Los Cristales y Viceversa
 - Ruta A 43A: 4 de Octubre - Cercado y Viceversa
- EMP.TRANSF. DE SERVICIO RAPIDO EL CORRECAMINO S.A.
 - Ruta L 002A: La Palizada - Cercado Y Viceversa
 - Ruta L 002B: Tasahuayo - Cercado Y Viceversa

- EMPRESA DE TRANSPORTES LOS ESCORPIONES DE BUSTAMANTE S.A.
 - Ruta P E20: José Luis Bustamante Y Rivero-Andrés A. Cáceres Y Viceversa
- LOS CANARIOS DE SOCABAYA S.A.C.
 - Ruta E 028: Víctor A. Belaunde - Cercado - Ciudad Mi Trabajo Y Viceversa
- EMP.TRANSP. C.O.T.U.M. SOCIEDAD ANONIMA
 - Ruta C 027: Monterrey-Cercado-Pachacútec y Envolvente
 - Ruta C 028: Monterrey-Cercado-Pachacútec y Envolvente
 - Ruta P E30: Congata-Huata-Arequipa
- EMP.TRANSP. Y SERV.MULT. CAMPANO VELARDE Y CIA. S.A.
 - Ruta A 41A: Simón Bolívar-Cercado y Viceversa
 - Ruta A 41B: Simón Bolívar-Cercado y Viceversa
- CETTAR S.A.
 - Ruta P 022: Hunter -Cercado -Ciudad Municipal Y Viceversa
 - Ruta E 029: Ciudad Municipal - Cercado - P.J. Ciudad Blanca Y Viceversa
 - Ruta E 025A: Ciudad Municipal-C. Colorado-T. Terrestre Y Viceversa
- EMP.TRANSP. Y TURISMO LAS BEGONIAS 1 S.A.
 - Ruta C 010: Las Begonias-Cercado-Terminal Terrestre y Viceversa
- EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS MULTIPLES CHARACATO S.A.
 - Ruta C 64A: Mollebaya-Characato-Cercado y Viceversa
- EMP.TRANSP. MULTIPLES SAN MARTIN DE SOCABAYA S.A.
 - Ruta A 005: Ciudad mi Trabajo - Cercado y viceversa
 - Ruta A 006: Ciudad mi Trabajo- Umacollo y viceversa
- EMP, TRANSP.SEÑOR DEL GRAN PODER S.A
 - Ruta A 037

▪ EMP.TRANSP. NUESTRA SEÑORA VIRGEN DE LOS
REMEDIOS DE SOCABAYA S.A.

- Ruta A 023A: La Campiña -Cercado y Viceversa
- Ruta A024A: Socabaya-Cercado-Cerro Colorado y Viceversa
(<https://muniarequipa.gob.pe/oficinavirtual/infracciones/rutas.html>).

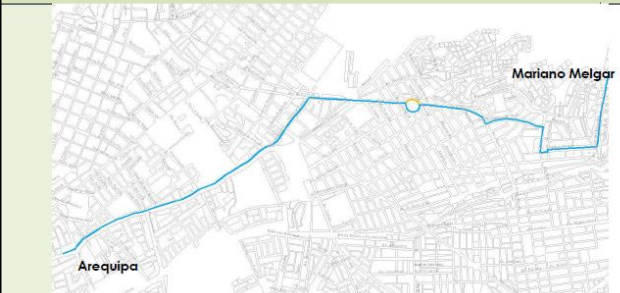
Imagen 26: Ruta alimentadora A6 (SIT)

ALIMENTADORA INTERMEDIA	CÓDIGO A6
	Dirección sur-norte: Av. Cerrillo - Ca. Nueva - Ca. Sta. Ana - Av. Arequipa - Av. Sabandía - Av. Caracas - Av. Emancipación - Libertadores - Av. Los Próceres - Av. José Olaya - Inglaterra - Av. Honduras - Av. Estados Unidos - Av. Garcilaso de la Vega Dirección norte-sur: Inglaterra - Av. José Olaya - Av. Los Próceres - Av. Libertadores - Av. Emancipación - Caracas - Av. Sabandía - Av. Arequipa - Ca. Sta. Ana - Ca. Nueva - Av. Cerrillo

Fuente: Municipalidad provincial de Arequipa, 2017

La ruta alimentadora intermedia A6 es una de las principales rutas que pasan por nuestra área de estudio ya que conecta los distritos más alejados como son Characato Sabandia Quequeña Yarabamba con la Avenida José Luis Bustamante y Rivero y el cercado de la ciudad de Arequipa, a su vez conecta con los distritos de cerro colorado y el cono norte de la ciudad (Municipalidad provincial de Arequipa, 2017).

Imagen 27: Ruta estructurante T7 (SIT)

ESTRUCTURANTE	CÓDIGO T7
	Dirección este-oeste: Cuzco - Ca. Señor de los Milagros (Alt. Cementerio) - Av. EEUU - Av. Brasil - Av. República de Chile - Psje. Olaya - Av. Perú - Av. Sepúlveda - Teniente Ferré - Av. Venezuela - Trabada - Av. Independencia Dirección oeste-este: Psje. Zarumilla - Av. Independencia - Ca. Villa Gloria - Av. Venezuela - Teniente Ferré - Av. Sepúlveda - Av. Perú - Av. República de Chile - Av. Brasil - Av. EEUU - CA. Señor de los Milagros (Alt. Cementerio)

Fuente: Municipalidad provincial de Arequipa (2017)

La ruta estructurante T7 es una ruta que es muy transitada por el SIT ya que proviene del distrito de Paucarpata y mariano melgar, y conecta con el centro de la ciudad y con mercados y terminal terrestre de la ciudad de Arequipa

En la siguiente tabla podemos observar la distribución de rutas que posee el SIT de la ciudad de Arequipa:

Tabla 13: Descripción de las unidades de negocio a concesionar

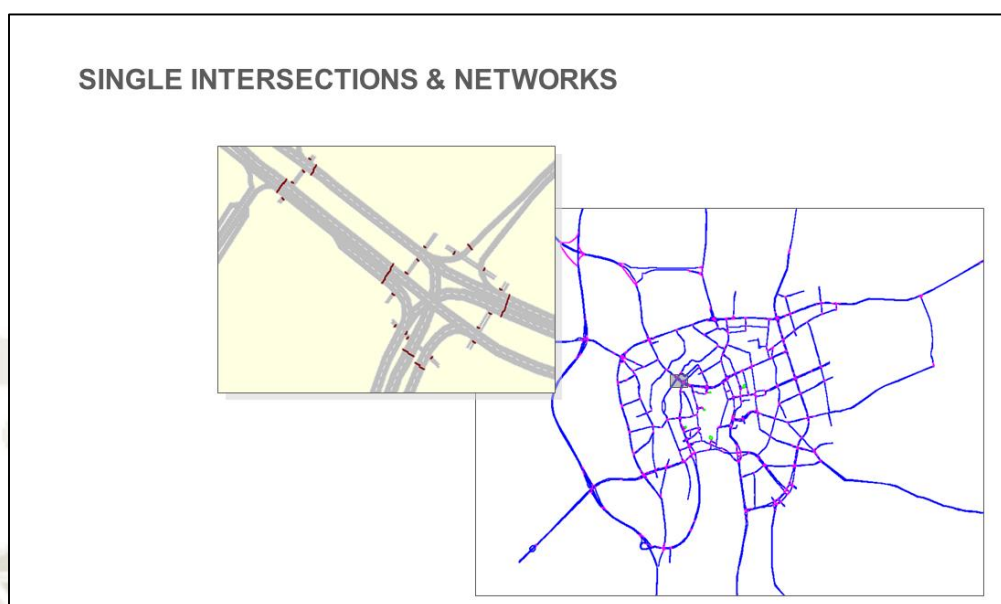
UNIDAD DE NEGOCIO	CODIGO	RUTAS DEL PLAN DE RUTAS 2010 - 2020	Rutas subalimentadoras según resolución de Gerencia N° 587-2013-GTUCV
Complementaria-Cono Norte	C-2	A25, A27, A28, A29, A30, A32, A33, A37, A38	S5, S6, S7, S8
Complementaria-Selva Alegre-Miraflores	C-4	A15, T13, T14, T38, A14, A40, A41, T15, T16, T17, T18	S10, S11, S12, S13
Complementaria-Paucarpata – Miguel Grau	C-6	T5, T11, T32, T3, T4, T33,	
Complementaria Paucarpata – Ciudad Blanca	C-7	A7, T6, A10, T9, T12, T37	S18, S19, S20
Complementaria-Sabandía	C-8	A6, A21, T1, T2	
Complementaria-Hunter	C-10	A19, A20, A42, A22, T19, T20, T21, T26, T28, T29,	S1, S2, S3, S4
Complementaria-Pachacútec	C-11	A1, A2, A3, A4, A8, A9, A17, A24, T24, T25	

Fuente: Municipalidad provincial de Arequipa (2017)

2.9.3. MODELO DE MICRO SIMULACIÓN PARA LA SIMULACIÓN DE TRÁFICO VEHICULAR EN VISSIM

Vissim es un modelo de simulación microscópico, de pasos de tiempo y basado en el comportamiento para el modelado realista del tráfico urbano e interurbano, incluidos los movimientos de peatones. Puede modelar el transporte público (PT) privado, así como ferroviario y por carretera. El flujo de tráfico se simula en función de diferentes parámetros, como la asignación de carriles, la composición del vehículo, el control de señales y la detección de vehículos de transporte público y privado.

Imagen 28: Ejemplo VISSIM intersección simples y redes



Fuente: Manual PTV VISSIM 2021 (2020)

2.9.4. APLICACIONES DEL VISSIM

El programa PTV Vissim 2021 tiene diferentes funciones las cuales benefician el análisis de la micro simulación, las aplicaciones que nos ofrece este programa son las siguientes:

- Comparación de diseño de cruces (rotonda frente a control de señal, multimodal, etc.)
- Planificación del desarrollo del transporte (gestión de obras viales, evacuación de edificios, etc.)
- Análisis de capacidad (aumento de la demanda, rotonda con flujos peatonales, etc.)
- Gestión activa del tráfico (VMS, uso temporal de arcén, etc.)
- Simulación de transporte público (Priorización, estaciones de tren, etc.)

Imagen 29: Aplicaciones del Vissim 2021



Fuente: Manual PTV VISSIM 2021 (2020)

2.10. ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

- La tesis titulada “Análisis comparativo entre metodología determinística del manual de capacidad vial hcm 2010 y la metodología de la micro simulación para el cálculo de los niveles de servicio y congestión vial en el caso de estudio óvalos Libertadores y Martin Chambi de la ciudad del Cusco” Tairo & Farfán para optar el título profesional de ingeniero civil realizada en la ciudad del Cusco, analiza y desarrolla los niveles de servicio de los óvalos Libertadores y Martin Chambi y propone la comparativa de la metodología del Highway Capacity manual 2010 con la metodología de micro simulación la cual se basa en el seguimiento vehicular , lo cual da razón a la diferencia de capacidades y demoras, esta investigación llega a la conclusión con una propuesta de un paso de desnivel para poder reducir los niveles de servicio de los óvalos Libertadores y Martin chambi logrando un nivel de servicio F a un nivel de servicio C y D (Tairo & Farfán, 2019).

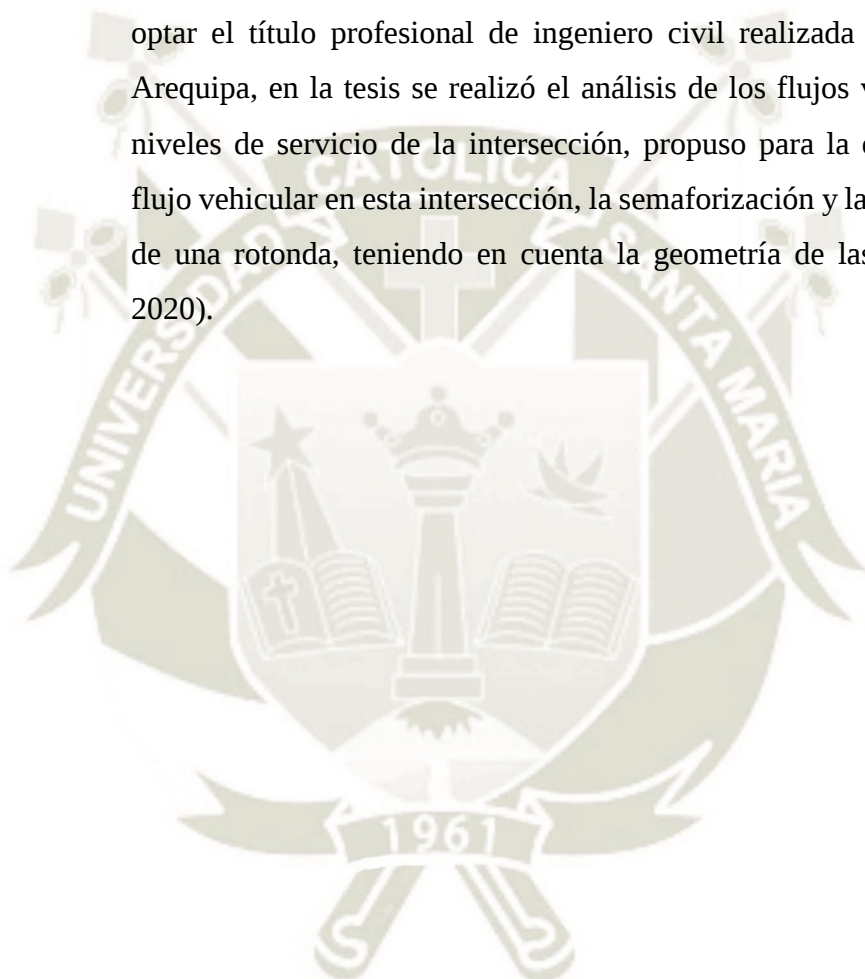
- La tesis titulada “Propuesta de mejora en los niveles de servicio del óvalo José quiñones empleando el software vissim 7.0” López & Medina para optar el título profesional de ingeniero civil, la presente tesis se realizó en la ciudad de Lima, en la tesis se realizó el cálculo de niveles de servicio y la micro simulación en el software Vissim 7, y se realizaron propuestas para tener una buena propuesta de canalización, cuya primera propuesta fue la de implementación de un carril de derivación único para un giro en U, siendo una solución que trajo mejoras sustanciales a la congestión vehicular en el ovalo (López & Medina, 2018).

2.10.1. ESTADOS DEL ARTE INVESTIGACIONES UCSM

- La tesis titulada “Análisis del flujo vehicular y los niveles de servicio en el puente Grau y sus vías aledañas en la ciudad de Arequipa – 2019” Mendoza & Mendoza para optar el título profesional de ingeniero civil realizada en la ciudad de Arequipa, en la tesis se realizó el análisis de los flujos vehiculares y los niveles de servicio del puente Grau y sus vías , en el cual incluyen el análisis del ovalo Grau, utiliza la Metodología HCM para el análisis y el programa PTV VISSIM para realizar la simulación , propone como soluciones la canalización del flujo vehicular de la calle Grau (sin realizar ninguna modificación o construcción en la zona), implementación de paraderos formales y semaforización (Mendoza & Mendoza, 2019).
- La tesis titulada “Análisis y planteamiento de soluciones en el ovalo “los incas” – intersección de la avenida dolores con la avenida los incas en la provincia de Arequipa” Pinto para optar el título profesional de ingeniero civil realizada en la ciudad de Arequipa, en la tesis se realizó el análisis de los flujos vehiculares y los niveles de servicio del ovalo Los Incas ubicado en la ciudad de Arequipa, la tesis consiste en hacer un análisis de la zona de estudio, el cual nos brinde una idea clara de la situación actual y poder proyectar la situación a futuro para finalmente plantear las soluciones, el su primer capítulo , se describe la importancia del transporte y la necesidad de realizar un estudio de tráfico en el ovalo “Los Incas”, en el capítulo 3 se hace un análisis y descripción del área de estudio afectada por el tráfico vehicular, tomando como base la metodología usada por el Highway

Capacity manual 2000 (HCM 200) y el “TRIP” GENERATION MANUAL” y realizan la simulación en el software Synchro Studio 8.0 (Pinto, 2016).

- La tesis titulada “Análisis y Planteamiento de solución a bajo costo de la Intersección de la avenida Alfonso Ugarte con la avenida Las américas (ingreso a Hunter) en la provincia de Arequipa” Venegas Mamani, para optar el título profesional de ingeniero civil realizada en la ciudad de Arequipa, en la tesis se realizó el análisis de los flujos vehiculares y los niveles de servicio de la intersección, propuso para la optimización del flujo vehicular en esta intersección, la semaforización y la implementación de una rotonda, teniendo en cuenta la geometría de las vías (Venegas, 2020).



CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis tiene una investigación de tipo:

3.1.1. Cuantitativa:

Sera una investigación cuantitativa, ya que se procederá y recogerá información que obtendremos en el trabajo de campo y una vez definidos se podrá determinar los factores que influyen en el desarrollo de la tesis, tales como: flujos viales críticos, el factor de hora punta, los retrasos, la geometría del área de estudio, las entradas y salidas de vehículos, la capacidad y el nivel de servicio.

3.1.2. Descriptiva:

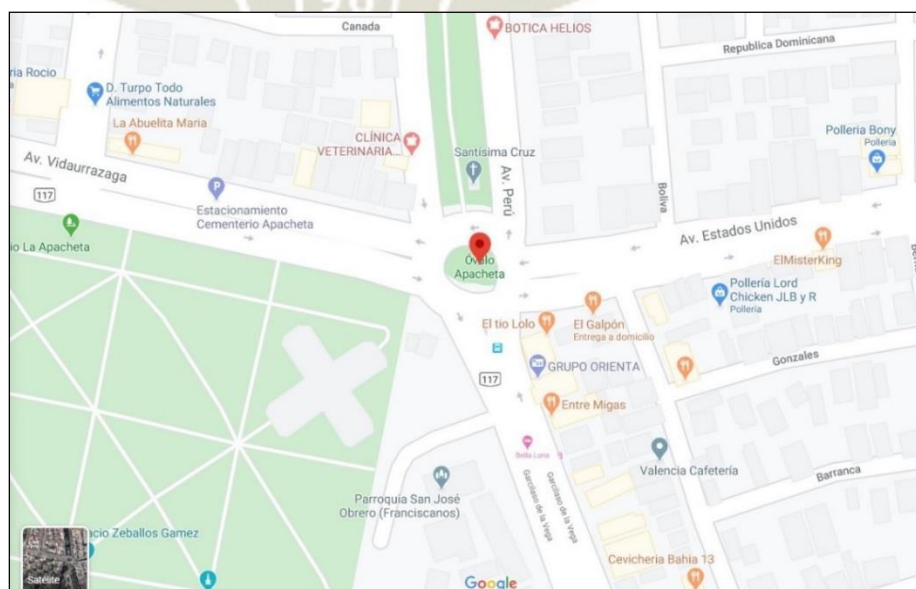
Se describirán situaciones, pudiéndose especificar las propiedades de la infraestructura vial actual del óvalo apacheta, su geometría actual tanto del óvalo con de sus intersecciones, y todas las características requeridas para el análisis

3.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

3.2.1. UBICACIÓN

El área a analizar se encuentra ubicada en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero, específicamente en el óvalo Apacheta en la ciudad de Arequipa, el cual analizaremos su capacidad y nivel de servicio, como lo especificamos en los objetivos de la presente investigación.

Imagen 30: Óvalo Apacheta



Fuente: Google Maps (2020)

El ovalo Apacheta logra la conexión de cuatro avenidas importantes de la ciudad de Arequipa, las cuales son:

- Avenida Estados Unidos
- Avenida Garcilazo de la Vega
- Avenida Plazoleta Cementerio
- Avenida Perú

3.2.2. SITUACION ACTUAL DEL OVALO APACHETA

El ovalo apacheta actualmente se encuentra con dispositivos de control sin funcionar con defectos en el pavimento de la avenida Perú y de la Avenida Garcilazo de la vega o que hace que los vehículos y transportistas se quejen constantemente, y lo que a su vez ocasiona un congestionamiento vehicular importante en las horas de la mañana en la cual la capacidad del ovalo Apacheta no abastece para la cantidad de vehículos que circulan por la zona de estudio.

La ausencia de señales semafóricas ocasiona un tránsito desordenado y que se formen colas en las vías anexas al ovalo Apacheta en horas punta

Imagen 31: Congestión vial generada



Fuente: Elaboración propia

Imagen 32: Congestión vial y desorden en el ovalo Apacheta



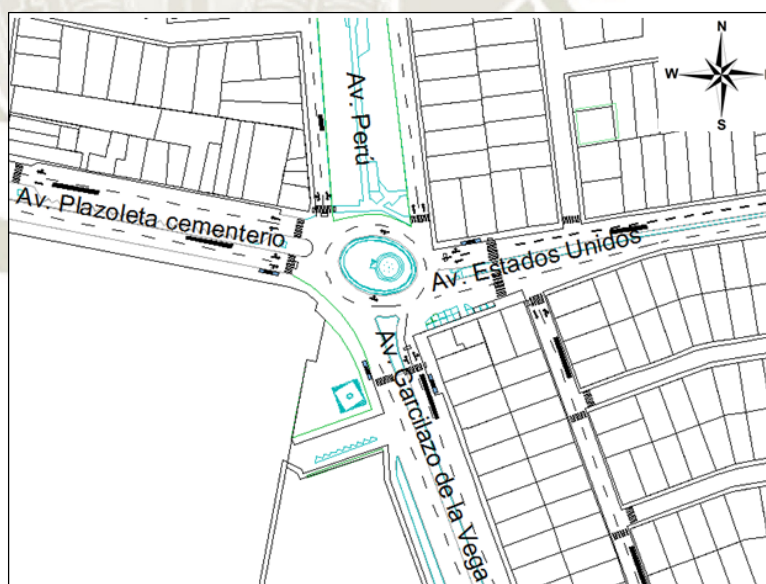
Fuente: Elaboración propia

3.2.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.2.3.1. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL OVALO APACHETA

Se evaluará las características geométricas de cada una de las intersecciones del ovalo Apacheta.

Imagen 33: Ovalo apacheta y vías anexas

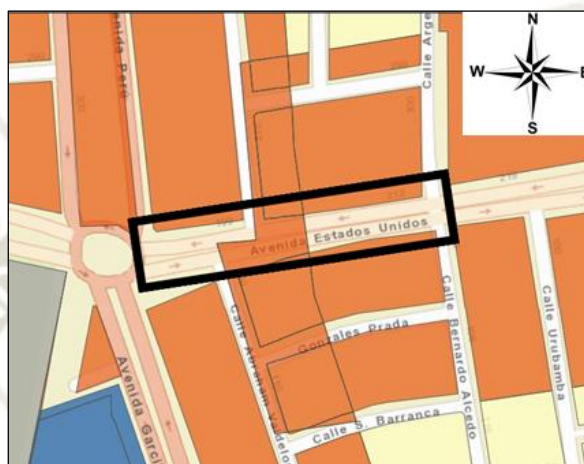


Fuente: Elaboración propia

3.2.3.2. CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS DE LA AVENIDA ESTADOS UNIDOS

Esta es una de las avenidas que posee un mayor tránsito de vehículos, el tramo de análisis comprende desde la intersección con la Calle Argentina hasta su entrada al ovalo Apacheta, esta vía se encuentra en dirección “Este” del óvalo Apacheta.

Imagen 34: Vista del Área de análisis de la Av. EE.UU.



Fuente: IMPLA, 2015.

Para definir las dimensiones de la vía a analizar se utilizó una cinta métrica de 50 metros con las que obtuvimos los siguientes datos:

Tabla 14: Ficha de Características geométricas de la Av. EE.UU.

Ficha de Características Geométricas	
Avenida Estados Unidos	
Fecha:	30/09/2020
Número de calzadas	2
Número de carriles	2
Ancho de cada carril	3.40 m
Ancho de separador	2.10 m
Señales horizontales	- Indicaciones de giro (izquierda, derecha, de frente) -1 Rompe muelle
Señales verticales	-2 indicaciones de paradero, - 2 cruce peatonal, - 1 indicador de rompe muelle, - 1 indicador de semáforo, - 1 semáforo (sin funcionamiento)
Cruces peatonales	4
Longitud de tramo	154.5 m

Fuente: Elaboración propia

Imagen 35: Señales horizontales y medidas Av. EE.UU.



Fuente: Elaboración propia

Imagen 36: Señales verticales y medidas Av. EE.UU.

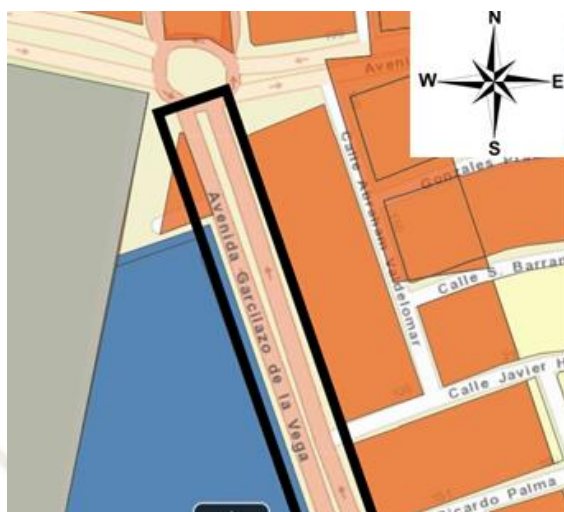


Fuente: Elaboración propia

3.2.3.3. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA AVENIDA GARCILAZO DE LA VEGA

La caracterización de la Avenida Garcilazo de la Vega se realizó desde su intersección con la calle Ricardo Palma hasta su entrada en el ovalo apacheta para ambas direcciones de las calzadas, esta vía se encuentra en dirección Sur del óvalo Apacheta.

Imagen 37: Vista del área de estudio de la Av. Garcilazo de la Vega



Fuente: IMPLA, 2015

Tabla 15: Ficha de Características geométricas de la Av. Garcilazo de la Vega.

Ficha de Características Geométricas	
Avenida Garcilazo de la Vega	
Fecha:	30/09/2020
Número de calzadas	2
Número de carriles	2
Ancho de cada carril	Entrada: 3.80 m Salida: 4.50 m
Ancho de separador	2.10 m
Señales horizontales	- Indicaciones de giro (izquierda, derecha, de frente) - 1 Rompe muelle
Señales verticales	- 2 Velocidad máx. 35 km/h - 2 zona escolar - 1 prohibido voltear en U - 2 Señal de cruce peatonal - 1 Señal de indicación rompe muelle - 1 Señal de paradero - 1 semáforo (sin funcionamiento)
Cruces peatonales	4
Longitud de tramo	184.6 m

Fuente: Elaboración propia

Imagen 38: Señales verticales de la Av. Garcilazo de la Vega



Fuente: Elaboración propia

Imagen 39: Señales horizontales de la Av. Garcilazo de la Vega



Fuente: Elaboración propia

Imagen 40: Toma de mediciones de la Av. Garcilazo de la Vega



Fuente: Elaboración propia

Imagen 41: Toma de mediciones de la Av. Garcilazo de la Vega



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.4. CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS DE LA AVENIDA PLAZOLETA CEMENTERIO

La caracterización de la Avenida Plazoleta Cementerio se realizó desde su intersección con la Av. Cementerio hasta su entrada en el ovalo apacheta para ambas direcciones de las calzadas, esta vía se encuentra en dirección Oeste del óvalo Apacheta.

Imagen 42: Vista del área de estudio de la avenida Plazoleta Cementerio



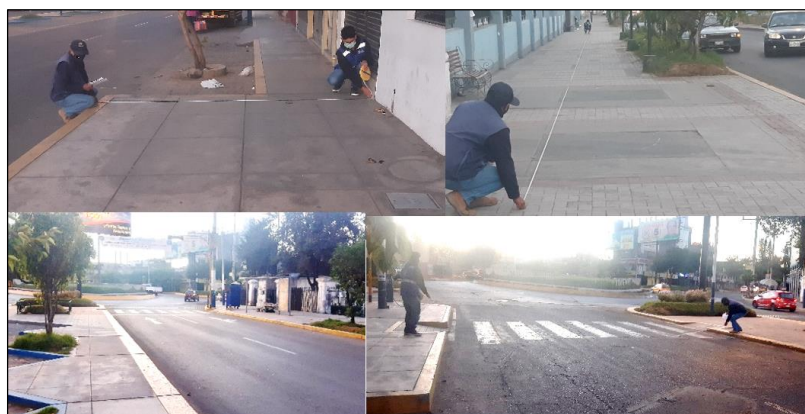
Fuente: Instituto Municipal de Planeamiento (2015)

Tabla 16: Ficha de Características geométricas de la Av. Plazoleta cementerio

Ficha de Características Geométricas	
Avenida Plazoleta cementerio	
Fecha:	01/10/2020
Número de calzadas	2
Número de carriles	2
Ancho de cada carril	Entrada: 4.0 m Salida: 4.0 m
Ancho de separador	7.0 m
Señales horizontales	- Indicaciones de giro (izquierda, derecha, de frente)
Señales verticales	-4 Señales de cruce peatonal -1 Señal de paradero - 1 semáforo (sin funcionamiento)
Cruces peatonales	4
Longitud de tramo	126.53 m

Fuente: Elaboración propia

Imagen 43: Imágenes de la toma de datos de la Av. Plazoleta Cementerio

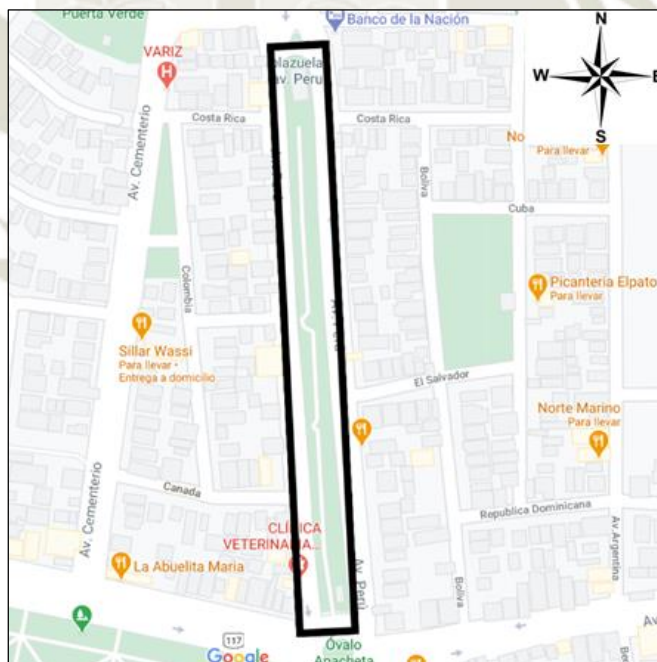


Fuente: Elaboración propia

3.2.3.5. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA AVENIDA PERÚ

La caracterización de la Avenida Perú se realizó desde su intersección con la Calle República de Chile hasta su entrada en el ovalo apacheta para ambas direcciones de las calzadas, esta vía se encuentra en dirección Norte del óvalo Apacheta.

Imagen 44: Vista del área de estudio de la avenida Perú



Fuente: Google maps (2020)

Tabla 17: Características geométricas de la Avenida Perú

Ficha de Características Geométricas	
Avenida Perú	
Fecha:	02/10/2020
Número de calzadas	2
Número de carriles	2
Ancho de cada carril	Entrada: 3.40 m Salida: 3.50 m
Ancho de separador	30 m
Señales horizontales	- Indicaciones de giro (izquierda, derecha, de frente)
Señales verticales	- 1 semáforo (sin funcionamiento)
Cruces peatonales	4
Otros	- 1 Plazoleta - 1 Capilla - 1 pozo pequeño
Longitud de tramo	361 m

Fuente: Elaboración propia

La avenida Perú es la avenida que presenta mayores fallas en su calzada ya que no se ofrece el mantenimiento adecuado y por el efecto de las lluvias y el mal diseño de pavimento que posee ofrece condiciones deplorables para el tránsito vehicular en la zona de estudio, como se puede notar en las siguientes imágenes presentadas.

Imagen 45: Estado actual de la calzada de salida de la Av. Perú



Fuente: Elaboración propia

Imagen 46: Estado actual de la calzada de salida de la Av. Perú



Fuente: Elaboración propia

La avenida Perú también presenta una pequeña plazoleta, bancas, una pequeña pileta, áreas verdes y una pequeña capilla que se encuentran ubicados en la berma central que separa ambas calzadas (de ida y vuelta) que posee mencionada avenida.

Imagen 47: Elementos presentes en la berma central de la Av. Perú



Fuente: Elaboración propia

Imagen 48: Toma de datos y señales presentes en la Av. Perú



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.6. AFORO VEHICULAR

Para poder realizar la recolección de datos nos ubicaremos en puntos estratégicos de las cuatro entradas y en un punto donde podamos tomar el tráfico generado en el mismo ovalo, utilizamos instrumentos de grabación (cámaras de celular con una caja de cartón pequeña acoplada para que se sostenga y lo proteja del sol), se pusieron tres cámaras terrestres con sus respectivos trípodes que cubrían la Av. Garcilazo de la Vega, Av. Perú y la Av. Plazoleta cementerio y dos cámaras y un trípode ubicadas en un techo que fue alquilado para poder grabar los flujos de transito tanto como del ovalo Apacheta como de la Av. Estados Unidos.), para posteriormente realizar un conteo detallado en gabinete. El ovalo Apacheta atraviesa una crisis en su funcionamiento en horas de la mañana, para poder definir de buena forma el horario del conteo vehicular, se hizo una inspección a la zona de estudio para poder realizar nuestro conteo del aforo vehicular presente en la zona. Este aforo se tomará en los horarios establecidos en la presente investigación, basándonos en la tesis realizada (PINTO ESPEJO “Análisis y planteamiento de soluciones en el ovalo “los incas”– intersección de la avenida dolores con la

avenida los incas en la provincia de Arequipa”), los aforos de esta tesis fueron tomados en turnos de mañana, medio día y en la tarde, 7:30 – 8:30 am, 12:00-14:00 y de 18:30-19:45 pm, los días lunes, martes, miércoles, jueves viernes y sábado (el día domingo no se pudo tomar el aforo debido a las restricciones puestas por el gobierno debido a la pandemia COVID-19), a su vez el aforo de los vehículos se tubo contemplado solo hasta las 19 horas debido al declive presentado por las unidades vehiculares, como también al horario de toque de queda que dio el gobierno de la república, cuyas horas de inicio y fin del toque de queda fueron de 21 horas a 4 horas, por lo que las empresas de transporte publico trasladaban a las personas como máximo hasta las 20 horas, y a su vez en la mañana la mayoría de empresas comenzaban a salir a partir de las 6 horas de la mañana por lo que el análisis se realizó a partir de esas horas , también tomando como referencia tesis de transito mencionadas anteriormente , las cuales fueron realizadas en lugares cercanos a la zona cuyos horarios de aforo vehicular coinciden con las horas de aforo que se realizó en la presente investigación se tomó una hora para poderse desplazar al lugar donde se realizó el proceso experimental y la toma de datos de aforo.

Imagen 49: Equipo de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Se eligio la ubicación en un punto alto para poder observar el giro de los vehiculos en las entradas al ovalo apacheta, ya que la metodologia que utilizaremos requiere esos datos para poder calcular de una manera optima la capacidad y el nivel de servicio de las entradas y

de la misma rotonda que analizaremos y se tomara datos de manera manual en los puntos donde se propondra la alternativa de solución.

Imagen 50: Ubicación para la toma de datos del óvalo Apacheta



Fuente: Elaboración propia

Los conteos vehiculares se realizaron los días lunes, martes, miércoles, jueves viernes y sábado, en horas de la mañana y la tarde para poder tener los valores máximos de volumen de tráfico en la intersección a analizar.

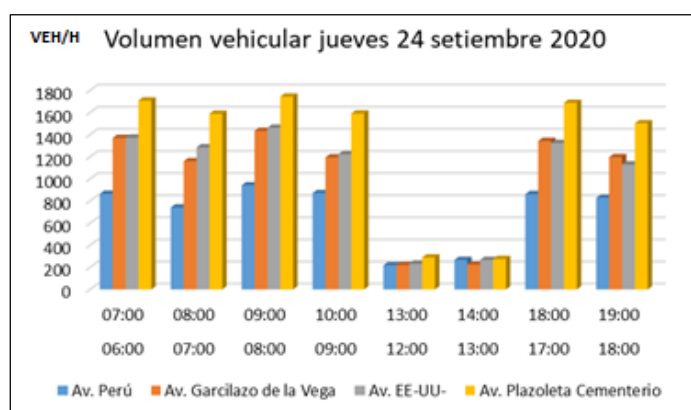
Los datos obtenidos en campo durante la semana son los siguientes: En la siguiente tabla 18 podemos observar el aforo vehicular que hubo el día jueves 24 de setiembre de 2020, en el cual se puede observar la cantidad de vehículos que circulan en las diferentes horas en las que se realizó el conteo viendo que la cantidad máxima de vehículos se da en la mañana de 8:00 a 9:00 horas con un total de 5582 vehículos y teniendo un total de vehículos de 32421 contabilizados el día jueves.

Tabla 18: Aforos vehiculares totales jueves 24/09/2020

Hora		Av. Perú (veh/h)	Av. Garcilazo de la Vega (veh/h)	Av. EE-UU (veh/h)	Av. Plazoleta Cementerio (veh/h)	TOTAL (veh/h)
06:00	07:00	865	1370	1373	1708	5316
07:00	08:00	741	1159	1285	1589	4774
08:00	09:00	942	1434	1462	1744	5582
09:00	10:00	871	1194	1223	1591	4879
12:00	13:00	219	221	233	289	962
13:00	14:00	267	225	267	275	1034
17:00	18:00	862	1343	1324	1687	5216
18:00	19:00	829	1196	1130	1503	4658
Totales		5596	8142	8297	10386	32421

Fuente: Elaboración propia

Imagen 51: Volumen vehicular jueves 24 setiembre 2020



Fuente: Elaboración propia

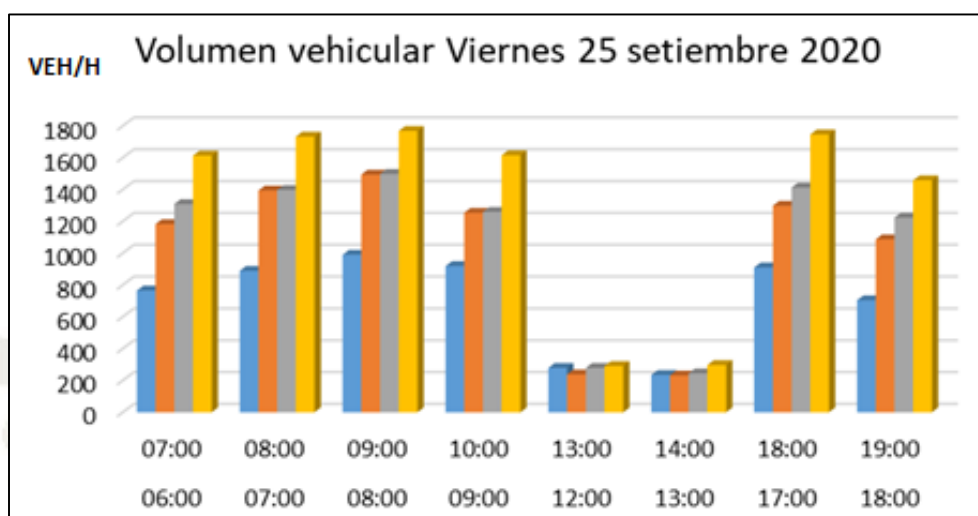
En la siguiente tabla 19 podemos observar el aforo vehicular que hubo el día viernes 25 de setiembre de 2020, en el cual se puede observar la cantidad de vehículos que circulan en las diferentes horas en las que se realizó el conteo viendo que la cantidad máxima de vehículos se da en la mañana de 8:00 a 9:00 horas con un total de 5750 vehículos y teniendo un total de vehículos de 33013 contabilizados el día viernes.

Tabla 19: Aforos vehiculares totales viernes 25/09/2020

Hora		Av. Perú (veh/h)	Av. Garcilazo de la Vega (veh/h)	Av. EE-UU (veh/h)	Av. Plazoleta Cementerio (veh/h)	TOTAL (veh/h)
06:00	07:00	765	1183	1309	1613	4870
07:00	08:00	889	1394	1397	1732	5412
08:00	09:00	990	1494	1498	1768	5750
09:00	10:00	919	1254	1259	1615	5047
12:00	13:00	279	238	279	291	1087
13:00	14:00	235	232	245	297	1009
17:00	18:00	910	1298	1412	1746	5366
18:00	19:00	704	1087	1223	1458	4472
Totales		5691	8180	8622	10520	33013

Fuente: Elaboración propia

Imagen 52: Volumen vehicular viernes 25 setiembre 2020



Fuente: Elaboración propia

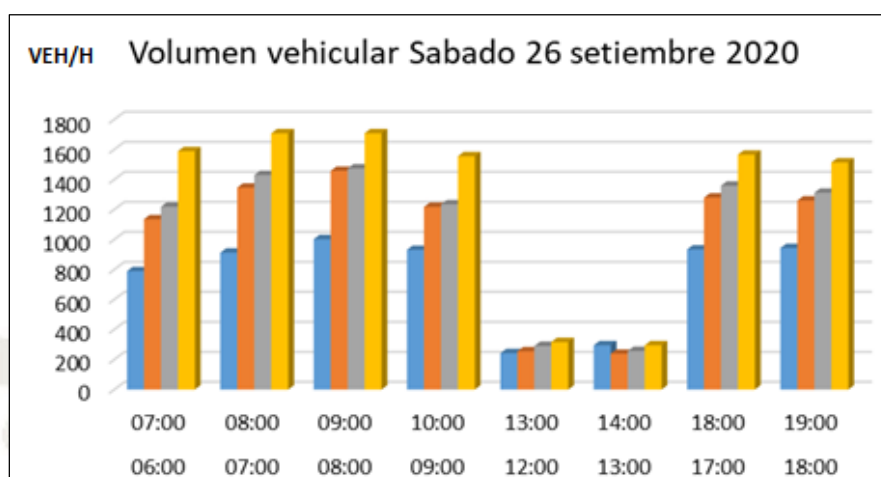
En la siguiente tabla 20 podemos observar el aforo vehicular que hubo el día sábado 26 de setiembre de 2020, en el cual se puede observar la cantidad de vehículos que circulan en las diferentes horas en las que se realizó el conteo viendo que la cantidad máxima de vehículos se da en la mañana de 8:00 a 9:00 horas con un total de 5642 vehículos y teniendo un total de vehículos de 33070 contabilizados el día sábado.

Tabla 20: Aforos vehiculares totales sábado 26/09/2020

Hora		Av. Perú (veh/h)	Av. Garcilazo de la Vega (veh/h)	Av. EE-UU (veh/h)	Av. Plazoleta Cementerio (veh/h)	TOTAL (veh/h)
06:00	07:00	789	1135	1219	1589	4732
07:00	08:00	913	1346	1430	1708	5397
08:00	09:00	1002	1458	1474	1708	5642
09:00	10:00	931	1218	1235	1555	4939
12:00	13:00	243	255	291	317	1106
13:00	14:00	295	239	257	295	1086
17:00	18:00	934	1280	1359	1566	5139
18:00	19:00	943	1260	1312	1514	5029
Totales		6050	8191	8577	10252	33070

Fuente: Elaboración propia

Imagen 53: Volumen vehicular sábado 26 setiembre 2020



Fuente: Elaboración propia

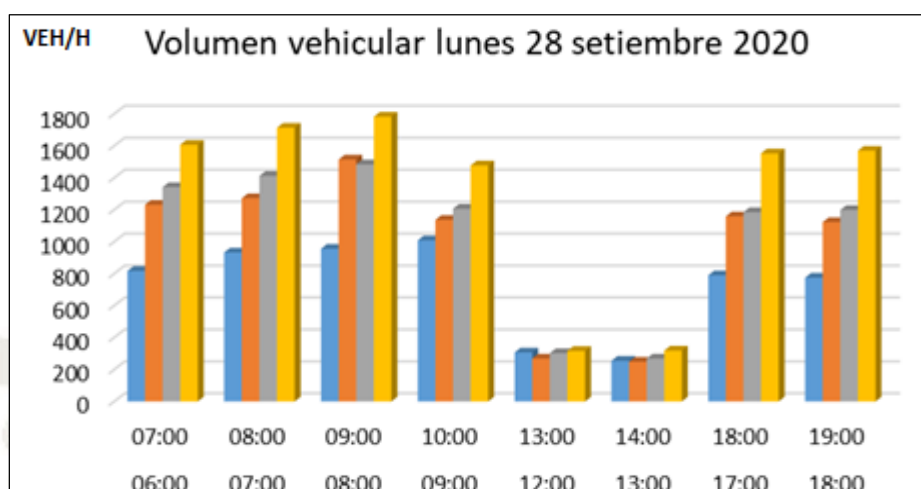
En la siguiente tabla 21 podemos observar el aforo vehicular que hubo el día lunes 28 de setiembre de 2020, en el cual se puede observar la cantidad de vehículos que circulan en las diferentes horas en las que se realizó el conteo viendo que la cantidad máxima de vehículos se da en la mañana de 8:00 a 9:00 horas con un total de 5738 vehículos y teniendo un total de vehículos de 32541 contabilizados el día lunes.

Tabla 21: Aforos vehiculares totales lunes 28/09/2020

Hora		Av. Perú (veh/h)	Av. Garcilazo de la Vega (veh/h)	Av. EE-UU (veh/h)	Av. Plazoleta Cementerio (veh/h)	TOTAL (veh/h)
06:00	07:00	817	1232	1342	1607	4998
07:00	08:00	933	1273	1412	1714	5332
08:00	09:00	956	1515	1484	1783	5738
09:00	10:00	1009	1137	1207	1478	4831
12:00	13:00	307	269	303	317	1196
13:00	14:00	255	249	269	319	1092
17:00	18:00	790	1159	1185	1553	4687
18:00	19:00	775	1123	1199	1570	4667
Totales		5842	7957	8401	10341	32541

Fuente: Elaboración propia

Imagen 54: Volumen vehicular lunes 28 setiembre 2020



Fuente: Elaboración propia

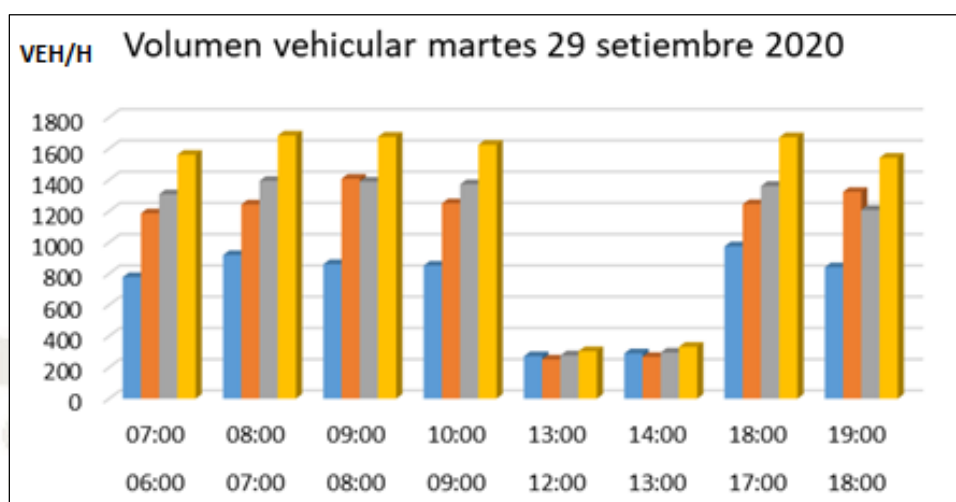
En la siguiente tabla 22 podemos observar el aforo vehicular que hubo el día martes 29 de setiembre de 2020, en el cual se puede observar la cantidad de vehículos que circulan en las diferentes horas en las que se realizó el conteo viendo que la cantidad máxima de vehículos se da en la mañana de 8:00 a 9:00 horas con un total de 5334 vehículos y teniendo un total de vehículos de 32961 contabilizados el día martes.

Tabla 22: Aforos vehiculares totales Martes 29/09/2020

Hora		Av. Perú (veh/h)	Av. Garcilazo de la Vega (veh/h)	Av. EE-UU (veh/h)	Av. Plazoleta Cementerio (veh/h)	TOTAL (veh/h)
06:00	07:00	778	1186	1308	1561	4833
07:00	08:00	919	1243	1394	1684	5240
08:00	09:00	861	1408	1389	1676	5334
09:00	10:00	852	1250	1372	1625	5099
12:00	13:00	272	251	277	304	1104
13:00	14:00	290	267	295	332	1184
17:00	18:00	975	1245	1361	1673	5254
18:00	19:00	841	1323	1207	1542	4913
Totales		5788	8173	8603	10397	32961

Fuente: Elaboración propia

Imagen 55: Volumen vehicular Martes 29 de setiembre 2020



Fuente: Elaboración propia

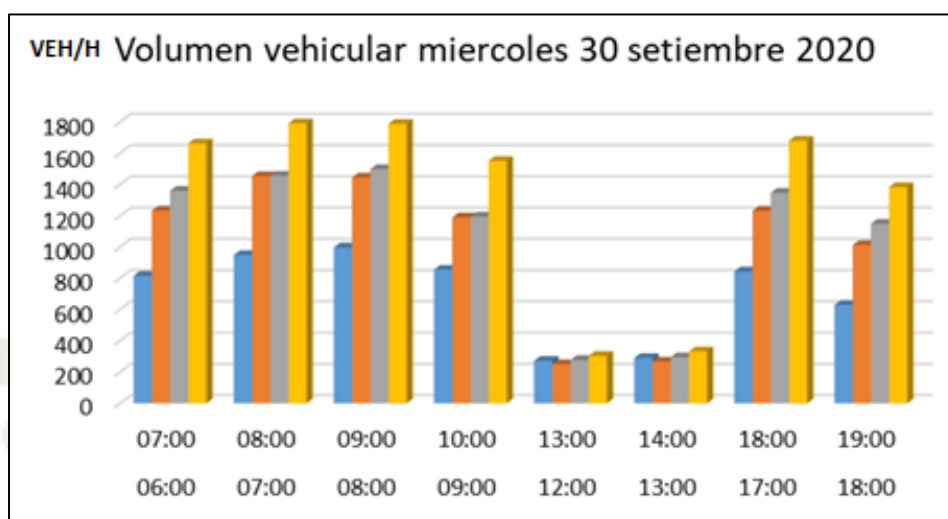
En la siguiente tabla 23 podemos observar el aforo vehicular que hubo el día miércoles 30 de setiembre de 2020, en el cual se puede observar la cantidad de vehículos que circulan en las diferentes horas en las que se realizó el conteo viendo que la cantidad máxima de vehículos se da en la mañana de 8:00 a 9:00 horas con un total de 5334 vehículos y teniendo un total de vehículos de 32961 contabilizados el día miércoles.

Tabla 23: Aforos vehiculares totales Miércoles 30/09/2020

Hora		Av. Perú (veh/h)	Av. Garcilazo de la Vega (veh/h)	Av. EE-UU (veh/h)	Av. Plazoleta Cementerio (veh/h)	TOTAL (veh/h)
06:00	07:00	816	1234	1360	1664	5074
07:00	08:00	949	1454	1457	1792	5652
08:00	09:00	998	1445	1499	1789	5731
09:00	10:00	855	1190	1195	1551	4791
12:00	13:00	272	251	277	304	1104
13:00	14:00	290	267	295	332	1184
17:00	18:00	844	1233	1347	1681	5105
18:00	19:00	630	1013	1149	1384	4176
Totales		5654	8087	8579	10497	32817

Fuente: Elaboración propia

Imagen 56: Volumen vehicular Miércoles 30 de setiembre 2020



Fuente: Elaboración propia

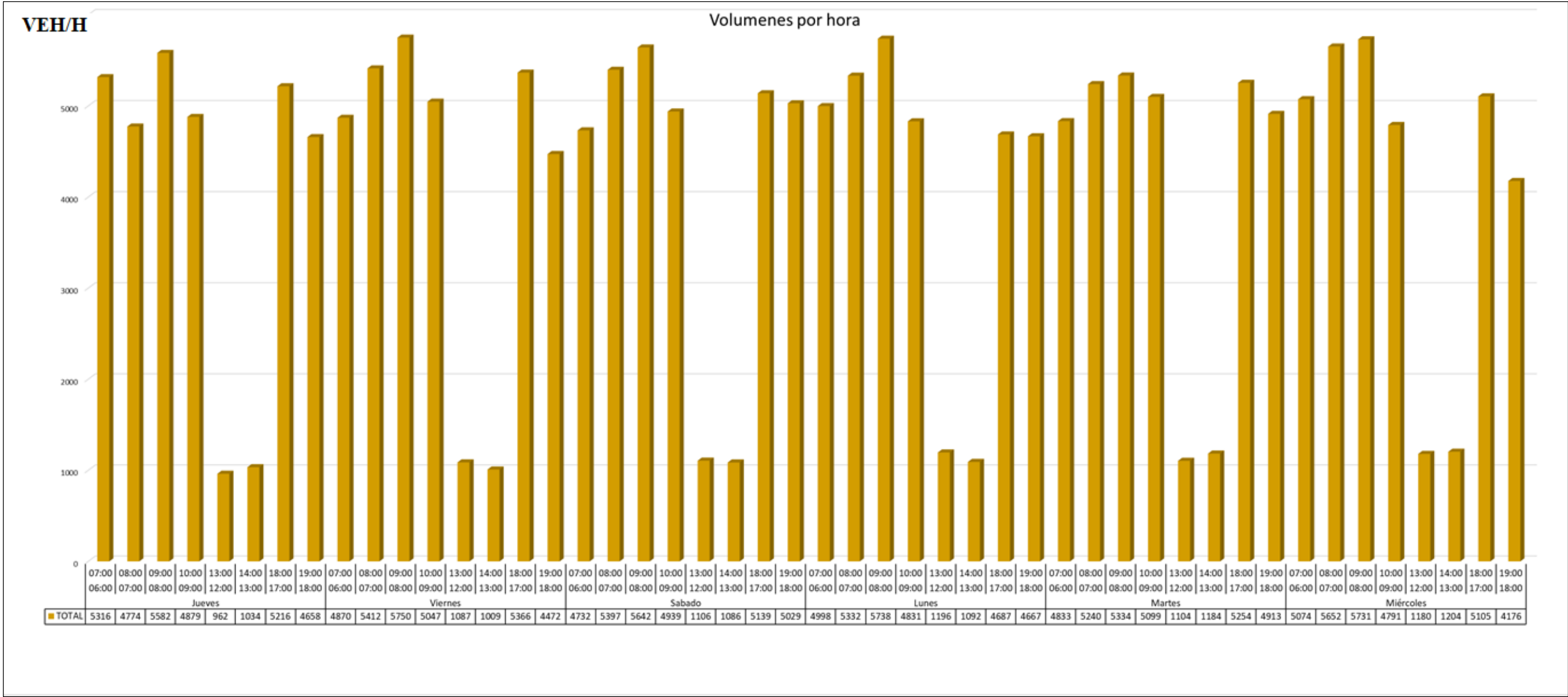
La tabla 24 presentada a continuación muestra los volúmenes totales horarios recopilados por hora en las cuatro intersecciones del ovalo Apacheta

Tabla 24: Volúmenes horarios por hora y por día

Día	Hora		TOTAL(veh/h)
Jueves	06:00	07:00	5316
	07:00	08:00	4774
	08:00	09:00	5582
	09:00	10:00	4879
	12:00	13:00	962
	13:00	14:00	1034
	17:00	18:00	5216
Viernes	18:00	19:00	4658
	06:00	07:00	4870
	07:00	08:00	5412
	08:00	09:00	5750
	09:00	10:00	5047
	12:00	13:00	1087
	13:00	14:00	1009
Sábado	17:00	18:00	5366
	18:00	19:00	4472
	06:00	07:00	4732
	07:00	08:00	5397
	08:00	09:00	5642
	09:00	10:00	4939
	12:00	13:00	1106
Lunes	13:00	14:00	1086
	17:00	18:00	5139
	18:00	19:00	5029
	06:00	07:00	4998
	07:00	08:00	5332
	08:00	09:00	5738
	09:00	10:00	4831
Martes	12:00	13:00	1196
	13:00	14:00	1092
	17:00	18:00	4687
	18:00	19:00	4667
	06:00	07:00	4833
	07:00	08:00	5240
	08:00	09:00	5334
Miércoles	09:00	10:00	5099
	12:00	13:00	1104
	13:00	14:00	1184
	17:00	18:00	5254
	18:00	19:00	4913
	06:00	07:00	5074
	07:00	08:00	5652
	08:00	09:00	5731
	09:00	10:00	4791
	12:00	13:00	1104
	13:00	14:00	1184
	17:00	18:00	5105
	18:00	19:00	4176

Fuente: Elaboración propia

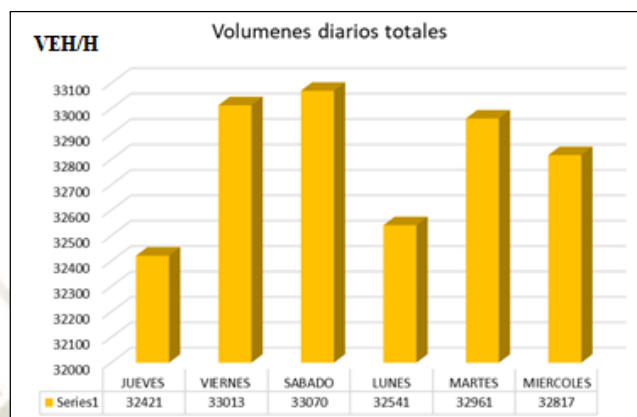
Imagen 57: Volúmenes de cada hora de conteo



Fuente: Elaboración propia

Como se vio en las tablas y gráficos presentados previamente la hora de máxima demanda vehicular (hora pico) en nuestro análisis es la de 08:00 a 09:00 horas del día viernes 25 de setiembre de 2020

Imagen 58: Volumen semanal



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica la congestión vehicular se da en mayor cantidad los días viernes y sábados a comparación de los días jueves y lunes, y a su vez se puede observar que el mayor flujo vehicular se da el día sábado con un total de 33070 vehículos contabilizados y el día con menor demanda vehicular fue el día jueves con un total de 32421 vehículos contabilizados en las horas de análisis.

Se consideró realizar el análisis de la implementación de una turbo rotonda en el área de estudio como alternativa de solución, pero la vimos inviable para el caso de estudio debido a la presencia de 4 paraderos y de transporte público, ya que se generaría tráfico al momento de tomar una decisión de carril, ya que los paraderos están ubicados a la derecha de la vía, y con ello los vehículos de transporte público que quieran tomar la decisión de tomar el carril izquierdo antes del ingreso a la turbo rotonda, generaría tráfico y accidentes de tránsito al momento de pasar del carril derecho al izquierdo, por lo que no se continuo con esa propuesta de alternativa de solución.

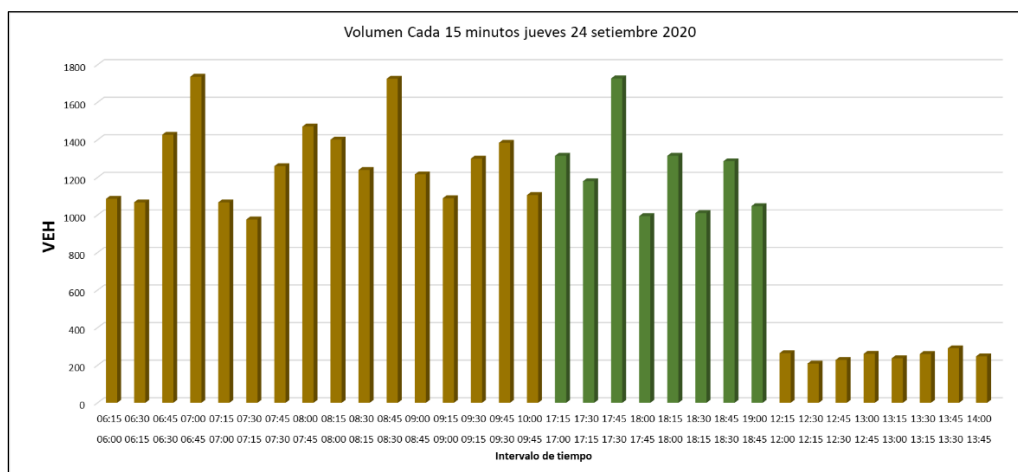
Ahora se divide el aforo vehicular presente en cada Avenida en distintos turnos:

Tabla 25: Aforo vehicular Jueves 24 de setiembre

Hora		Av. Perú (veh)	Av. Garcilazo de la Vega (veh)	Av. EE-UU (veh)	Av. Plazoleta Cementerio (veh)	TOTAL (veh)
06:00	06:15	134	318	269	365	1086
06:15	06:30	136	287	288	356	1067
06:30	06:45	293	400	304	430	1427
06:45	07:00	302	365	512	557	1736
07:00	07:15	133	296	278	360	1067
07:15	07:30	154	265	236	321	976
07:30	07:45	145	270	426	419	1260
07:45	08:00	309	328	345	489	1471
08:00	08:15	266	350	386	399	1401
08:15	08:30	219	313	352	356	1240
08:30	08:45	290	438	458	539	1725
08:45	09:00	167	333	266	450	1216
09:00	09:15	132	301	302	354	1089
09:15	09:30	271	293	335	401	1300
09:30	09:45	222	367	334	461	1384
09:45	10:00	246	233	252	375	1106
17:00	17:15	269	334	316	396	1315
17:15	17:30	162	344	274	400	1180
17:30	17:45	298	392	494	543	1727
17:45	18:00	133	273	240	348	994
18:00	18:15	269	334	316	396	1315
18:15	18:30	121	287	263	339	1010
18:30	18:45	253	302	311	420	1286
18:45	19:00	186	273	240	348	1047
12:00	12:15	54	57	74	79	264
12:15	12:30	53	47	39	70	209
12:30	12:45	54	54	54	66	228
12:45	13:00	58	63	66	74	261
13:00	13:15	65	51	55	66	237
13:15	13:30	62	58	67	73	260
13:30	13:45	69	75	71	75	290
13:45	14:00	71	41	74	61	247

Fuente: Elaboración propia

Imagen 59: Volumen vehicular cada 15 minutos jueves 24 setiembre 2020



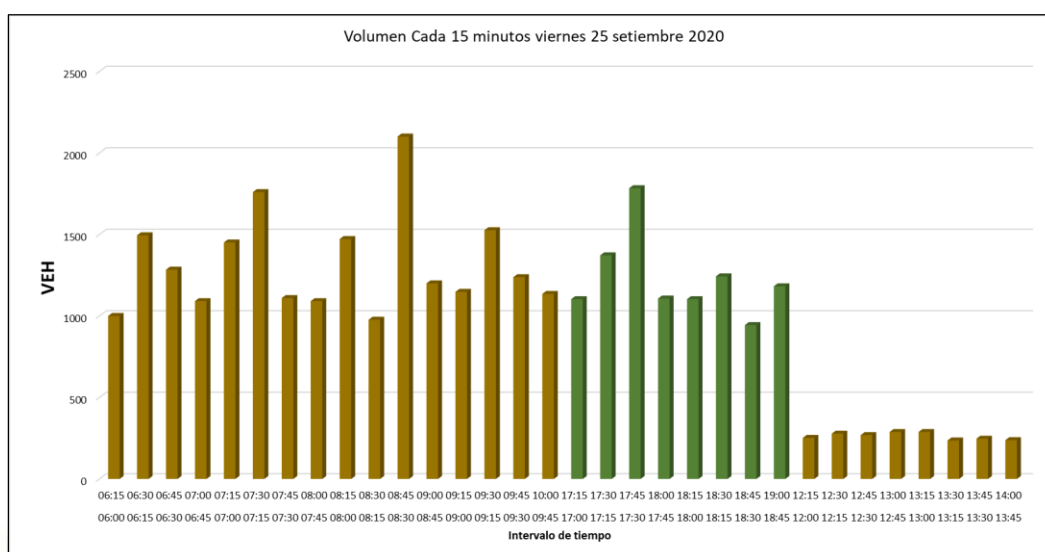
Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Aforo vehicular viernes 25 de setiembre

Hora		Av. Perú (veh)	Av. Garcilazo de la Vega (veh)	Av. EE-UU (veh)	Av. Plazoleta Cementerio (veh)	TOTAL (veh)
06:00	06:15	160	271	242	327	1000
06:15	06:30	315	334	351	495	1495
06:30	06:45	151	276	432	425	1284
06:45	07:00	139	302	284	366	1091
07:00	07:15	299	406	310	436	1451
07:15	07:30	308	371	518	563	1760
07:30	07:45	140	324	275	371	1110
07:45	08:00	142	293	294	362	1091
08:00	08:15	220	390	356	506	1472
08:15	08:30	167	266	260	284	977
08:30	08:45	395	549	587	570	2101
08:45	09:00	208	289	295	408	1200
09:00	09:15	258	248	261	381	1148
09:15	09:30	320	348	366	492	1526
09:30	09:45	165	353	328	392	1238
09:45	10:00	176	305	304	350	1135
17:00	17:15	145	296	297	365	1103
17:15	17:30	281	343	331	417	1372
17:30	17:45	310	401	509	564	1784
17:45	18:00	174	258	275	400	1107
18:00	18:15	145	296	297	365	1103
18:15	18:30	156	268	415	404	1243
18:30	18:45	154	265	236	289	944
18:45	19:00	249	258	275	400	1182
12:00	12:15	68	57	58	69	252
12:15	12:30	65	66	70	77	278
12:30	12:45	72	54	74	69	269
12:45	13:00	74	61	77	76	288
13:00	13:15	61	70	77	80	288
13:15	13:30	56	58	42	80	236
13:30	13:45	57	60	57	73	247
13:45	14:00	61	44	69	64	238

Fuente: Elaboración propia

Imagen 60: Volumen vehicular cada 15 minutos viernes 25 setiembre 2020



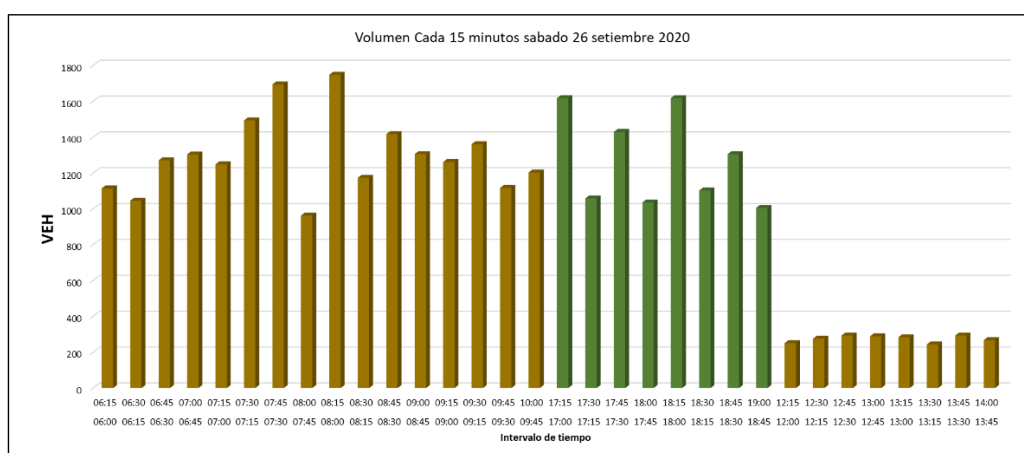
Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Aforo vehicular sábado 26 de setiembre

Hora		Av. Perú (veh)	Av. Garcilazo de la Vega (veh)	Av. EE-UU (veh)	Av. Plazoleta Cementerio (veh)	TOTAL (veh)
06:00	06:15	134	292	313	375	1114
06:15	06:30	167	269	290	319	1045
06:30	06:45	264	278	299	429	1270
06:45	07:00	224	296	317	466	1303
07:00	07:15	176	328	349	395	1248
07:15	07:30	306	367	388	432	1493
07:30	07:45	295	413	434	552	1694
07:45	08:00	136	238	259	329	962
08:00	08:15	319	457	481	491	1748
08:15	08:30	211	280	289	393	1173
08:30	08:45	281	356	389	390	1416
08:45	09:00	191	365	315	434	1305
09:00	09:15	191	324	336	410	1261
09:15	09:30	239	359	328	434	1360
09:30	09:45	220	269	283	344	1116
09:45	10:00	281	266	288	367	1202
17:00	17:15	337	425	422	433	1617
17:15	17:30	151	281	288	338	1058
17:30	17:45	259	308	385	477	1429
17:45	18:00	187	266	264	318	1035
18:00	18:15	337	425	422	433	1617
18:15	18:30	191	259	311	341	1102
18:30	18:45	258	310	315	422	1305
18:45	19:00	157	266	264	318	1005
12:00	12:15	60	57	61	72	250
12:15	12:30	59	64	73	79	275
12:30	12:45	60	73	77	83	293
12:45	13:00	64	61	80	83	288
13:00	13:15	71	57	80	75	283
13:15	13:30	68	66	45	64	243
13:30	13:45	75	69	60	89	293
13:45	14:00	81	47	72	67	267

Fuente: Elaboración propia

Imagen 61: Volumen vehicular cada 15 minutos sábado 26 setiembre 2020



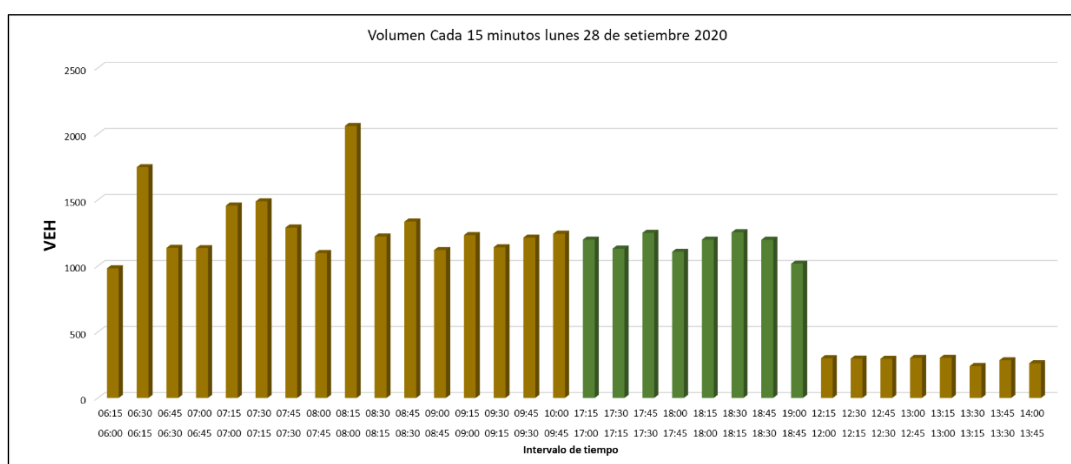
Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Aforo vehicular lunes 28 de setiembre

Hora		Av. Perú (veh)	Av. Garcilazo de la Vega (veh)	Av. EE-UU (veh)	Av. Plazoleta Cementerio (veh)	TOTAL (veh)
06:00	06:15	141	255	280	305	981
06:15	06:30	295	384	518	550	1747
06:30	06:45	172	323	266	375	1136
06:45	07:00	209	270	278	377	1134
07:00	07:15	311	397	316	433	1457
07:15	07:30	308	316	368	496	1488
07:30	07:45	163	267	438	422	1290
07:45	08:00	151	293	290	363	1097
08:00	08:15	372	529	545	614	2060
08:15	08:30	177	344	322	380	1223
08:30	08:45	227	335	348	425	1335
08:45	09:00	180	307	269	364	1120
09:00	09:15	232	321	354	326	1233
09:15	09:30	249	247	254	391	1141
09:30	09:45	290	266	288	370	1214
09:45	10:00	238	303	311	391	1243
17:00	17:15	166	331	294	408	1199
17:15	17:30	164	304	266	397	1131
17:30	17:45	208	282	343	417	1250
17:45	18:00	252	242	282	331	1107
18:00	18:15	166	331	294	408	1199
18:15	18:30	221	270	340	423	1254
18:30	18:45	227	280	283	408	1198
18:45	19:00	161	242	282	331	1016
12:00	12:15	74	76	64	86	300
12:15	12:30	71	64	76	86	297
12:30	12:45	78	60	80	78	296
12:45	13:00	84	69	83	67	303
13:00	13:15	63	66	83	92	304
13:15	13:30	62	56	48	75	241
13:30	13:45	63	77	63	82	285
13:45	14:00	67	50	75	70	262

Fuente: Elaboración propia

Imagen 62: Volumen vehicular cada 15 minutos lunes 28 setiembre 2020



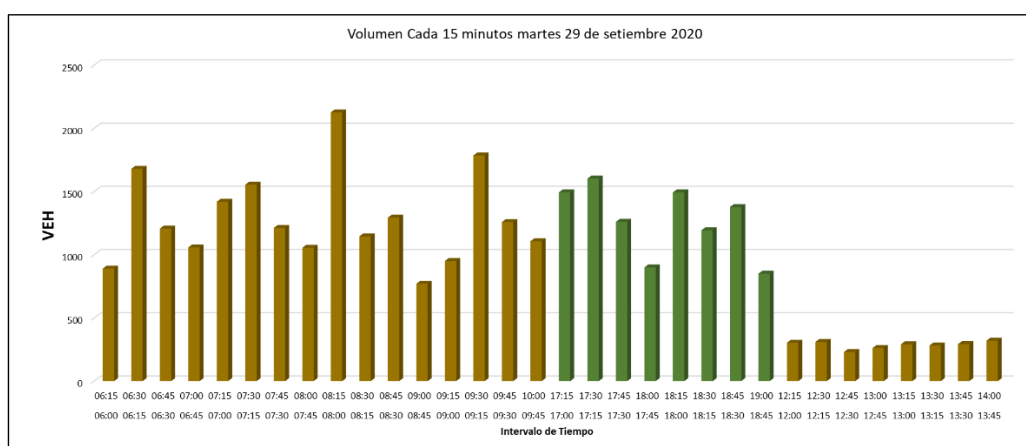
Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Aforo vehicular martes 29 de setiembre

Hora		Av. Perú (veh)	Av. Garcilazo de la Vega (veh)	Av. EE-UU (veh)	Av. Plazoleta Cementerio (veh)	TOTAL (veh)
06:00	06:15	119	231	259	281	890
06:15	06:30	269	369	506	535	1679
06:30	06:45	197	337	283	389	1206
06:45	07:00	193	249	260	356	1058
07:00	07:15	306	385	307	421	1419
07:15	07:30	326	331	386	511	1554
07:30	07:45	145	246	420	401	1212
07:45	08:00	142	281	281	351	1055
08:00	08:15	390	544	563	629	2126
08:15	08:30	159	323	304	359	1145
08:30	08:45	218	323	339	413	1293
08:45	09:00	94	218	183	275	770
09:00	09:15	134	246	274	296	950
09:15	09:30	303	393	530	559	1785
09:30	09:45	210	350	296	402	1258
09:45	10:00	205	261	272	368	1106
17:00	17:15	317	406	328	442	1493
17:15	17:30	338	343	398	523	1602
17:30	17:45	157	258	432	413	1260
17:45	18:00	163	238	203	295	899
18:00	18:15	317	406	328	442	1493
18:15	18:30	171	335	316	371	1193
18:30	18:45	239	344	360	434	1377
18:45	19:00	114	238	203	295	850
12:00	12:15	84	69	83	67	303
12:15	12:30	63	72	83	92	310
12:30	12:45	62	50	48	70	230
12:45	13:00	63	60	63	75	261
13:00	13:15	67	63	75	86	291
13:15	13:30	74	61	64	82	281
13:30	13:45	71	67	76	78	292
13:45	14:00	78	76	80	86	320

Fuente: Elaboración propia

Imagen 63: Volumen vehicular cada 15 minutos martes 29 setiembre 2020



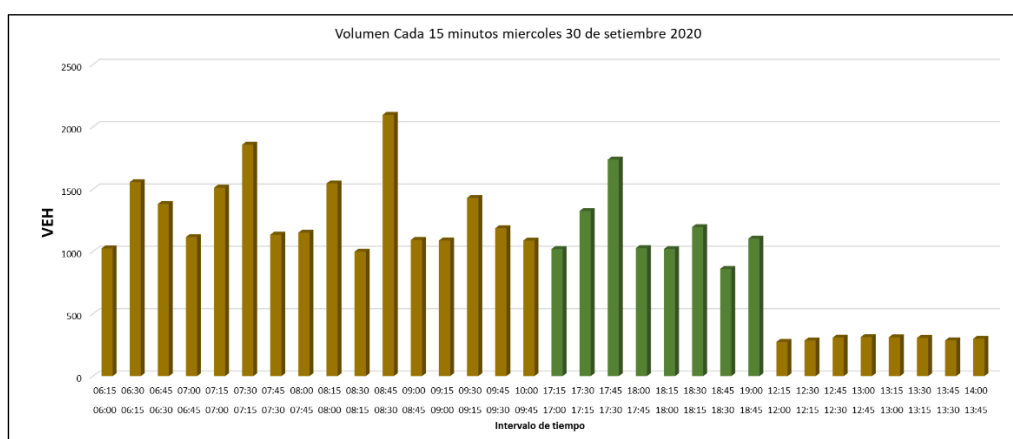
Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Aforo vehicular miércoles 29 de setiembre

Hora		Av. Perú (veh/h)	Av. Garcilazo de la Vega (veh/h)	Av. EE-UU (veh/h)	Av. Plazoleta Cementerio (veh/h)	TOTAL (veh/h)
06:00	06:15	166	277	248	333	1024
06:15	06:30	330	349	366	510	1555
06:30	06:45	175	300	456	449	1380
06:45	07:00	145	308	290	372	1115
07:00	07:15	314	421	325	451	1511
07:15	07:30	332	395	542	587	1856
07:30	07:45	146	330	281	377	1134
07:45	08:00	157	308	309	377	1151
08:00	08:15	231	404	380	530	1545
08:15	08:30	173	269	266	290	998
08:30	08:45	410	519	582	585	2096
08:45	09:00	184	253	271	384	1092
09:00	09:15	243	233	246	366	1088
09:15	09:30	296	324	342	468	1430
09:30	09:45	152	340	315	379	1186
09:45	10:00	164	293	292	338	1087
17:00	17:15	124	275	276	344	1019
17:15	17:30	269	331	319	405	1324
17:30	17:45	298	389	497	552	1736
17:45	18:00	153	238	255	380	1026
18:00	18:15	124	275	276	344	1019
18:15	18:30	144	256	403	392	1195
18:30	18:45	133	244	215	268	860
18:45	19:00	229	238	255	380	1102
12:00	12:15	70	53	78	73	274
12:15	12:30	77	63	67	78	285
12:30	12:45	74	66	79	89	308
12:45	13:00	81	64	83	85	313
13:00	13:15	87	62	86	77	312
13:15	13:30	66	77	86	77	306
13:30	13:45	65	78	51	92	286
13:45	14:00	66	79	66	89	300

Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 64: Volumen vehicular cada 15 minutos miércoles 30 setiembre 2020



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.7. AFORO VEHICULAR AV. ESTADOS UNIDOS

El horario definido para el conteo vehicular empezó el día jueves 24 de setiembre de 2020.

Este conteo se realizó en horario de la mañana de 6 am a 10 am., que son las horas donde la demanda de vehículos es mucho mayor, previamente se hizo una inspeccion a la zona para conocer las horas con flujos mas conflictivas.

Tabla 31: Aforo vehicular Av. Estados unidos

Aforo Vehicular - Avenida EEUU						
Hora	Día					
	Jueves(veh/h) (24/09/20)	Viernes(veh/h) (25/09/20)	Sábado(veh/h) (26/09/20)	Lunes(veh/h) (28/09/20)	Martes(veh/h) (29/09/20)	Miércoles(veh/h) (30/09/20)
06:00 – 07:00	1373	1309	1219	1342	1308	1360
07:00 – 08:00	1285	1397	1430	1412	1394	1457
08:00 – 09:00	1462	1498	1474	1484	1389	1499
09:00 – 10:00	1223	1259	1235	1207	1372	1195
12:00 – 13:00	233	279	291	303	277	307
13:00 – 14:00	267	245	257	269	295	289
17:00 – 18:00	1324	1412	1359	1185	1361	1347
18:00 – 19:00	1130	1223	1312	1199	1207	1149

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el mayor flujo vehicular se da el día viernes de 08:00 a 09:00 horas con un total de 1498 vehículos contabilizados, y la hora con menor demanda de vehículos es el jueves de 18:00 a 19:00 horas con un total de 1130 vehículos contabilizados.

Imagen 65: Aforo Av. EEUU



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Aforo vehicular en hora pico cada 5 minutos de la Av. EE.UU. total

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos											SENTIDO:	Entrada a ovalo				DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											FECHA:	25/09/2020				Viernes	
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
08:00	08:05	19	44	39	3	7	3	9	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	127
08:05	08:10	16	39	41	6	4	2	9	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	121
08:10	08:15	8	43	34	5	3	1	9	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	108
08:15	08:20	18	30	25	5	6	2	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	92
08:20	08:25	7	27	28	2	4	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
08:25	08:30	3	28	40	2	7	5	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	93
08:30	08:35	23	78	64	11	23	7	12	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	227
08:35	08:40	25	59	62	22	18	14	8	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	219
08:40	08:45	20	33	38	13	18	7	3	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	141
08:45	08:50	8	50	48	6	5	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126
08:50	08:55	11	26	33	3	6	4	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	94
08:55	09:00	4	28	27	3	2	1	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	75
TOTAL VEH.		162	485	479	81	103	48	92	0	0	47	0	1	0	0	0	0	0	
TOTAL		1498	VEH/H																

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Aforo vehicular en hora pico cada 15 minutos de la Av. EE.UU. total

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																				
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS		BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL		
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3		2T2	
																				
08:00	08:15	43	126	114	14	14	6	27	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	356	
08:15	08:30	28	85	93	9	17	8	17	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	260	
08:30	08:45	68	170	164	46	59	28	23	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	587	
08:45	09:00	23	104	108	12	13	6	25	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	295	
TOTAL VEH.		162	485	479	81	103	48	92	0	0	47	0	1	0	0	0	0	0		
TOTAL		1498	VEH/H																	

Fuente: Elaboración propia

En la imagen mostrada previamente se puede observar el volumen total de vehículos que contiene el tramo de la Avenida Estados Unidos analizado en la hora punta de 08:00 am a 09:00 am., el cual nos da como resultado de 1498 vehículos.

$$EL\ VHMD_{Av,EE.UU} = 1498\ veh/hora.$$

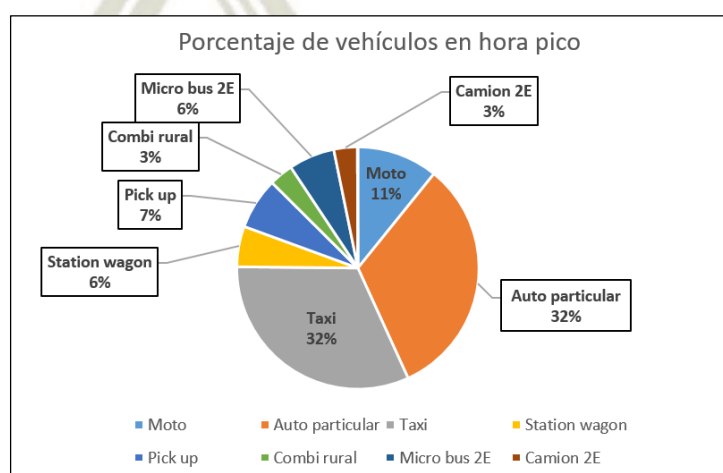
Composición del volumen de transito Av. EE.UU.

Tabla 34: Composición de vehículos de la Av. EE.UU.

Composición de vehículos de la Av. EE.UU		
Tipo de Vehículo	# de vehículos (veh/h)	Porcentaje (%)
Moto	162	11%
Auto particular	485	32%
Taxi	479	32%
Station wagon	81	5%
Pick up	103	7%
Combi rural	48	3%
Micro bus 2E	92	6%
Bus 2E	0	0%
Bus 3E	0	0%
Camión 2E	47	3%
Camión 3E	0	0%
Camión 4E	1	0%
Semi tráiler 2S1/2S2	0	0%
Semi tráiler 2S3	0	0%
Semi tráiler 3S1/3S2	0	0%
Semi tráiler >=2S3	0	0%
Tráiler 2T2	0	0%
TOTAL	1498	100%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 66: Porcentaje de vehículos hora pico av. EE. UU.



Fuente: Elaboración propia.

En la composición vehicular presentada para la Av. EE.UU. podemos observar que predominan los vehículos particulares y los taxis, cada uno con un 32% de influencia en el aforo vehicular, la combi rural con un 3%, las pick up con un 7%, los Station wagon con un 6% y los vehículos pesados, aportando un 6% microbús de 2E y un 3% los camiones de 2E.

Variación del volumen de transito

- Para un periodo de 15 minutos

Tabla 35: Variación de volumen en periodo de 15 minutos Av. EEUU

Intervalos de tiempo		Volumen cada 15 min (Q) (veh/h)
08:00	08:15	356
08:15	08:30	260
08:30	08:45	587
08:45	09:00	295
TOTAL		1498

Fuente: Elaboración propia.

Sabiendo el dato del Volumen horario de máxima demanda presentado en la imagen 62, considerando periodos de 15 minutos, los periodos por hora equivalen a $N=4$, podemos calcular el factor horario de máxima demanda para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Av.EEUU} = 1498 \frac{veh}{h}$$

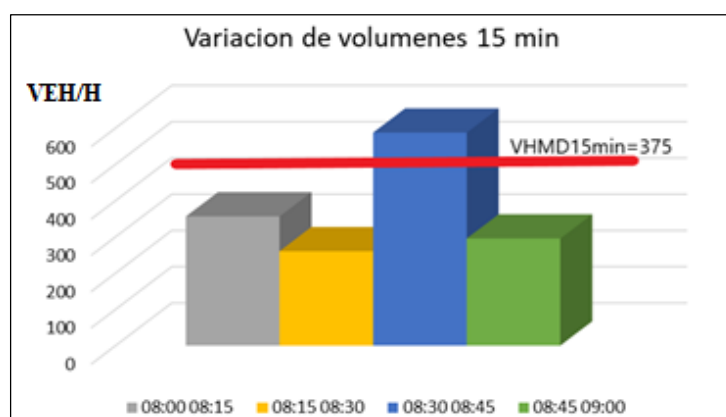
$$FHMD_{15min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{1498}{4 * 587}$$

$$FHMD_{15min} = 0.638$$

Con lo que nuestro VHMD en periodos de 15 minutos

$$VHMD_{15min} = \frac{1498}{4} = 375 \text{ veh}/15min$$

Imagen 67: Variación de volúmenes periodo de 15 minutos Av. EE.UU.



Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que en el horario de 08:30-08:45 supera el volumen horario de máxima demanda de una manera significativa en comparación a los demás flujos anteriores.

Ahora se realizará la conversión de los valores de cada periodo de 15 minutos a equivalentes a una hora

$$q = \frac{N_i}{T_i}$$

Tabla 36: Volumen actual de transito de 15 min ajustados a 1 hora de la av. EEUU

Intervalo de tiempo		Q15min	q(veh/h)
08:00	08:15	356	1424
08:15	08:30	260	1040
08:30	08:45	587	2348
08:45	09:00	295	1180

Fuente: Elaboración propia.

Toma de velocidades

La toma de velocidades para la avenida estados unidos se realizó en una longitud de 100 metros y se tomaron una muestra de 60 vehículos aleatorios.

Tabla 37: Toma de velocidades de la Av. EEUU

Toma de velocidades							
Distancia de toma de datos = 100 m							
	Vehículo	T(seg)	V (km/h)		Vehículo	T(seg)	V (km/h)
1	Moto	12.5	28.80	31	Taxi	12	30.00
2	Moto	13	27.69	32	Taxi	13	27.69
3	Moto	14	25.71	33	Taxi	13	27.69
4	Moto	13	27.69	34	Station w.	14	25.71
5	Moto	12	30.00	35	Station w.	11	32.73
6	Moto	11	32.73	36	Station w.	12	30.00
7	Auto p.	13	27.69	37	Station w.	13	27.69
8	Auto p.	13	27.69	38	Micro bus	14	25.71
9	Auto p.	12	30.00	39	Micro bus	11	32.73
10	Auto p.	12	30.00	40	Micro bus	15	24.00
11	Auto p.	12	30.00	41	Micro bus	14	25.71
12	Auto p.	11	32.73	42	Micro bus	14	25.71
13	Taxi	10	36.00	43	Micro bus	13	27.69
14	Taxi	11	32.73	44	Micro bus	13	27.69
15	Taxi	14	25.71	45	Pick up	12	30.00
16	Taxi	12	30.00	46	Pick up	12	30.00
17	Taxi	12	30.00	47	Auto p.	12	30.00
18	Taxi	13	27.69	48	Pick up	11	32.73
19	Taxi	13	27.69	49	Taxi	12	30.00
20	Taxi	14	25.71	50	Taxi	13	27.69
21	Taxi	13	27.69	51	Taxi	14	25.71
22	Pick up	11	32.73	52	Taxi	14	25.71
23	Pick up	12	30.00	53	Taxi	15	24.00
24	Pick up	12	30.00	54	Taxi	15	24.00
25	Auto p.	13	27.69	55	Taxi	13	27.69
26	Auto p.	12	30.00	56	Taxi	14	25.71
27	Auto p.	13	27.69	57	Taxi	13	27.69
28	Auto p.	14	25.71	58	Taxi	13	27.69
29	Auto p.	15	24.00	59	Auto p.	14	25.71
30	Auto p.	11	32.73	60	Auto p.	15	24.00

Fuente: Elaboración propia

Análisis de transito futuro de la Av. EE.UU.

El transito futuro se desarrolló como está especificado en el marco teórico, tomando como Micro bus 2e a las empresas de transporte publico pertenecientes al SIT (Sistema integrado de transportes), con lo que tenemos los siguientes resultados:

Tabla 38: Transito futuro Av. EE.UU.

Volumen horario de máxima demanda Av. EEUU.					
Tipo de vehículo	Año (veh)				
	2020	2025	2030	2035	2040
Moto	162	176	208	268	375
Particular	485	528	625	805	1128
Taxi	479	521	567	617	671
Station wagon	81	88	96	104	113
Pick up	103	112	122	133	144
Combi rural	48	52	57	62	67
Micro bus 2e	92	100	109	111	129
Bus 2e	0	0	0	0	0
Bus 3e	0	0	0	0	0
Camión 2e	47	62	83	87	145
Camión 3e	0	0	0	0	0
Camión 4e	1	1	2	2	3
Semi tráiler 2s1/2s2	0	0	0	0	0
Semi tráiler 2s3	0	0	0	0	0
Semi tráiler 3s1/3s2	0	0	0	0	0
Semi tráiler >= 3s3	0	0	0	0	0
Tráiler 2t2	0	0	0	0	0
Total	1498	1640	1869	2189	2775

Fuente: Elaboración propia.

Datos de giro de la Avenida Estados Unidos

Datos de giro requeridos para la metodología HCM 2016

- Giro hacia la derecha

Tabla 39: Aforo vehicular Giro derecha(Av. Perú) cada 15 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																				
ESTUDIO DE TRAFICO																				
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos-Giro derecha(Av. Perú)												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes		
HORA:	MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL		
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2			
																				
08:00	08:15																		176	
08:15	08:30	16	69	70	0	6	0	13	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	140
08:30	08:45	13	48	62	0	8	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283
08:45	09:00	28	88	88	19	28	12	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	150
		9	51	69	0	8	0	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL VEH.		66	256	289	19	50	13	43	0	0	12	0	1	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		749	VEH/H																	

Fuente: Elaboración propia.

- De frente

Tabla 40: Aforo vehicular De frente (Av. Plazoleta cementerio) cada 15 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																				
ESTUDIO DE TRAFICO																				
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos- Defrente(Av. Plazoleta cementerio)												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes		
HORA:	MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL		
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2			
08:00	08:15																			
08:00	08:15	11	30	26	1	3	6	11	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	98
08:15	08:30	2	21	20	5	3	7	7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	68
08:30	08:45	20	41	39	16	12	12	9	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	160
08:45	09:00	1	22	22	5	4	3	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	67
TOTAL VEH.		34	114	107	27	22	28	35	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		393	VEH/H																	

Fuente: Elaboración propia

- Giro izquierda

Tabla 41: Aforo vehicular Giro izquierda(Av. Garcilazo de la Vega) cada 15 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos- Giro izquierda(Av. Garcilazo de la Vega)												SENTIDO:				DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:	MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		TOTAL
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2		
																			
08:00	08:15	16	27	18	13	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82
08:15	08:30	13	16	11	4	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
08:30	08:45	21	42	37	12	19	6	4	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	149
08:45	09:00	13	31	17	7	1	3	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	78
TOTAL VEH.		63	116	83	36	31	9	14	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		361	VEH/H																

Fuente: Elaboración propia

Las tablas mostradas previamente nos muestran los datos necesarios para poder aplicar la metodología del Highway Capacity Manual 2016 en el análisis de la rotonda.

3.2.3.8. AFORO VEHICULAR AV. GARCILAZO DE LA VEGA

El horario definido para el conteo vehicular empezó el día jueves 24 de setiembre de 2020.

Este conteo se realizó en horario de la mañana de 6 am a 10 am y en la tarde de 5 pm a 7 pm., que son las horas donde la demanda de vehículos es mucho mayor, previamente se hizo una inspeccion a la zona para conocer las horas con flujos mas conflictivas.

Tabla 42: Aforo vehicular Av. Garcilazo de la Vega

Aforo Vehicular – Avenida Garcilazo de la Vega						
Hora	Día					
	Jueves(veh/h) (24/09/20)	Viernes(veh/h) (25/09/20)	Sábado(veh/h) (26/09/20)	Lunes(veh/h) (28/09/20)	Martes(veh/h) (28/09/20)	Miércoles(veh/h) (29/09/20)
06:00 – 07:00	1370	1183	1135	1232	1186	1234
07:00 – 08:00	1159	1394	1346	1273	1243	1454
08:00 – 09:00	1434	1494	1458	1515	1408	1445
09:00 – 10:00	1194	1254	1218	1137	1250	1190
12:00 – 13:00	221	238	255	269	251	246
13:00 – 14:00	225	232	239	249	267	296
17:00 – 18:00	1343	1298	1280	1159	1245	1233
18:00 – 19:00	1196	1087	1260	1123	1323	1013
TOTAL	7696	7710	7697	7439	7655	7569

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el mayor flujo vehicular se da el día viernes de 08:00 a 09:00 horas con un total de 1494 vehículos contabilizados, y la hora con menor demanda de vehículos es el viernes de 18:00 a 19:00 horas con un total de 1087 vehículos contabilizados.

Tabla 43: Aforo vehicular Av. Garcilazo de la Vega total cada 5 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																				
ESTUDIO DE TRAFICO																				
NOMBRE DE LA VIA:			Avenida Garcilazo de la Vega											SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:			08:00 - 09:00 am											FECHA:		25/09/2020		Viernes		
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL	
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2		
																				
08:00	08:05	10	27	30	14	9	6	17	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	117	
08:05	08:10	11	27	44	11	12	5	20	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	139	
08:10	08:15	10	30	43	11	6	10	17	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	134	
08:15	08:20	11	22	30	7	6	9	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	101	
08:20	08:25	7	19	30	9	6	4	14	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	91	
08:25	08:30	10	20	24	6	2	1	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	74	
08:30	08:35	25	44	44	10	20	16	20	2	0	18	1	0	0	0	0	0	0	200	
08:35	08:40	22	39	52	12	15	16	19	3	0	14	5	0	0	0	0	0	0	197	
08:40	08:45	19	35	34	13	11	10	13	2	0	14	1	0	0	0	0	0	0	152	
08:45	08:50	8	24	43	2	2	2	18	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	104	
08:50	08:55	6	17	20	5	3	7	10	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	72	
08:55	09:00	8	24	41	6	6	2	18	0	4	2	1	1	0	0	0	0	0	113	
TOTAL VEH.		147	328	435	106	98	88	191	10	7	67	16	1	0	0	0	0	0		
TOTAL		1494	VEH/H																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Aforo vehicular Av. Garcilazo de la Vega total cada 15 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Garcilazo de la Vega												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
08:00	08:15	31	84	117	36	27	21	54	3	0	15	2	0	0	0	0	0	0	390
08:15	08:30	28	61	84	22	14	14	39	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	266
08:30	08:45	66	118	130	35	46	42	52	7	0	46	7	0	0	0	0	0	0	549
08:45	09:00	22	65	104	13	11	11	46	0	7	4	5	1	0	0	0	0	0	289
TOTAL VEH.		147	328	435	106	98	88	191	10	7	67	16	1	0	0	0	0	0	
TOTAL		1494	VEH/H																

Fuente: Elaboración propia

En la imagen mostrada previamente se puede observar el volumen total de vehículos que contiene el tramo de la Avenida Garcilazo de la Vega analizado en la hora punta de 08:00 am a 09:00 am., el cual nos da como resultado de 1494 vehículos.

$$EL\ VHMD_{Av,EE.UU} = 1494 \text{ veh/hora.}$$

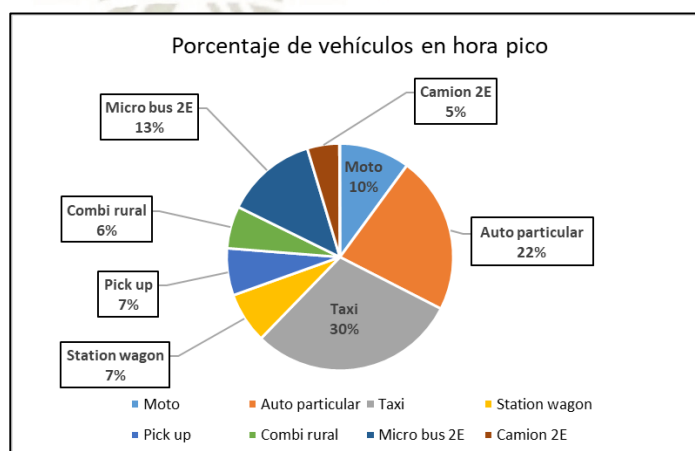
Composición del volumen de transito Av. Garcilazo de la Vega.

Tabla 45: Composición de vehículos de la Av. Garcilazo de la Vega

Composición de vehículos de la Av. Garcilazo de la Vega		
Tipo de Vehículo	# de vehículos (veh/h)	Porcentaje (%)
Moto	147	10%
Auto particular	328	22%
Taxi	435	29%
Station wagon	106	7%
Pick up	98	7%
Combi rural	88	6%
Micro bus 2E	191	13%
Bus 2E	10	1%
Bus 3E	7	0%
Camión 2E	67	4%
Camión 3E	16	1%
Camión 4E	1	0%
Semi tráiler 2S1/2S2	0	0%
Semi tráiler 2S3	0	0%
Semi tráiler 3S1/3S2	0	0%
Semi tráiler >=2S3	0	0%
Tráiler 2T2	0	0%
TOTAL	1494	100%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 68: Porcentaje de vehículos en hora pico



Fuente: Elaboración propia

En la composición vehicular presentada para la Av. Garcilazo de la Vega, podemos observar que predominan los vehículos particulares con 22 % y los taxis con un 30% de influencia en el aforo vehicular, la combi rural con un 6%, las pick up con un 7%, los Station wagon con un 7% y los vehículos pesados, aportando un 13% microbús de 2E y un 5% los camiones de 2E.

Variación del volumen de transito

- Para un periodo de 15 minutos

Tabla 46: Volumen de transito cada 15 minutos

Intervalos de tiempo		Volumen cada 15 min (Q) (veh/h)
08:00	08:15	390
08:15	08:30	266
08:30	08:45	549
08:45	09:00	289
TOTAL		1494

Fuente: Elaboración propia.

Sabiendo el dato del Volumen horario de máxima demanda presentado en la imagen 66, considerando periodos de 15 minutos, los periodos por hora equivalen a $N=4$, podemos calcular el factor horario de máxima demanda para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Av.GARCILAZO} = 1494 \frac{veh}{h}$$

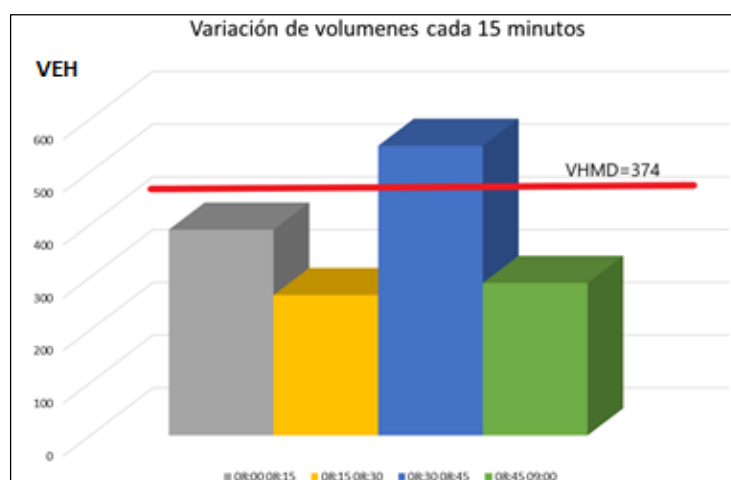
$$FHMD_{15min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{1494}{4 * 549}$$

$$FHMD_{15min} = 0.680$$

Con lo que nuestro VHMD en periodos de 15 minutos

$$VHMD_{15min} = \frac{1494}{4} = 374 \text{ veh}/15min$$

Imagen 69: Variación de volúmenes periodo de 15 minutos Av. Garcilazo de la Vega



Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que en el horario de 08:30-08:45 supera el volumen horario de máxima demanda de una manera significativa en comparación a los demás flujos anteriores.

Ahora se realizará la conversión de los valores de cada periodo de 15 minutos a equivalentes a una hora

$$q = \frac{N_i}{T_i}$$

Tabla 47: Volumen actual de transito de 15 min ajustados a 1 hora de la av. Garcilazo de la Vega

Intervalo de tiempo		Q15min	q(veh/h)
08:00	08:15	390	1560
08:15	08:30	266	1064
08:30	08:45	549	2196
08:45	09:00	289	1156

Fuente: Elaboración propia.

Toma de velocidades

La toma de velocidades para la avenida estados unidos se realizó en una longitud de 100 metros y se tomaron una muestra de 60 vehículos aleatorios.

Tabla 48: Toma de velocidades Av. Garcilazo de la Vega

Toma de velocidades							
Distancia de toma de datos = 100 m							
	Vehículo	T(seg)	V (km/h)		Vehículo	T(seg)	V (km/h)
1	Auto p.	14	25.71	31	Pick up	11	32.73
2	Auto p.	15	24.00	32	Pick up	14	25.71
3	Auto p.	14	25.71	33	Auto p.	15	24.00
4	Auto p.	14	25.71	34	Pick up	14	25.71
5	Auto p.	13	27.69	35	Station w.	14	25.71
6	Auto p.	15	24.00	36	Station w.	13	27.69
7	Auto p.	16	22.50	37	Station w.	12	30.00
8	Auto p.	15	24.00	38	Micro bus	15	24.00
9	Auto p.	14	25.71	39	Micro bus	15	24.00
10	Auto p.	15	24.00	40	Micro bus	15	24.00
11	Auto p.	15	24.00	41	Micro bus	15	24.00
12	Taxi	12	30.00	42	Micro bus	16	22.50
13	Taxi	15	24.00	43	Micro bus	15	24.00
14	Taxi	15	24.00	44	Micro bus	15	24.00
15	Taxi	15	24.00	45	Pick up	12	30.00
16	Taxi	14	25.71	46	Pick up	12	30.00
17	Taxi	14	25.71	47	Auto p.	14	25.71
18	Taxi	14	25.71	48	Pick up	12	30.00
19	Taxi	14	25.71	49	Taxi	14	25.71
20	Taxi	15	24.00	50	Taxi	14	25.71
21	Camión 2E	16	22.50	51	Taxi	13	27.69
22	Camión 2E	16	22.50	52	Taxi	15	24.00
23	Camión 2E	15	24.00	53	Taxi	15	24.00
24	Taxi	14	25.71	54	Taxi	15	24.00
25	Auto p.	13	27.69	55	Camión 3E	15	24.00
26	Auto p.	13	27.69	56	Taxi	14	25.71
27	Auto p.	13	27.69	57	Taxi	14	25.71
28	Auto p.	13	27.69	58	Taxi	14	25.71
29	Auto p.	11	32.73	59	Auto p.	14	25.71
30	Auto p.	14	25.71	60	Auto p.	11	32.73

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de paraderos en la zona de estudio

En la avenida Perú no hay la presencia de paraderos, debido al poco espacio de vereda que hay en la zona no se ve viable la implementación de paraderos en la zona, como también la presencia de paraderos en las avenidas EE.UU., Garcilazo de la Vega y en la avenida Plazoleta Cementerio, que hacen que poner un paradero más sea innecesario debido a las detenciones que podría causar la incorporación de un paradero más, ya que la afluencia de pasajeros se presenta más en las avenidas Garcilazo de la Vega, EE.UU. y en la avenida Plazoleta Cementerio.

El tránsito futuro se desarrolló como está especificado en el marco teórico, tomando como Micro bus 2e a las empresas de transporte público pertenecientes al SIT (Sistema integrado de transportes) con lo que tenemos los siguientes resultados:

Tabla 49: Tránsito futuro de la Av., Garcilazo de la Vega

Volumen horario de máxima demanda Av. Garcilazo de la Vega.					
Tipo de vehículo	Año				
	2020	2025	2030	2035	2040
Moto	147	160	189	243	340
Particular	328	357	423	545	764
Taxi	435	473	515	560	609
Station wagon	106	115	125	136	148
Pick up	98	107	116	126	137
Combi rural	88	96	104	113	123
Micro bus 2e	191	208	226	230	268
Bus 2e	10	13	18	19	31
Bus 3e	7	9	12	13	22
Camión 2e	67	89	118	125	207
Camión 3e	16	21	28	30	49
Camión 4e	1	1	2	2	3
Semi tráiler 2s1/2s2	0	0	0	0	0
Semi tráiler 2s3	0	0	0	0	0
Semi tráiler 3s1/3s2	0	0	0	0	0
Semi tráiler >= 3s3	0	0	0	0	0
Tráiler 2t2	0	0	0	0	0
TOTAL	1494	1649	1876	2142	2701

Fuente: Elaboración propia.

Datos de giro de la Avenida Garcilazo de la Vega

Datos de giro requeridos para la metodología HCM 2016

- Giro hacia la derecha

Tabla 50: Aforo vehicular Giro derecha(Av. EEUU) cada 15 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																	
ESTUDIO DE TRAFICO																	
NOMBRE DE LA VIA:		Av. Garcilazo de la Vega - Giro derecha(Av.EEUU)											Derecha		DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											25/09/2020		Viernes		
HORA:	MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER	TOTAL	
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	351/352	>= 353	2T2		
																	
08:00	08:15	0	15	29	13	13	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	77
08:15	08:30	0	18	22	3	4	5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	54
08:30	08:45	12	37	37	8	9	11	3	3	0	15	0	0	0	0	0	135
08:45	09:00	0	15	28	2	3	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	53
TOTAL VEH.		12	85	116	26	29	21	9	3	1	16	1	0	0	0	0	
TOTAL		319															

Fuente: Elaboración propia

- De frente

Tabla 51: Aforo vehicular De frente(Av. Perú) cada 15 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																	
ESTUDIO DE TRAFICO																	
NOMBRE DE LA VIA:		Av. Garcilazo de la Vega - Giro derecha(Av.Perú)											Defrente		DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											25/09/2020		Viernes		
HORA:	MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER	TOTAL	
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	3S1/3S2	>= 3S3	2T2		
																	
08:00	08:15	20	41	51	11	11	11	50	0	0	9	1	0	0	0	0	205
08:15	08:30	19	26	36	6	9	5	36	0	0	0	1	0	0	0	0	138
08:30	08:45	35	45	51	13	27	21	45	3	0	19	5	0	0	0	0	264
08:45	09:00	18	30	44	3	7	5	40	0	3	3	4	1	0	0	0	158
TOTAL VEH.		92	142	182	33	54	42	171	3	3	31	11	1	0	0	0	
TOTAL		765															

Fuente: Elaboración propia

- Giro izquierda

Tabla 52: Aforo vehicular Giro izquierda(Av. Plazoleta cementerio) cada 15 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																	
ESTUDIO DE TRAFICO																	
NOMBRE DE LA VIA:		Av. Garcilazo de la Vega - Giro izquierda (Av.Plazoleta cementerio)												Izquierda		DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												25/09/2020		Viernes	
HORA:	MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER		TRAYLER	TOTAL	
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	351/352	>= 353	2T2		
																	
08:00	08:15	11	28	37	12	3	6	2	3	0	5	1	0	0	0	0	108
08:15	08:30	9	17	26	13	1	4	2	0	0	2	0	0	0	0	0	74
08:30	08:45	20	36	44	16	10	4	1	0	12	2	0	0	0	0	0	155
08:45	09:00	4	20	32	8	1	5	3	0	3	1	1	0	0	0	0	78
TOTAL VEH.		44	101	139	49	15	25	11	4	3	20	4	0	0	0	0	
TOTAL		415															

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.9. AFORO VEHICULAR AV. PERÚ

El horario definido para el conteo vehicular empezó el día jueves 24 de setiembre de 2020.

Este conteo se realizó en horario de la mañana de 6 am a 10 am y en la tarde de 5 pm a 7 pm., que son las horas donde la demanda de vehículos es mucho mayor, previamente se hizo una inspeccion a la zona para conocer las horas con flujos mas conflictivas.

Tabla 53: Aforo vehicular Av. Perú

Aforo Vehicular – Perú						
Hora	Día					
	Jueves (24/09/20)	Viernes (25/09/20)	Sábado (26/09/20)	Lunes (28/09/20)	Martes (29/09/20)	Miércoles (30/09/20)
06:00 – 07:00	865	765	789	817	778	816
07:00 – 08:00	741	889	913	933	919	949
08:00 – 09:00	942	990	1002	956	861	998
09:00 – 10:00	871	919	931	1009	852	855
12:00 – 13:00	219	279	243	307	272	302
13:00 – 14:00	267	235	295	255	290	284
17:00 – 18:00	862	910	934	790	975	844
18:00 – 19:00	829	704	943	775	841	630
TOTAL	5110	5177	5512	5280	5226	5092

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el mayor flujo vehicular se da el día lunes de 09:00 a 10:00 horas con un total de 1009 vehículos contabilizados, pero cabe mencionar que nuestro VHMD de las cuatro entradas que posee el ovalo Apacheta fue dado el día viernes 25 de setiembre en horas de 08:00 a 09:00, por lo que usaremos el volumen ubicado en ese intervalo de tiempo para nuestro análisis; la hora con menor demanda de vehículos es el viernes de 18:00 a 19:00 horas con un total de 704 vehículos contabilizados.

Tabla 54: Aforo vehicular Av. Perú total cada 5 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:			Avenida Perú											SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:			08:00 - 09:00 am											FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:		MOTO 	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
08:00	08:05	3	21	22	9	7	9	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	79
08:05	08:10	7	17	15	13	13	7	4	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	82
08:10	08:15	7	13	0	10	13	11	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	59
08:15	08:20	7	12	10	6	3	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
08:20	08:25	14	14	12	9	7	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	62
08:25	08:30	10	21	14	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
08:30	08:35	25	37	40	15	17	8	6	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	158
08:35	08:40	19	33	41	9	17	5	4	0	0	12	0	0	0	0	0	1	0	141
08:40	08:45	14	23	19	7	15	5	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	96
08:45	08:50	8	20	19	0	6	8	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	66
08:50	08:55	8	32	20	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	69
08:55	09:00	10	15	27	5	6	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	73
TOTAL VEH.		132	258	239	90	113	71	36	0	0	48	0	0	0	0	0	3	0	
TOTAL		990	VEH/H																

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Aforo vehicular Av. Perú total cada 15 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																				
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Garcilazo de la Vega												SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:			
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:	25/09/2020		Viernes			
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL	
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2		
																				
08:00	08:15	17	51	37	32	33	27	10	0	0	12	0	0	0	0	0	1	0	220	
08:15	08:30	31	47	36	22	16	8	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	167	
08:30	08:45	58	93	100	31	49	18	14	0	0	31	0	0	0	0	0	1	0	395	
08:45	09:00	26	67	66	5	15	18	6	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	208	
TOTAL VEH.		132	258	239	90	113	71	36	0	0	48	0	0	0	0	0	3	0		
TOTAL		990	VEH/H																	

Fuente: Elaboración propia

En la imagen mostrada previamente se puede observar el volumen total de vehículos que contiene el tramo de la Perú analizado en la hora punta de 08:00 am a 09:00 am., el cual nos da como resultado de 990 vehículos.

$$EL \text{ } VHMD_{Av,PERÚ} = 990 \text{ veh/hora.}$$

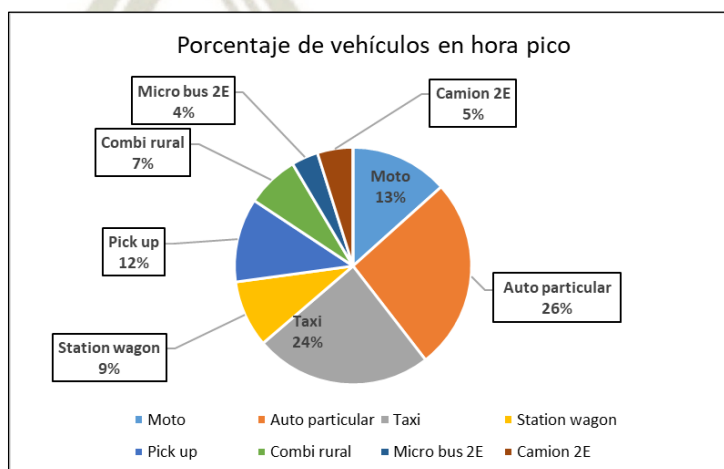
Composición del volumen de transito Av. Perú.

Tabla 56: Composición vehicular Av. Perú

Composición de vehículos de la Av. Perú		
Tipo de Vehículo	# de vehículos (veh/h)	Porcentaje (%)
Moto	132	13%
Auto particular	258	26%
Taxi	239	24%
Station wagon	90	9%
Pick up	113	11%
Combi rural	71	7%
Micro bus 2E	36	4%
Bus 2E	0	0%
Bus 3E	0	0%
Camión 2E	48	5%
Camión 3E	0	0%
Camión 4E	0	0%
Semi tráiler 2S1/2S2	0	0%
Semi tráiler 2S3	0	0%
Semi tráiler 3S1/3S2	0	0%
Semi tráiler >=2S3	3	0%
Tráiler 2T2	0	0%
TOTAL	990	100%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 70: Porcentaje de vehículos en hora pico



Fuente: Elaboración propia

En la composición vehicular presentada para la Av. Perú podemos observar que predominan los vehículos particulares con 26 % y los taxis con un 24% de influencia en el aforo vehicular, la combi rural con un 7%, las pick up con un 12%, los Station wagon con un 9% y los vehículos pesados, aportando un 4% microbús de 2E y un 5% los camiones de 2E.

Variación del volumen de transito

- Para un periodo de 15 minutos

Tabla 57: Volumen de transito cada 15 minutos av. Perú

Intervalos de tiempo		Volumen cada 15 min (Q) (veh/h)
08:00	08:15	220
08:15	08:30	167
08:30	08:45	395
08:45	09:00	208
TOTAL		990

Fuente: Elaboración propia.

Sabiendo el dato del Volumen horario de máxima demanda presentado en la imagen 69, considerando periodos de 15 minutos, los periodos por hora equivalen a $N=4$, podemos calcular el factor horario de máxima demanda para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Av.PERÚ} = 990 \frac{veh}{h}$$

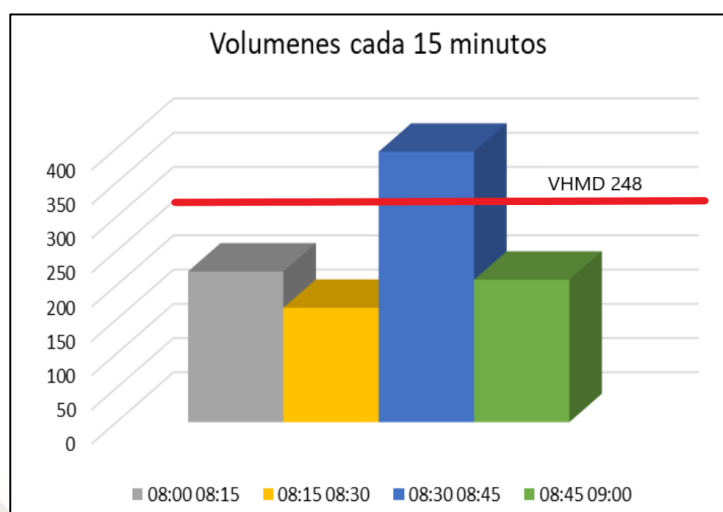
$$FHMD_{15min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{990}{4 * 395}$$

$$FHMD_{15min} = 0.627$$

Con lo que nuestro VHMD en periodos de 15 minutos

$$VHMD_{15min} = \frac{990}{4} = 248 \text{ veh}/15min$$

Imagen 71: Volúmenes cada 15 minutos Av. Perú



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que en el horario de 08:30-08:45 supera el volumen horario de máxima demanda de una manera significativa en comparación a los demás flujos anteriores.

Ahora se realizará la conversión de los valores de cada periodo de 15 minutos a equivalentes a una hora

$$q = \frac{N_i}{T_i}$$

Tabla 58: Volumen actual de transito de 15 min ajustados a 1 hora de la av. Perú

Intervalo de tiempo		Q15min	q(veh/h)
08:00	08:15	220	880
08:15	08:30	167	668
08:30	08:45	395	1580
08:45	09:00	208	832

Fuente: Elaboración propia.

Toma de velocidades

La toma de velocidades para la avenida estados unidos se realizó en una longitud de 100 metros y se tomaron una muestra de 60 vehículos aleatorios.

Tabla 59: Toma de velocidades Av. Perú

Toma de velocidades							
Distancia de toma de datos = 100 m							
	Vehículo	T(seg)	V(km/h)		Vehículo	T(seg)	V(km/h)
1	Taxi	13	27.69	31	Camión 2e	14	25.71
2	Taxi	12	30.00	32	Pick up	11	32.73
3	Taxi	12	30.00	33	Auto p.	12	30.00
4	Taxi	12	30.00	34	Pick up	11	32.73
5	Taxi	12	30.00	35	Station w.	13	27.69
6	Auto p.	11	32.73	36	Station w.	14	25.71
7	Auto p.	11	32.73	37	Station w.	14	25.71
8	Auto p.	11	32.73	38	Auto p.	15	24.00
9	Auto p.	12	30.00	39	Pick up	12	30.00
10	Auto p.	12	30.00	40	Pick up	12	30.00
11	Auto p.	12	30.00	41	Auto p.	13	27.69
12	Pick up	10	36.00	42	Pick up	13	27.69
13	Pick up	10	36.00	43	Auto p.	14	25.71
14	Auto p.	14	25.71	44	Micro bus	14	25.71
15	Pick up	11	32.73	45	Pick up	12	30.00
16	Taxi	11	32.73	46	Pick up	12	30.00
17	Taxi	12	30.00	47	Auto p.	12	30.00
18	Taxi	11	32.73	48	Pick up	12	30.00
19	Auto p.	13	27.69	49	Taxi	14	25.71
20	Taxi	12	30.00	50	Taxi	15	24.00
21	Camión 2e	13	27.69	51	Taxi	15	24.00
22	Pick up	13	27.69	52	Auto p.	12	30.00
23	Camión 2e	14	25.71	53	Auto p.	12	30.00
24	Taxi	14	25.71	54	Auto p.	12	30.00
25	Auto p.	14	25.71	55	Taxi	13	27.69
26	Auto p.	11	32.73	56	Taxi	13	27.69
27	Auto p.	12	30.00	57	Station w.	15	24.00
28	Auto p.	11	32.73	58	Station w.	12	30.00
29	Auto p.	14	25.71	59	Station w.	12	30.00
30	Micro bus	10	36.00	60	Auto p.	13	27.69

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de transito futuro de la Av. Perú.

El transito futuro se desarrolló como está especificado en el marco teórico, tomando como Micro bus 2e a las empresas de transporte publico pertenecientes al SIT (Sistema integrado de transportes) con lo que tenemos los siguientes resultados:

Tabla 60: Transito futuro Av. Perú

Volumen horario de máxima demanda Av. Perú.(veh)					
Tipo de vehículo	Año				
	2020	2025	2030	2035	2040
Moto	132	144	170	219	307
Particular	258	281	333	429	601
Taxi	239	260	283	308	335
Station wagon	90	98	107	116	126
Pick up	113	123	134	146	158
Combi rural	71	77	84	91	99
Micro bus 2e	36	39	43	43	50
Bus 2e	0	0	0	0	0
Bus 3e	0	0	0	0	0
Camión 2e	48	64	84	89	148
Camión 3e	0	0	0	0	0
Camión 4e	0	0	0	0	0
Semi tráiler 2s1/2s2	0	0	0	0	0
Semi tráiler 2s3	0	0	0	0	0
Semi tráiler 3s1/3s2	0	0	0	0	0
Semi tráiler >= 3s3	3	4	5	6	9
Tráiler 2t2	0	0	0	0	0
Total	990	1090	1243	1447	1833

Fuente: Elaboración propia.

Datos de giro de la Avenida Perú

Datos de giro requeridos para la metodología HCM 2016

- Giro hacia la derecha

Tabla 61: Conteo vehicular Av., Perú giro a la derecha

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Av. Perú - Giro derecha(Av.Plazoleta cementerio)												SENTIDO:		Derecha		DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:		AUTO		CAMIONETAS		BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		TOTAL	
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2		
																			
08:00	08:15	3	12	9	13	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	51
08:15	08:30	6	12	8	5	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
08:30	08:45	16	21	29	7	12	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	96
08:45	09:00	5	17	15	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	47
TOTAL VEH.		30	62	61	27	34	9	0	0	0	0	10	0	0	0	0	3	0	
TOTAL		236	VEH/H																

Fuente: Elaboración propia.

- De frente

Tabla 62: Conteo vehicular Av. Perú De frente

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																				
ESTUDIO DE TRAFICO																				
NOMBRE DE LA VIA:		Av. Perú - hacia Av.Garcilazo de la Vega											SENTIDO:		De frente		DÍA:			
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											FECHA:		25/09/2020		Viernes			
HORA:	MOTO	AUTO		CAMIONETAS		BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		TOTAL		
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2			
																				
08:00	08:15	5	21	15	6	8	17	5	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	83	
08:15	08:30	8	20	15	7	2	4	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	60	
08:30	08:45	27	43	39	13	20	13	7	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	173	
08:45	09:00	7	28	29	2	4	11	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	86	
TOTAL VEH.		47	112	98	28	34	45	18	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL		402	VEH/H																	

Fuente: Elaboración propia.

- Giro izquierda

Tabla 63: Conteo vehicular Av., Perú Giro izquierda

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																				
ESTUDIO DE TRAFICO																				
NOMBRE DE LA VIA:		Av. Perú - Giro izquierda(Av.EEUU)												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes		
HORA:	MOTO	AUTO		CAMIONETAS		BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		TOTAL		
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2			
																				
08:00	08:15	9	18	13	13	16	6	5	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	86	
08:15	08:30	17	15	13	10	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	
08:30	08:45	15	29	32	11	17	5	7	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	126	
08:45	09:00	14	22	22	1	7	4	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	75	
TOTAL VEH.		55	84	80	35	45	17	18	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL		352	VEH/H																	

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.1. AFORO VEHICULAR AV. PLAZOLETA CEMENTERIO

El horario definido para el conteo vehicular empezó el día jueves 24 de setiembre de 2020.

Este conteo se realizó en horario de la mañana de 6 am a 10 am y en la tarde de 5 pm a 7 pm., que son las horas donde la demanda de vehículos es mucho mayor, previamente se hizo una inspeccion a la zona para conocer las horas con flujos mas conflictivas.

Tabla 64: Aforo vehicular Av. Plazoleta cementerio

Aforo Vehicular – Plazoleta cementerio						
Hora	Día					
	Jueves(veh/h) (24/09/20)	Viernes(veh/h) (25/09/20)	Sábado(veh/h) (26/09/20)	Lunes(veh/h) (28/09/20)	Martes(veh/h) (29/09/20)	Miércoles(veh/h) (30/09/20)
06:00 – 07:00	1708	1613	1589	1607	1561	1664
07:00 – 08:00	1589	1732	1708	1714	1684	1792
08:00 – 09:00	1744	1768	1708	1783	1676	1789
09:00 – 10:00	1591	1615	1555	1478	1625	1551
12:00 – 13:00	289	291	317	317	304	325
13:00 – 14:00	275	297	295	319	332	335
17:00 – 18:00	1687	1746	1566	1553	1673	1681
18:00 – 19:00	1503	1458	1514	1570	1542	1384
TOTAL	9822	9932	9640	9705	9761	9861

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el mayor flujo vehicular se da el día lunes de 08:00 a 09:00 horas con un total de 1783 vehículos contabilizados, pero cabe mencionar que nuestro VHMD de las cuatro entradas que posee el ovalo Apacheta fue dado el día viernes 25 de setiembre en horas de 08:00 a 09:00, por lo que usaremos el volumen ubicado en ese intervalo de tiempo para nuestro análisis; la hora con menor demanda de vehículos es el viernes de 18:00 a 19:00 horas con un total de 1458 vehículos contabilizados.

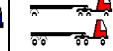
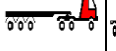
Cabe mencionar que a esta avenida llegan vehículos provenientes de la avenida Cementerio y de la continuación de la Avenida plazoleta las cuales están semaforizadas y los datos del conteo realizado a esas avenidas estarán contenidas en los anexos de la presente investigación.

Tabla 65: Aforo vehicular Hora pico de la Av. Plazoleta cementerio cada 5 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Plazoleta cementerio											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
																			
08:00	08:05	12	49	62	8	5	9	15	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	166
08:05	08:10	14	46	59	7	4	3	19	0	0	13	0	0	0	0	0	1	0	166
08:10	08:15	16	56	61	8	6	6	19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	174
08:15	08:20	10	35	33	1	3	8	15	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	109
08:20	08:25	6	39	28	1	3	3	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	93
08:25	08:30	5	24	29	0	4	2	15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	82
08:30	08:35	24	75	61	7	17	10	25	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	230
08:35	08:40	22	68	53	9	10	17	23	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	213
08:40	08:45	14	47	27	5	10	7	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	127
08:45	08:50	8	53	36	1	1	9	18	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	129
08:50	08:55	10	38	35	0	4	0	15	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	106
08:55	09:00	9	60	65	2	6	4	19	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	173
TOTAL VEH.		150	590	549	49	73	78	205	0	0	71	0	0	0	0	0	3	0	
TOTAL		1768	VEH/H																

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66: Aforo vehicular Hora pico Av. Plazoleta cementerio cada 15 minutos

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																				
ESTUDIO DE TRAFICO																				
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Plazoleta cementerio												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL	
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2		
																				
08:00	08:15	42	151	182	23	15	18	53	0	0	21	0	0	0	0	0	1	0	506	
08:15	08:30	21	98	90	2	10	13	41	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	284	
08:30	08:45	60	190	141	21	37	34	59	0	0	27	0	0	0	0	0	1	0	570	
08:45	09:00	27	151	136	3	11	13	52	0	0	14	0	0	0	0	0	1	0	408	
TOTAL VEH.		150	590	549	49	73	78	205	0	0	71	0	0	0	0	0	3	0		
TOTAL		1768	VEH/H																	

Fuente: Elaboración propia.

En la imagen mostrada previamente se puede observar el volumen total de vehículos que contiene el tramo de la Perú analizado en la hora punta de 08:00 am a 09:00 am., el cual nos da como resultado de 1768 vehículos, lo que la hace la venida más congestionada de nuestro análisis.

$$EL \text{ } VHMD_{Av.PLAZOLETA} = 1768 \text{ veh/hora.}$$

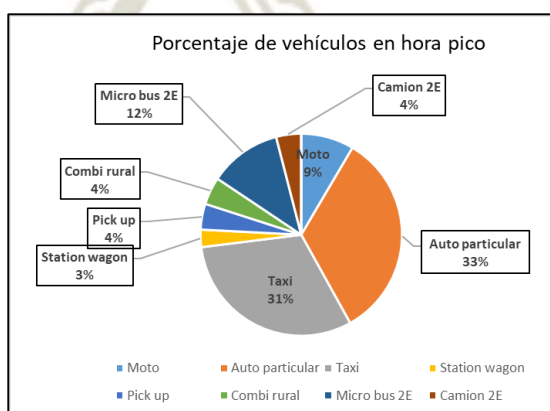
Composición del volumen de transito Av. Plazoleta cementerio.

Tabla 67: Composición vehicular Av. Plazoleta cementerio

Composición de vehículos de la Av. Plazoleta cementerio		
Tipo de Vehículo	# de vehículos (veh/h)	Porcentaje (%)
Moto	150	8%
Auto particular	590	33%
Taxi	549	31%
Station wagon	49	3%
Pick up	73	4%
Combi rural	78	4%
Micro bus 2E	205	12%
Bus 2E	0	0%
Bus 3E	0	0%
Camión 2E	71	4%
Camión 3E	0	0%
Camión 4E	0	0%
Semi tráiler 2S1/2S2	0	0%
Semi tráiler 2S3	0	0%
Semi tráiler 3S1/3S2	0	0%
Semi tráiler >=2S3	3	0%
Tráiler 2T2	0	0%
TOTAL	1768	100%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 72: Porcentaje de vehículos en hora pico



Fuente: Elaboración propia

En la composición vehicular presentada para la Av. Plazoleta cementerio podemos observar que predominan los vehículos particulares con 33 % y los taxis con un 31% de influencia en el aforo vehicular, la combi rural con un 4%, las pick up con un 4%, los Station wagon con un 3% y los vehículos pesados, aportando un 12% microbús de 2E y un 4% los camiones de 2E.

Variación del volumen de transito

Para un periodo de 15 minutos

Tabla 68: Volumen de transito cada 15 minutos av. Plazoleta cementerio

Intervalos de tiempo		Volumen cada 15 min (Q) (veh/h)
08:00	08:15	506
08:15	08:30	284
08:30	08:45	570
08:45	09:00	408
TOTAL		1768

Fuente: Elaboración propia.

Sabiendo el dato del Volumen horario de máxima demanda presentado en la imagen 44, considerando periodos de 15 minutos, los periodos por hora equivalen a $N=4$, podemos calcular el factor horario de máxima demanda para periodos de 15 minutos.

$$VHMD_{Av.PLAZOLETA} = 1768 \frac{veh}{h}$$

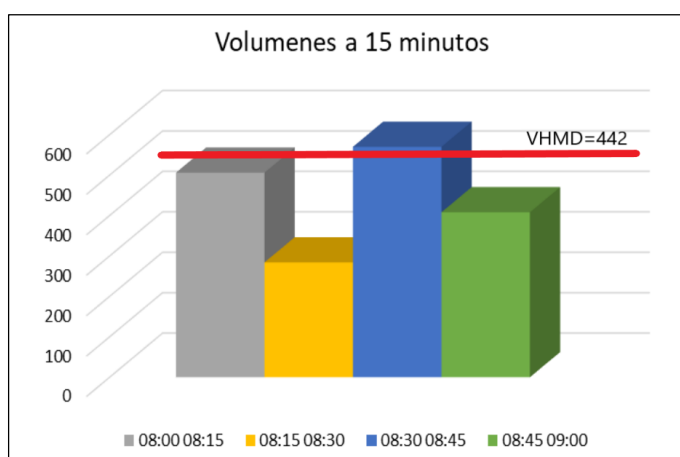
$$FHMD_{15min} = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} = \frac{1768}{4 * 570}$$

$$FHMD_{15min} = 0.775$$

Con lo que nuestro VHMD en periodos de 15 minutos

$$VHMD_{15min} = \frac{1768}{4} = 442 \text{ veh}/15min$$

Imagen 73: Volúmenes hora pico a 15 minutos Av. Plazoleta cementerio



Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que en el horario de 08:30-08:45 supera el volumen horario de máxima demanda de una manera significativa en comparación a los demás flujos anteriores.

Ahora se realizará la conversión de los valores de cada periodo de 15 minutos a equivalentes a una hora

$$q = \frac{N_i}{T_i}$$

Tabla 69: Volumen actual de transito de 15 min ajustados a 1 hora de la av. Plazoleta cementerio

Intervalo de tiempo		Q15min	q(veh/h)
08:00	08:15	506	2024
08:15	08:30	284	1136
08:30	08:45	570	2280
08:45	09:00	408	1632

Fuente: Elaboración propia.

Toma de velocidades

La toma de velocidades para la Av. Plazoleta cementerio se realizó en una longitud de 100 metros y se tomó una muestra de 60 vehículos aleatorios.

Tabla 70: Toma de velocidades Av. Plazoleta cementerio

Toma de velocidades							
Distancia de toma de datos = 100 m							
	Vehículo	T(s)	V(km/h)		Vehículo	T(s)	V(km/h)
1	Auto p.	14	25.71	31	Camión 2e	14	25.71
2	Auto p.	15	24.00	32	Camión 2e	11	32.73
3	Auto p.	13	27.69	33	Camión 2e	12	30.00
4	Auto p.	15	24.00	34	Pick up	11	32.73
5	Auto p.	13	27.69	35	Station w.	13	27.69
6	Auto p.	13	27.69	36	Station w.	14	25.71
7	Auto p.	13	27.69	37	Station w.	14	25.71
8	Auto p.	14	25.71	38	Auto p.	15	24.00
9	Auto p.	14	25.71	39	Pick up	12	30.00
10	Auto p.	14	25.71	40	Pick up	12	30.00
11	Auto p.	15	24.00	41	Auto p.	13	27.69
12	Pick up	15	24.00	42	Pick up	13	27.69
13	Pick up	12	30.00	43	Auto p.	14	25.71
14	Auto p.	16	22.50	44	Micro bus	15	24.00
15	Pick up	13	27.69	45	Micro bus	14	25.71
16	Taxi	15	24.00	46	Micro bus	14	25.71
17	Taxi	15	24.00	47	Micro bus	15	24.00
18	Taxi	15	24.00	48	Micro bus	15	24.00
19	Taxi	15	24.00	49	Micro bus	14	25.71
20	Taxi	14	25.71	50	Taxi	14	25.71
21	Taxi	13	27.69	51	Taxi	13	27.69
22	Taxi	13	27.69	52	Auto p.	11	32.73
23	Taxi	14	25.71	53	Auto p.	11	32.73
24	Taxi	15	24.00	54	Auto p.	12	30.00
25	Taxi	12	30.00	55	Taxi	11	32.73
26	Auto p.	12	30.00	56	Taxi	13	27.69
27	Auto p.	14	25.71	57	Station w.	14	25.71
28	Auto p.	14	25.71	58	Station w.	12	30.00
29	Auto p.	14	25.71	59	Station w.	12	30.00
30	Micro bus	15	24.00	60	Auto p.	15	24.00

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de tránsito futuro de la Av. Plazoleta cementerio

El tránsito futuro se desarrolló como está especificado en el marco teórico, tomando como Micro bus 2e a las empresas de transporte público pertenecientes al SIT (Sistema integrado de transportes) con lo que tenemos los siguientes resultados:

Tabla 71: Tránsito futuro de la Av. Plazoleta cementerio

Volumen horario de máxima demanda Av. Plazoleta cementerio(veh)					
Tipo de vehículo	Año				
	2020	2025	2030	2035	2040
Moto	150	163	193	249	349
Particular	590	642	760	979	1372
Taxi	549	597	650	707	769
Station wagon	49	53	58	63	69
Pick up	73	79	86	94	102
Combi rural	78	85	92	100	109
Micro bus 2e	205	223	243	247	287
Bus 2e	0	0	0	0	0
Bus 3e	0	0	0	0	0
Camión 2e	71	94	125	132	219
Camión 3e	0	0	0	0	0
Camión 4e	0	0	0	0	0
Semi tráiler 2s1/2s2	0	0	0	0	0
Semi tráiler 2s3	0	0	0	0	0
Semi tráiler 3s1/3s2	0	0	0	0	0
Semi tráiler >= 3s3	3	4	5	6	9
Tráiler 2t2	0	0	0	0	0
Total(VEH)	1768	1940	2212	2577	3285

Fuente: Elaboración propia.

Datos de giro de la Avenida Plazoleta cementerio

Datos de giro requeridos para la metodología HCM 2016

- Giro hacia la derecha

Tabla 72: Conteo giro hacia la derecha hacia la Av. Garcilazo de la Vega

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Av.Plazoleta cementerio - hacia Av. Garcilazo de la Vega												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:		AUTO		CAMIONETAS		BUS				CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL	
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2		
																			
08:00	08:15	21	72	79	5	5	4	33	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	225
08:15	08:30	6	34	44	2	3	5	26	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	124
08:30	08:45	19	63	48	6	13	10	39	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	209
08:45	09:00	4	72	48	0	5	3	33	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	171
TOTAL VEH.		50	241	219	13	26	22	131	0	0	24	0	0	0	0	0	3	0	
TOTAL		729	VEH/H																

Fuente: Elaboración propia

- De frente

Tabla 73: Conteo de giro hacia la Avenida EEUU

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Av. Plazoleta cementerio - hacia Av. EEUU												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:	MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		TOTAL
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2		
																			
08:00	08:15	18	35	48	6	7	15	19	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	156
08:15	08:30	5	29	22	5	2	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
08:30	08:45	21	57	46	13	15	18	19	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	195
08:45	09:00	15	41	41	5	4	5	19	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	135
TOTAL VEH.		59	162	157	29	28	43	72	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		569	VEH/H																

Fuente: Elaboración propia

- Giro izquierda

Tabla 74: Conteo de giro hacia la Avenida Perú

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Av. Perú - hacia Av.EEUU												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:	MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		TOTAL
		PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2		
																			
08:00	08:15	12	44	55	14	9	9	1	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	152
08:15	08:30	10	35	24	0	5	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	82
08:30	08:45	24	70	55	13	18	14	1	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	206
08:45	09:00	12	42	47	3	6	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	119
TOTAL VEH.		58	191	181	30	38	31	2	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		559	VEH/H																

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. **Análisis de paraderos en la zona de estudio**

En la avenida Perú no hay la presencia de paraderos, debido al poco espacio de vereda que hay no se ve viable la implementación de paraderos en la zona, como también la presencia de paraderos en las avenidas EE.UU., Garcilazo de la Vega y en la avenida Plazoleta Cementerio, que hacen que poner un paradero más sea innecesario debido a las detenciones que podría causar la incorporación de un paradero más, ya que la afluencia de pasajeros se presenta más en las avenidas Garcilazo de la Vega, EE.UU. y en la avenida Plazoleta Cementerio es considerable.

3.2.4.1. **Paradero Av. Plazoleta cementerio**

Este paradero es usado por las personas que se movilizan hasta la avenida el este (distritos de Paucarpata, mariano melgar, etc.) y hacia el sur (distritos de Socabaya, Sabandia, Characato, etc.), la mayor afluencia de pasajeros se da en las horas de la mañana coincidiendo con la hora punta hallada en el estudio vehicular.

3.2.4.2. **Paradero Avenida Garcilazo de la Vega**

Este paradero es usado por las personas que se movilizan hacia el sur (distritos de Socabaya, Sabandia, Characato, etc.) y en el paradero que se encuentra a la paralela de este mencionado se encuentran los pasajeros que se dirigen hacia el Norte, Este y Oeste de la ciudad de Arequipa a partir de este punto de rotonda que es el ovalo Apacheta, la mayor afluencia de pasajeros se da en las horas de la mañana coincidiendo con la hora punta hallada en el estudio vehicular, las cuales llegan a un total de 60 personas.

El paradero ubicado en la posición derecha de la Avenida Garcilazo de la Vega es la que recibe mayor número de pasajeros los cuales se movilizan del norte, este y oeste de la ciudad de Arequipa, tomando como punto de partida el ovalo Apacheta, con total de 71 pasajeros contabilizados en la hora punta que se halló en el cálculo de vehículos.

En el paradero ubicado en la posición izquierda de la avenida Garcilazo de la Vega en el cual se encuentran los pasajeros que se dirigen al sur de la ciudad de Arequipa tomando como referencia el ovalo Apacheta, pero como en la avenida Plazoleta cementerio, tenemos otro paradero en el cual también suben personas que van hacia el sur, por lo que al llegar hay poco aforo de personas la mayoría de veces, pero con el dato de que el aforo es mayor que al existente en el paradero de la avenida plazoleta cementerio.

3.2.4.3. Paradero Avenida EE.UU.

El único paradero formal que existe se encuentra ubicado en el margen derecho de la avenida, el cual lo ocupan los pasajeros que se dirigen al norte, este y oeste de la ciudad de Arequipa el cual tiene mayor cantidad de pasajeros que lo usan en horas de la mañana, teniendo mayor cantidad de pasajeros en la hora punta especificada en la presente investigación.

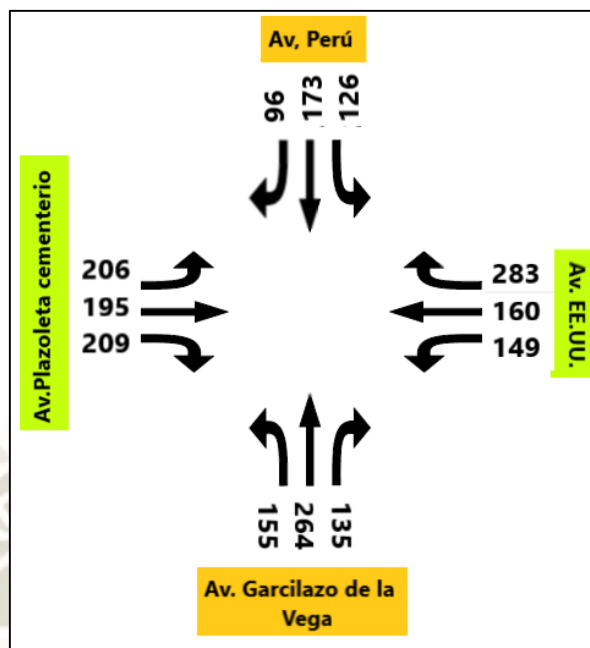
3.2.5. CICLOVIAS EN LAS AVENIDAS ANEXAS AL OVALO APACHETA

Según norma CE 030(obras especiales complementarias), el ancho de una ciclovía tendría que ser de 1.80 metros, por lo que se observa que en la carretera debido al alto tráfico que esta presenta y a que la longitud de los carriles que esta posee y al tratarse de una intersección tipo rotonda, no es viable la incorporación de ciclovía en el área de estudio

Para implementar una ciclovía en un área de alto tráfico es inviable debido a los accidentes que podrían ocurrir en la zona, como también según la norma CE 030 se debe considerar espacio de maniobras y el espacio de estacionamiento, el cual no se posee en las vías intervenidas

3.3. DESARROLLO DE LA METODOLOGIA HCM 2016 PARA ROTONDAS

Imagen 74: Distribución de los aforos vehiculares de 15 minutos del Ovalo Apacheta



Fuente: Elaboración propia

- **Convertir los volúmenes de demanda a tasas de flujo**

Calculamos el factor de hora pico (PHF), con los datos de aforo en los 15 minutos críticos elegidos previamente:

$$PHF = \frac{5750}{4 * 2151}$$

$$PHF = 0.67$$

Tabla 75: Volúmenes de demanda a tasas de flujo del ovalo Apacheta

Avenida	Dirección	Volumen de demanda(veh)	Tasas de flujo (veh/h)
Av. Perú	Izquierda	126	185
	De frente	173	258
	Derecha	96	143
Av. Garcilazo de la Vega	Derecha	135	201
	De frente	264	394
	Izquierda	155	231
Av. Av. EE.UU.	Derecha	283	422
	De frente	160	239
	Izquierda	149	222
Av. Plazoleta cementerio	Izquierda	206	307
	De frente	195	291
	Derecha	209	312

Fuente: Elaboración propia

- **Ajuste de las tasas de flujo para vehículos pesados**

El porcentaje de vehículos pesados se calcula de acuerdo al movimiento que realizan los vehículos tanto en dirección Norte-Sur y Este-Oeste, por lo tanto, tenemos

Cantidad de vehículos Pesados en dirección este y oeste = 139

Cantidad de vehículos pesados en dirección Norte y Sur = 158

$$PT_{O-E} = \frac{139}{1192} = 12\%$$

$$PT_{O-E} = \frac{158}{944} = 17\%$$

Según el cuadro dado por el manual HCM 2016, elegimos un valor de ET=2, para vehículos pesados

$$f_{HVO-E} = \frac{1}{1 + 0.1(2 - 1)} = 0.893$$

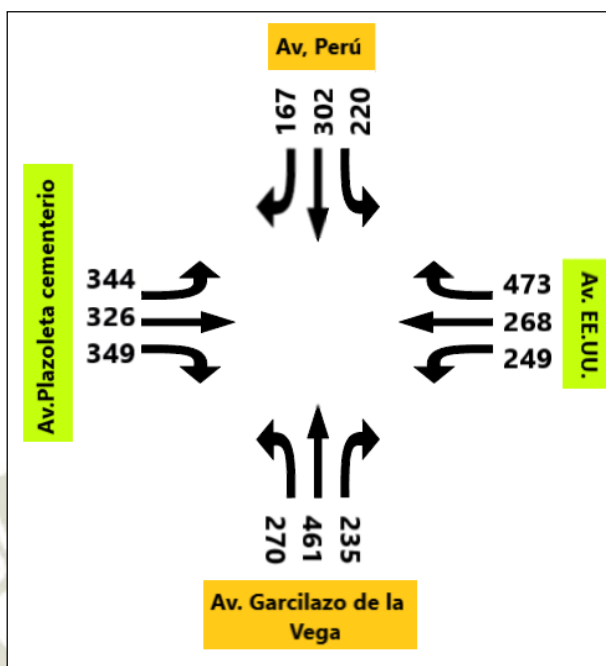
$$f_{HVN-S} = \frac{1}{1 + 0.15(2 - 1)} = 0.855$$

Tabla 76: Tasa de flujo de demanda para el movimiento

Tasas de flujo de demanda para el movimiento(pc/h)		
Av. Perú	$v_{NBL,pce}$	220
	$v_{NBT,pce}$	302
	$v_{NBR,pce}$	167
Av. Garcilazo de la Vega	$v_{SBR,pce}$	235
	$v_{SBT,pce}$	461
	$v_{SBL,pce}$	270
Av. EE.UU.	$v_{EBR,pce}$	473
	$v_{EBT,pce}$	268
	$v_{EBL,pce}$	249
Av. Plazoleta cementerio	$v_{WBL,pce}$	344
	$v_{WBT,pce}$	326
	$v_{WBR,pce}$	349

Fuente: Elaboración propia

Imagen 75: Caudales ajustados



Fuente: Elaboración propia

- Tasas de flujo circulante y de salida**

$$v_{c,NB,pce} = 220 + 344 + 326 = 890 \text{ pc/h}$$

$$v_{c,SB,pce} = 270 + 268 + 249 = 787 \text{ pc/h}$$

$$v_{c,EB,pce} = 220 + 302 + 249 = 771 \text{ pc/h}$$

$$v_{c,WB,pce} = 461 + 270 + 344 = 1075 \text{ pc/h}$$

- Tasas de flujo de entrada por carril**

Tabla 77: Capacidades de los carriles de entrada

	Condiciones de factibilidad (según tabla)	Flujo de entrada total	Tasas de flujo de entrada por carril		
En dirección “Av. Garcilazo”	No facto	966	carril derecho	512	
			carril izquierdo	454	
En dirección “Av. Perú”	No facto	689	carril derecho	365	
			carril izquierdo	324	
En dirección “Av. EE.UU.”	No facto	1019	carril derecho	540	
			carril izquierdo	479	
En dirección “Av. Plazoleta”	No facto	990	carril derecho	525	
			carril izquierdo	465	
El uso de carriles no está especificado por lo que se supone un 53% para el carril derecho (según tabla)					0.53

Fuente: Elaboración propia

- **Determinar la capacidad del carril de entrada en equivalentes de automóviles de pasajeros**

Todas las entradas son de dos carriles opuestas por dos carriles circulantes, por lo que debemos usar la ecuación siguiente:

$$C_{e,R,pce} = 1420e^{(-0.85 \cdot 10^{-3}) \cdot v_{cpe}}$$

$$C_{e,L,pce} = 1350e^{(-0.92 \cdot 10^{-3}) \cdot v_{cpe}}$$

Tabla 78: Capacidades de los carriles de entrada

	Capacidades de los carriles de entrada	
Entrada N°1, Av. Garcilazo de la Vega	$C_{pce,SB,R}$	666 pc/h
	$C_{pce,SB,L}$	595 pc/h
Entrada N°2, Av. Perú	$C_{pce,NB,R}$	727 pc/h
	$C_{pce,NB,L}$	654 pc/h
Entrada N°3, Av. EE.UU	$C_{pce,EB,R}$	737 pc/h
	$C_{pce,EB,L}$	664 pc/h
Entrada N°4, Av. Plazoleta cementerio	$C_{pce,WB,R}$	569 pc/h
	$C_{pce,WB,L}$	502 pc/h

Fuente: Elaboración propia

- **Determinar la impedancia de los peatones**

La rotonda del Ovalo Apacheta no presenta una interferencia baja de parte de los peatones, ya que no presenta cruces peatonales hacia la rotonda por lo tanto solo contabilizamos los peatones de sus vías anexas.

$$f_{ped} = \min \left[1 - \frac{n_{ped}}{100} \left(1 - \frac{1260.6 - 0.329v_{c,pce} - 0.381 \cdot 100}{1380 - 0.5v_{c,pce}} \right), 1 \right]$$

Tabla 79: Capacidades de los carriles de entrada

	# peatones	Tasas de flujo	fped
Entrada N°1, Av. Garcilazo de la Vega	30	512	0.98
	30	454	0.98
Entrada N°2, en dirección a la Av. Perú	5	365	1
	5	324	1
Entrada N°3, Av. EE.UU	32	540	0.98
	32	479	0.98
Entrada N°4, Av. Plazoleta cementerio	30	525	0.98
	30	465	0.99

Fuente: Elaboración propia

- **Convertir las tasas de flujo y las capacidades de los carriles en veh/h**

Para convertir las capacidades y las tasas de flujo a veh/h se tuvo que dividir entre el factor de vehículos pesados previamente calculado, y se obtuvo lo siguiente:

$$c_i = c_{i,PCE} * f_{HV,e} * f_{ped}$$

$$v_i = v_{i,PCE} * f_{HV,e}$$

Tabla 80: Capacidades y tasas de flujo convertidas a veh/h

Entrada	Distribución de carriles	Capacidades (veh/h)	Tasas de flujo (veh/h)
Entrada N°1, Av. Garcilazo de la Vega	Carril derecho	558	438
	Carril izquierdo	499	388
Entrada N°2, en dirección a la Av. Perú	Carril derecho	622	312
	Carril izquierdo	559	277
Entrada N°3, Av. EE.UU	Carril derecho	618	482
	Carril izquierdo	556	428
Entrada N°4, Av. Plazoleta cementerio	Carril derecho	469	469
	Carril izquierdo	415	415

Fuente: Elaboración propia

- **Relación volumen-capacidad para cada carril**

Utilizando los datos de las capacidades y las tasas de flujo halladas previamente calculamos la relación volumen-capacidad para cada carril de entrada:

Tabla 81: Relación volumen-capacidad por carril de entrada

Entrada	Distribución de carriles	Relación volumen-capacidad
Entrada N°1, Av. Garcilazo de la Vega	Carril derecho	0.78
	Carril izquierdo	0.78
Entrada N°2, en dirección a la Av. Perú	Carril derecho	0.50
	Carril izquierdo	0.50
Entrada N°3, Av. EE.UU	Carril derecho	0.78
	Carril izquierdo	0.77
Entrada N°4, Av. Plazoleta cementerio	Carril derecho	0.98
	Carril izquierdo	0.98

Fuente: Elaboración propia

- **Calculo del retardo de control promedio para cada carril y su nivel de servicio**

El retardo de control promedio lo calculamos con la siguiente formula previamente mencionada en la metodología del HCM 2016

$$d = \frac{3600}{c} + 900T \left(x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right)x}{450T}} \right) + 5 * \min[x, 1]$$

El valor de T=0.25, ya que se está trabajando con un tiempo de 15 minutos

Tabla 82: Tiempos de espera de cada carril de entrada

Entrada	Distribución de carriles	Tasas de flujo (veh/h)	Relación volumen-capacidad	d(s/veh)
Entrada N°1, Av. Garcilazo de la Vega	Carril derecho	438	0.78	29.5
	Carril izquierdo	388	0.78	32.2
Entrada N°2, en dirección a la Av. Perú	Carril derecho	312	0.50	13.9
	Carril izquierdo	277	0.50	15.2
Entrada N°3, Av. EE.UU	Carril derecho	482	0.78	27.3
	Carril izquierdo	428	0.77	28.7
Entrada N°4, Av. Plazoleta cementerio	Carril derecho	469	0.98	65.8
	Carril izquierdo	415	0.98	70.2

Fuente: Elaboración propia

- **Determinar el nivel de servicio para cada carril de entrada**

Tabla 83: Calculo de los niveles de servicio de los carriles de entrada

Entrada	Distribución de carriles	d(s/veh)	Nivel de Servicio
Entrada N°1, Av. Garcilazo de la Vega	Carril derecho	29.5	D
	Carril izquierdo	32.2	D
Entrada N°2, en dirección a la Av. Perú	Carril derecho	13.9	B
	Carril izquierdo	15.2	B
Entrada N°3, Av. EE.UU	Carril derecho	27.3	D
	Carril izquierdo	28.7	D
Entrada N°4, Av. Plazoleta cementerio	Carril derecho	65.8	F
	Carril izquierdo	70.2	F

Fuente: Elaboración propia

Imagen 76: Niveles de servicio metodología de rotondas HCM 6

Retardo de control (s/veh)	LOS F
50	
Retardo de control (s/veh)	LOS E
35	
Retardo de control (s/veh)	LOS D
25	
Retardo de control (s/veh)	LOS C
15	
Retardo de control (s/veh)	LOS B
10	
Retardo de control (s/veh)	LOS A

Fuente: Transportation Research Board of the National Academies (2016)

- **Demora de control promedio y nivel de servicio del Ovalo Apacheta**

Para el cálculo de la demora que tiene el ovalo Apacheta se debe sacar el promedio de multiplicar el volumen de cada entrada por su demora correspondiente:

$$d_{intersection} = \frac{\sum d_i * v_i}{\sum v_i}$$

$$d_{Av.} = \frac{d_{carril der.} * v_{c.der.} + d_{carril izq.} * v_{c.izq.}}{v_{c.der.} + v_{c.izq.}}$$

$$d_{Total del ovalo} = \frac{30.8 * (277 + 312) + 14.5(388 + 438) + 28(469 + 415) + 67.9(428 + 282)}{438 + 388 + 312 + 277 + 482 + 428 + 469 + 415}$$

$$d_{Total del ovalo} = 36.33 \text{ s/veh}$$

El nivel de servicio del ovalo en total lo calculamos con los mismos parametros con los que se calculo en cada via y tal como se ilustra en la imagen 76.

Tabla 84: Calculo de la demora de control promedio y la demora total del Ovalo Apacheta

Entrada	Distribución de carriles	Tasas de flujo (v)(veh/h)	Relación volumen-capacidad	calculo estimación del retraso(d)	Calculo de la demora de control promedio(seg)	demora de la rotonda total(seg)
Entrada N°1, Av. Garcilazo de la Vega	Carril derecho	438	0.78	29.5	30.8	36.33 LOS: “E”
	Carril izquierdo	388	0.78	32.2		
Entrada N°2, en dirección a la Av. Perú	Carril derecho	312	0.5	13.9	14.5	
	Carril izquierdo	277	0.5	15.2		
Entrada N°3, Av. EE.UU	Carril derecho	482	0.78	27.3	28.0	
	Carril izquierdo	428	0.77	28.7		
Entrada N°4, Av. Plazoleta cementerio	Carril derecho	469	0.98	65.8	67.9	
	Carril izquierdo	415	0.98	70.2		

Fuente: Elaboración propia

- **Calculo de colas del percentil 95 para cada carril**

$$Q_{95} = 900T \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c}\right)x}{150T}} \right] * \left(\frac{c}{3600}\right)$$

Tabla 85: Colas del percentil 95 para cada carril

Entrada	Distribución de carriles	Relación volumen-capacidad	Colas del percentil 95(veh)
Entrada N°1, Av. Garcilazo de la Vega	Carril derecho	0.78	8
	Carril izquierdo	0.78	8
Entrada N°2, en dirección a la Av. Perú	Carril derecho	0.50	3
	Carril izquierdo	0.50	3
Entrada N°3, Av. EE.UU	Carril derecho	0.78	8
	Carril izquierdo	0.77	7
Entrada N°4, Av. Plazoleta cementerio	Carril derecho	0.98	13
	Carril izquierdo	0.98	12

Fuente: Elaboración Propia

3.4. MICROSIMULACION

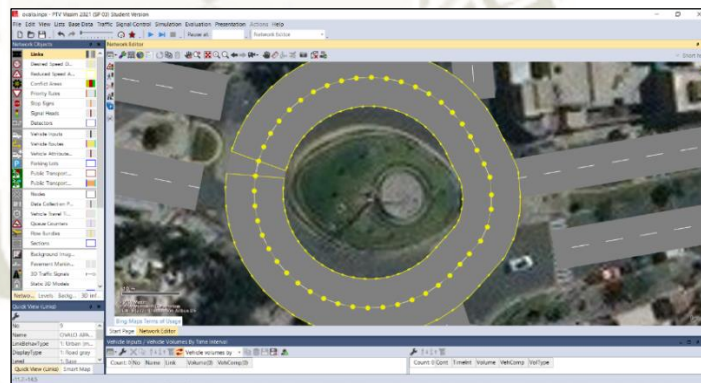
3.4.1. SIMULACION DELESCENARIO ACTUAL MEDIANTE EL SOFTWARE VISSIM

El programa VISSIM, perteneciente al grupo PTV, es un software que nos permite la simulación microscópica, el cual se basa en el comportamiento y en el tiempo de un modelo de tráfico urbano, por lo que para el presente proyecto de investigación se eligió este software para para analizar el escenario actual del ovalo apacheta

3.4.2. Diseño geométrico de la calzada

Insertamos las calzadas en el programa VISSIM. Con la opción links con los datos que obtuvimos en campo y con ello diseñamos, cada una de las calzadas y nuestra rotonda, dándole la forma deseada (Manual PTV Vissim 2021, 2020).

Imagen 77: Creación de calzadas

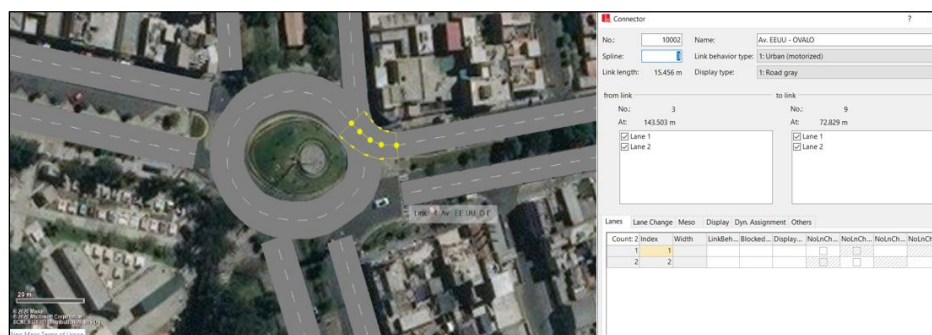


Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.2.1. Unión con conectores

Una vez creadas las vías las unimos para que formen parte de la intersección del ovalo por medio de conectores, los cuales se generan al unir dos vías entre si para que el flujo vehicular pueda transcurrir de una vía a otra

Imagen 78: Unión de conectores de calzada



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.3. Implementación de tipos de vehículos y composición para cada vía

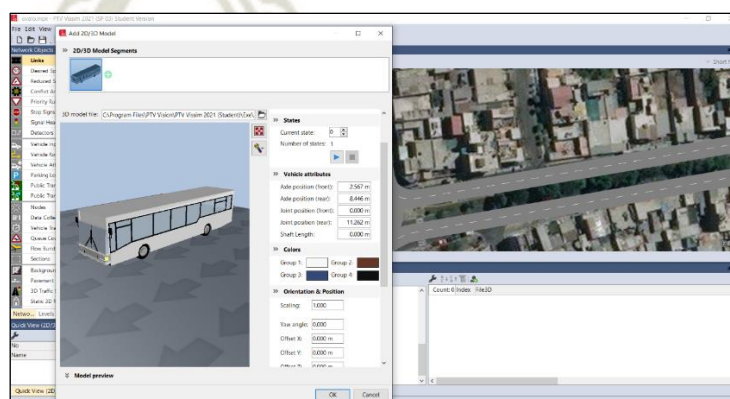
Nuestra composición vehicular se basa en los vehículos más predominantes en la zona de estudio, por lo que los clasificamos de la siguiente manera:

- Auto
- Moto
- Microbús
- Pick up
- Combi rural
- Camiones

3.4.3.1. Nuevos tipos de vehículos

Para dicha clasificación el programa VISSIM nos proporciona los autos y camiones, a lo cual se le debe agregar los vehículos: moto, camión, microbús, combi rural y pick up, para que la clasificación concuerde con los datos de campo

Imagen 79: Agregar nuevo tipo de vehículo

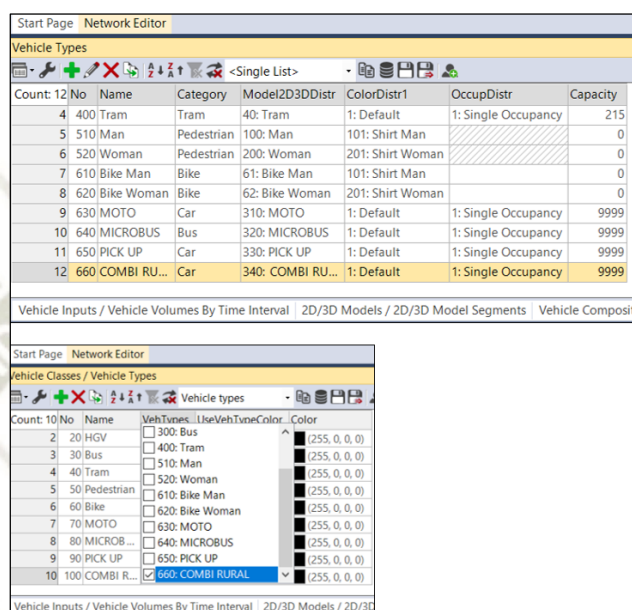


Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.3.2. Clases y tipos de vehículos

Agregamos las categorías que nos faltan en la sección de tipos de vehículos y asu vez en clases de vehículo con el fin de poder visualizar los vehículos al momento de realizar nuestra composición vehicular para cada vía.

Imagen 80: Asignación de clases y tipos de vehículos



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.3.3. COMPOSICION DE VEHICULOS PARA CADA VIA

Para efectuar esta configuración tenemos que colocar los vehículos predominantes para cada vía como lo definimos anteriormente y colocamos su porcentaje de incidencia para cada categoría de vehículo durante la hora punta de tráfico vehicular

Imagen 81: Composición vehicular para cada vía

Start Page Network Editor					
Vehicle Inputs / Vehicle Volumes By Time Interval (2)					
Count	4	No	Name	Link	Volume(0)
1	1			2: Av . Perú N-S	990.0
2	2			3: Av . EE.UU. E-O	1498.0
3	3			5: Av . Garcilazo...	1494.0
4	4			7: Av . Plazoleta...	1798.0
					VehComp(0)
					1: Av. Perú
					2: Av. EE.UU.
					4: Av. Garcil...
					3: Av. Plazo...

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.4. Asignación de la decisiones de Ruta para cada vía

Lo siguiente a asignar son las decisiones de ruta para cada vía que conforman el ovalo Apacheta, para las cuales tenemos 3 decisiones de ruta para cada una de las vías:

- Av. EE. UU: Giro a la derecha hacia la Av. Perú, de frente a la Av. Plazoleta cementero y Giro por la rotonda hacia la Av. Garcilazo de la Vega
- Av. Perú: Giro a la derecha hacia la Av. Plazoleta cementerio, de frente a la Av. Garcilazo de la Vega y Giro por la rotonda hacia la Av. EE.UU.
- Av. Garcilazo de la Vega: Giro a la derecha hacia la Av. EE.UU., de frente a la Av. Garcilazo de la Vega y Giro por la rotonda hacia la Av. Plazoleta cementerio
- Av. Plazoleta cementerio: Giro a la derecha hacia la Av. Garcilazo de la Vega, de frente a la Av. EE.UU. y Giro por la rotonda hacia la Av. Perú.

Lo siguiente es asignar un porcentaje de vehículos para cada decisión de ruta de cada vía, eso se realiza con los datos obtenidos en campo.

Imagen 82: Asignación de decisiones de ruta para cada vía

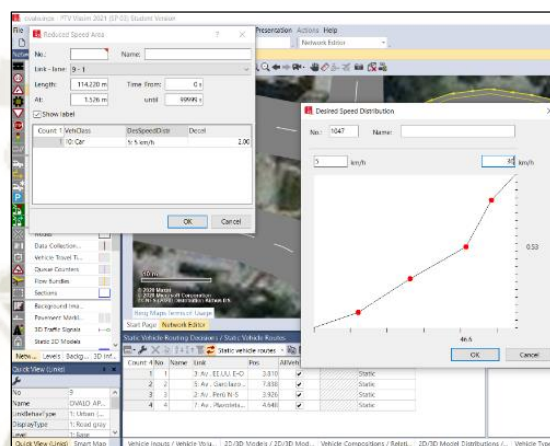


Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.5. Asignación de zonas de reducción de velocidad y zonas de conflicto

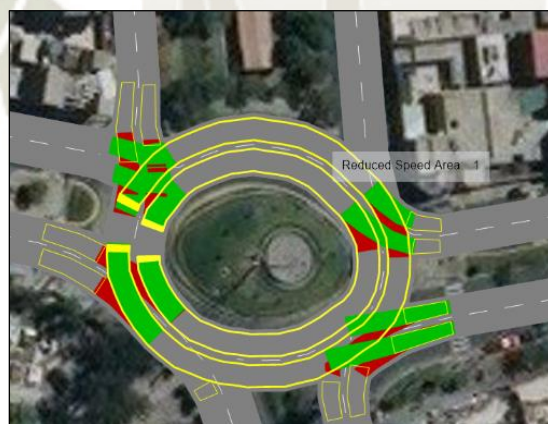
Las zonas de reducción las asignamos alrededor del ovalo y en las zonas antes de entrar al ovalo y en lugares donde haya un contacto con cruces peatonales. Las áreas de conflicto se colocan para dar preferencia a las vías principales, haciendo que estas tengan un tránsito más fluido.

Imagen 83: Zona de reducción de velocidad



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Imagen 84: Zonas de conflicto

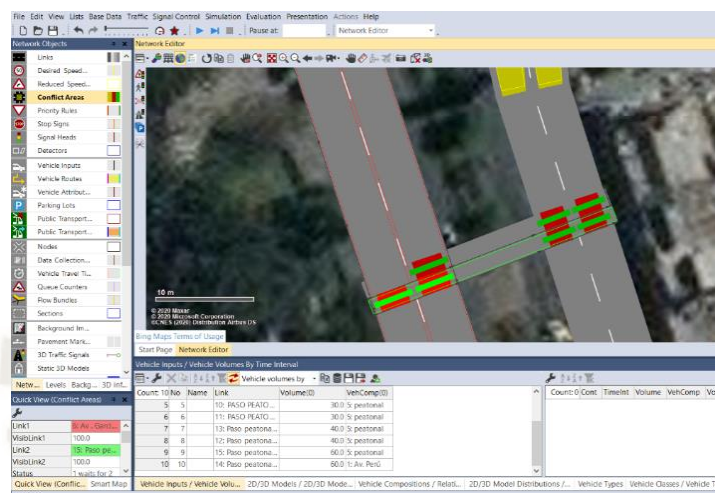


Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.6. Asignación y creación de cruces peatonales

Creamos los cruces peatonales en las zonas que se observa en el estado actual del ovalo Apacheta, asignando a cada cruce su zona de conflicto para dar prioridad a los peatones sobre los vehículos.

Imagen 85: Cruces peatonales



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.7. Creación de paraderos de transporte publico

Imagen 86: Áreas de espera de peatones



Fuente: Elaboración propia

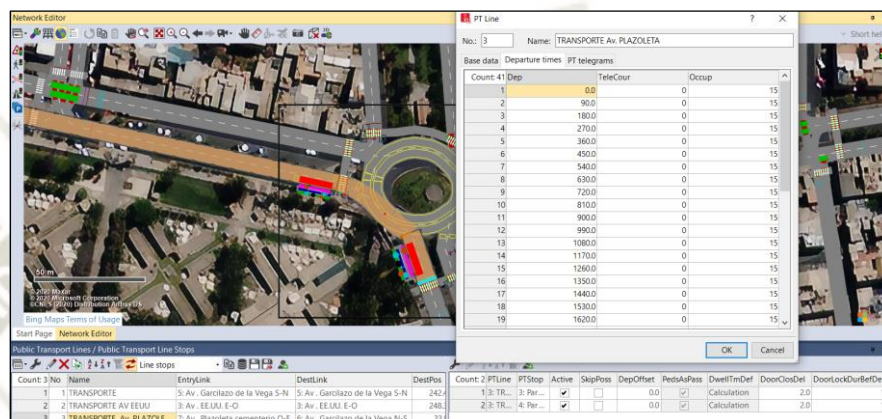
El software PTV Vissim, nos permite modelar paraderos, utilizando áreas, las que usamos para el presente modelamiento son las que se pueden observar en la imagen 86. A su vez el software nos permite colocar la red de transporte público con la función de recoger y de bajada de pasajeros, estas funciones del software nos permitieron modelar y poder colocar paraderos, y a su vez la simulación de movimientos de los pasajeros y peatones que pasan por la zona de espera de vehículos de transporte público.

Este modelamiento servirá para que se pueda simular de manera real el recojo y bajada de pasajeros, ya que en el área de estudio tenemos a presencia de estos paraderos en los cuales las personas esperan su vehículo de transporte público para poder movilizarse de un lugar a otro.

3.4.7.1. Asignación de zona de transporte publico

Lo siguiente es asignar la zona por la cual el transporte público pasara por la avenida seleccionada y ponemos el intervalo de tiempo en el cual recogerá y dejara a los pasajeros en el paradero y se asignara también el área en el cual el vehículo de transporte público se detendrá a recoger y dejar pasajeros.

Imagen 87: Asignación de zonas de transporte publico



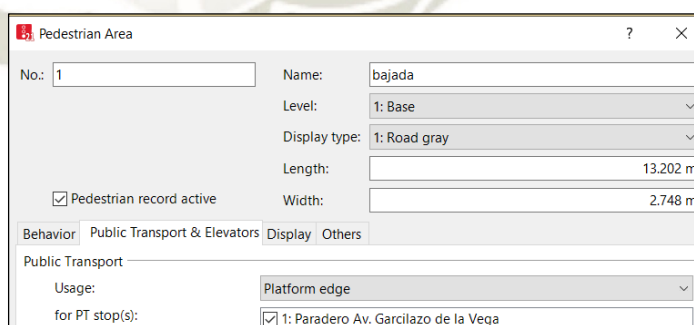
Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.7.2. Creación de áreas peatonales

Área de bajada

Es el área en el cual los pasajeros bajarán y subirán al transporte publico

Imagen 88: Ventana de creación de zona de bajada de transporte publico

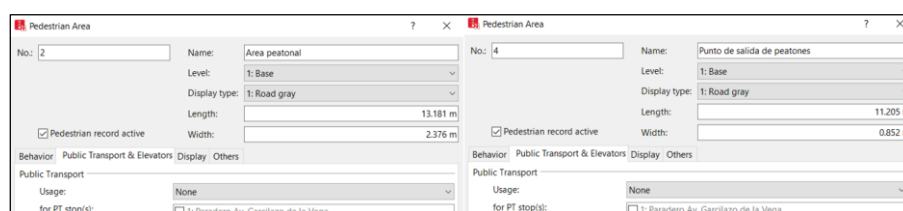


Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Area peatonal

El area peatonal esta destinado a los peatones que llegan al paradero y el area de salida de peatones esta destinada para los pasajeron que bajan del transporte publico y se van del lugar.

Imagen 89: Ventana de creación de zona peatonal para transporte publico

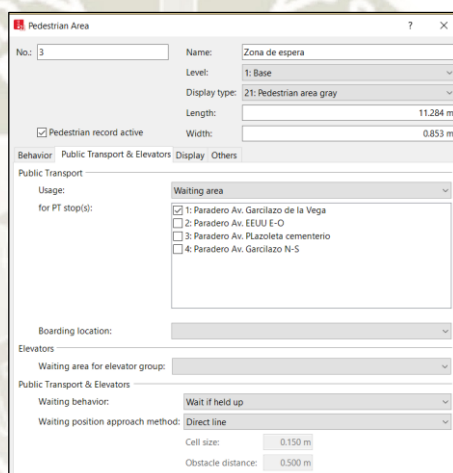


Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Zona de espera

Definidas las areas peatonales se asignara esta zona generalmente donde los pasajeros esperan en el paradero la llegada del transporte publico.

Imagen 90: Ventana de creación de zona de espera de transporte publico



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Imagen 91: Representación de las zonas peatonales para el transporte publico

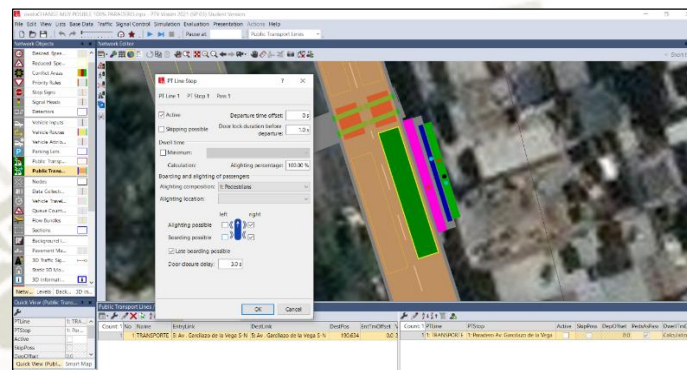


Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

- **Elección de la puerta de bajada y subida de pasajeros y sus respectivos tiempos**

El programa VISSIM, nos da la opción de elegir que puertas se deben abrir para la subida y bajada de pasajeros y como los vehículos de transporte público del Perú solo abren por las dos puertas de la derecha, entonces escogemos esa opción

Imagen 92: Asignación de puertas de subida y bajada del transporte publico

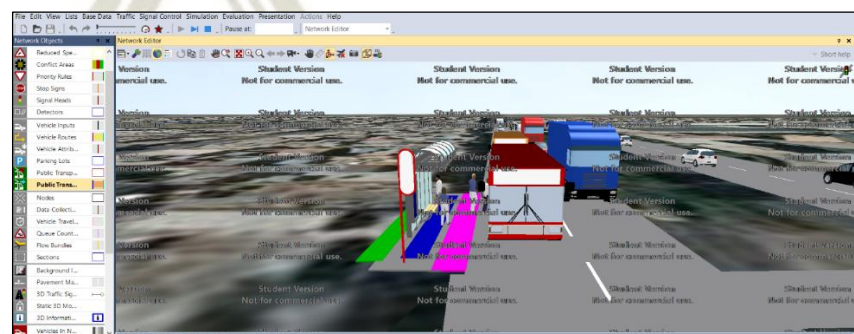


Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

- **Insertar los paraderos**

Una vez teniendo los pasos asignados previamente se asigna los paraderos, su ubicación y el modelo que se visualizara en la vista en 3D. Al momento de hacer el análisis, se consideró el conteo de peatones que hay en los paraderos de la Av. EE.UU., Av. Garcilazo de la Vega y la Avenida Plazoleta Cementerio, los cuales se pueden observar en los anexos (Tablas 136-143)

Imagen 93: Funcionamiento de los paraderos en simulación 3d



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.8. Delimitación del nodo de la simulación

Lo siguiente es el paso final para realizar la simulación, en la cual se delimitará el área de estudio por medio de la opción nodos que tenemos en la sección de herramientas, la cual se encargará de darnos los resultados que deseamos para el área seleccionada

Imagen 94: Nodo de delimitación del área



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.9. Calculo del indicador GEH(Geoffrey E.) para la calibración del modelo

El GEH se trata de un indicador que se encarga de comparar volúmenes horarios obtenidos en campo C con los volúmenes horario medidos en el modelo M para determinar el nivel de error, considerándose un valor de GEH aceptable uno que sea menor a 5.

$$GEH = \sqrt{\frac{2 * (M - C)^2}{M + C}}$$

Ecuación 27

Donde:

M= Volumen horario medida en el modelo

C= Volumen horario medida en campo

Volumen del modelo M= 5832

Volumen de campo C= 5750

$$GEH = \sqrt{\frac{2 * (5832 - 5750)}{5832 + 5750}} = 1.08$$

Como nuestro indicador es $1.08 < 5$, con lo que concluimos que nuestro modelo está bien calibrado.

3.4.10. Simulación del escenario actual y datos obtenidos por el programa

Mediante la simulación realizada por el programa podemos obtener los niveles de servicio y el nivel de servicio total que tendremos en todo el área delimitada por los nodos, por ende el nivel de servicio de la rotonda.

Imagen 95: Simulación del escenario actual vista en 3d



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Imagen 96: Datos obtenidos en el software vissim

Node Results										
Count: 17	QLen	QLenMax	Vehs(All)	Pers(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	VehDelay(All)	PersDelay(All)	StopDelay(All)	S
1 - 2: Av. Perú N-S@221.7 - 1: Av. Perú S-N@152.1	2.21	65.60	0	0	LOS_A					
2 - 2: Av. Perú N-S@221.7 - 4: Av. EE.UU. O-E@131.3	2.21	65.60	51	51	LOS_B	2	14.46	14.46	0.50	
3 - 2: Av. Perú N-S@221.7 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@170.8	2.21	65.60	59	59	LOS_B	2	14.46	14.46	1.13	
4 - 2: Av. Perú N-S@221.7 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@120.2	2.21	65.60	34	34	LOS_A	1	5.24	5.24	0.00	
5 - 3: Av. EE.UU. E-O@13.6 - 1: Av. Perú S-N@152.1	93.15	136.24	85	85	LOS_E	5	35.37	35.37	12.40	
6 - 3: Av. EE.UU. E-O@13.6 - 4: Av. EE.UU. O-E@131.3	93.15	136.24	0	0	LOS_A					
7 - 3: Av. EE.UU. E-O@13.6 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@170.8	93.15	136.24	34	34	LOS_E	5	45.46	45.46	13.61	
8 - 3: Av. EE.UU. E-O@13.6 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@120.2	93.15	136.24	54	187	LOS_E	5	37.07	38.55	11.79	
9 - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@34.2 - 1: Av. Perú S-N@152.1	120.40	183.04	92	159	LOS_E	5	44.55	45.19	9.03	
10 - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@34.2 - 4: Av. EE.UU. O-E@131.3	120.40	183.04	37	37	LOS_E	5	46.25	46.25	10.20	
11 - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@34.2 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@170.8	120.40	183.04	0	0	LOS_A					
12 - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@34.2 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@120.2	120.40	183.04	53	53	LOS_E	5	42.34	42.34	8.55	
13 - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@13.2 - 1: Av. Perú S-N@152.1	106.06	137.88	48	48	LOS_F	6	50.23	50.23	12.39	
14 - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@13.2 - 4: Av. EE.UU. O-E@131.3	106.06	137.88	38	38	LOS_E	5	48.59	48.59	10.74	
15 - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@13.2 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@170.8	105.25	137.88	63	120	LOS_F	6	50.52	50.06	12.37	
16 - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@13.2 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@120.2	106.06	137.88	0	0	LOS_A					
17	71.41	183.04	648	905	LOS_E	5	36.75	38.60	8.78	

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

3.4.11. Datos obtenidos del programa VISSIM del escenario actual

Imagen 97: Comparación entre el escenario actual Vissim y hcm 6

Comparacion entre el escenario actual Vissim vs escenario HCM 2016			
Vía Inicial	Vía de destino	N.S. HCM 6	N.S. VISSIM
Av. Perú	Av. Plazoleta cementerio	B	A
	Av. Garcilazo de la Vega	B	B
	Av. Estados Unidos	B	B
Av. Garcilazo de la vega	Av. Estados Unidos	D	E
	Av. Perú	D	E
	Av. Plazoleta cementerio	D	E
Av. Estados Unidos	Av. Perú	D	E
	Av. Plazoleta cementerio	D	E
	Av. Garcilazo de la Vega	D	E
Av. Plazoleta d	Av. Garcilazo de la Vega	F	F
	Av. Estados Unidos	F	F
	Av. Perú	F	F
Ovalo Apacheta		E	E

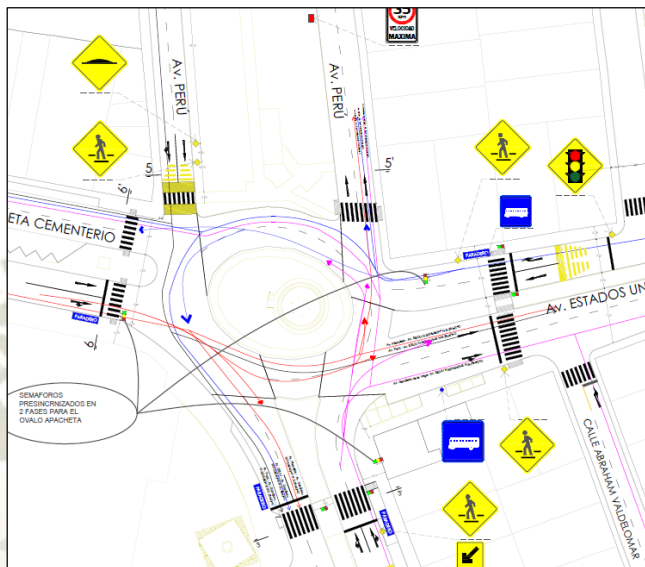
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. DESCRIPCION DE SEÑALES PRESENTES EN LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Imagen 98: Señales propuestas en el Ovalo Apacheta



Fuente: Elaboración propia

En el ovalo Apacheta se implementaron los semáforos, en las avenidas:

- Semáforo de Ida en la Avenida Estados Unidos.
- Semáforo de Ida en la Avenida Garcilazo de la Vega
- Semáforo de Ida Avenida Plazoleta Cementerio

Con una sincronización de 2 fases, y a su vez se colocaron las siguientes señales:

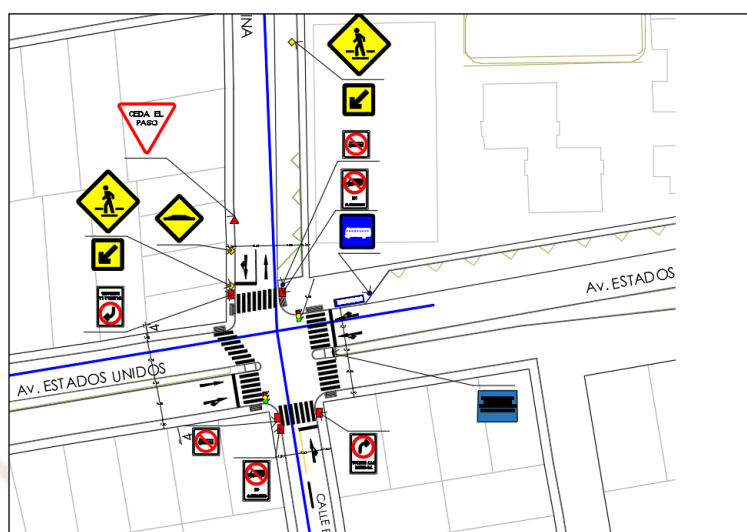
Señales verticales:

- Señal de paradero
- Rompe muelle
- Semáforos
- Transporte publico
- Paraderos

Señales horizontales:

- Señal de giro a la izquierda
- Señal de giro a la derecha
- Señal de pase de frente
- Cebras de paso peatonal

Imagen 99: Señales propuestas en la Avenida EE.UU.



Fuente: Elaboración propia

En el desvío propuesto en la Avenida EE.UU. se puede observar la colocación de señales verticales y la colocación de semáforos en la subida y en la bajada de vehículos: Semáforo de ida Avenida EE.UU. intersección con la Calle Argentina y Semáforo de vuelta Avenida EE.UU. intersección con Calle Bernardo Alcedo

Estos semáforos propuestos, permitirán el orden en el tránsito, para que los vehículos autorizados puedan realizar el desvío hacia las Avenidas Perú y Garcilazo de la Vega respectivamente, como la colocación de señales verticales informativas y de restricción que fueron colocadas con el fin de ordenar el tráfico y poder dirigir el paso de los vehículos hacia las Calles Argentina y Bernardo Alcedo y de estas hacia la Avenida EE.UU.

Señales verticales

- Rompe muelle
- Voltear a la derecha
- Paso peatonal
- Prohibido voltear en U
- Ceda el paso
- Prohibido Camiones
- Prohibido transporte publico

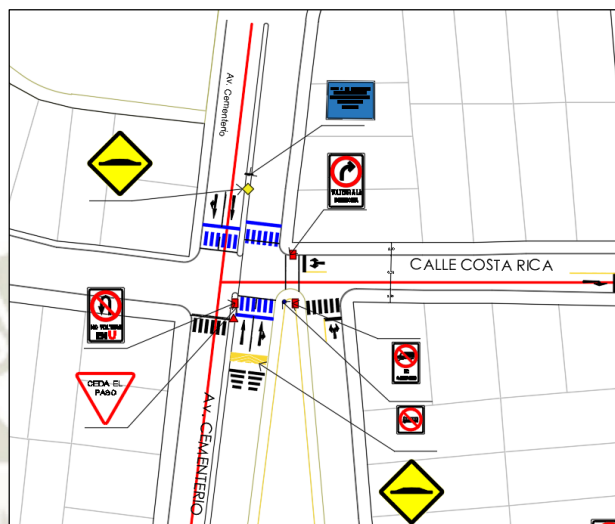
Señales Informativas:

- Señal de prohibición de pase de vehículos de transporte público y vehículos pesados (Hacia las Calles Argentina y Bernardo Alcedo)

Señales Horizontales:

- Giro permitido a la derecha e izquierda
- Cebras de paso peatonal
- Pase de frente

Imagen 100: Señales propuestas Av. Cementerio



Fuente: Elaboración propia

Se implementó el desvío hacia la Calle Costa Rica, los reductores de velocidad y las demás señales verticales colocadas en esta intersección con el fin del ordenamiento y reglamentación del tráfico vehicular presentado en la zona.

Señales verticales

- Rompe muelle
- Voltar a la derecha
- Prohibido voltar en U
- Ceda el paso
- Prohibido Camiones
- Prohibido transporte publico

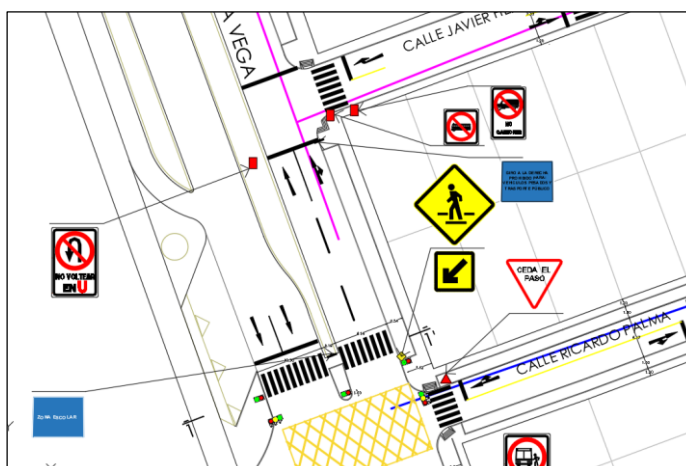
Señales Informativas

Giro hacia la izquierda restringido para vehículos pesados y transporte público (Restricción de vehículos hacia la Calle Costa Rica)

Señales Horizontales:

- Giro permitido a la derecha e izquierda
- Cebras de paso peatonal

Imagen 101: Señales presentes en la Avenida Garcilazo de la Vega



Fuente: Elaboración propia

En la intersección de llegada a la Av. Garcilazo de la Vega, se colocó un semáforo: Semáforo en la Calle Ricardo Palma

Señales verticales:

- Paradero
- Ceda el paso
- Semáforos
- Paso peatonal
- Prohibido voltear en U
- Prohibido el paso de vehículos pesados
- Prohibido el paso de transporte público

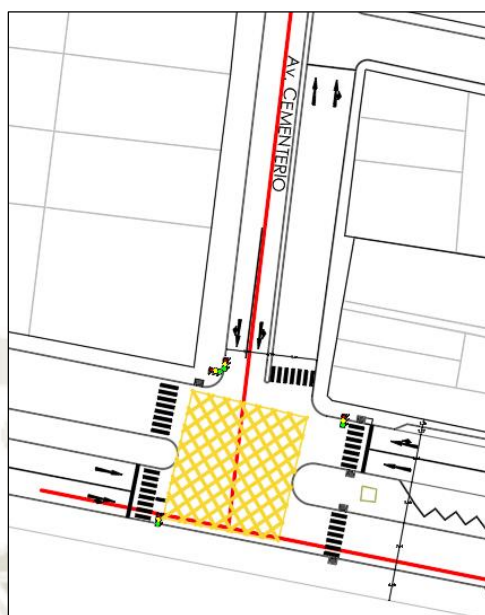
Señales informativas:

- Zona escolar
- Giro a la derecha prohibido para vehículos pesados y transporte público (Restricción de giro hacia la Calle Javier Heraud)

Señales horizontales:

- Paso de frente/ Giro a la derecha
- Paso de frente
- Cebras de paso peatonal
- Señal de intersección de vías

Imagen 102: Señales propuestas en la Avenida Plazoleta Cementerio



Fuente: Elaboración propia

En la intersección de las avenidas Plazoleta cementerio y la Avenida Cementerio se tiene la señalización presentada en la imagen 102. La cual se encuentra presente en el lugar de estudio, estas señales que se tiene son las siguientes:

Señales verticales:

- Semáforos

Señales horizontales:

- Paso de frente/ Giro a la derecha
- Giro a la izquierda
- Paso de frente
- Cebras de paso peatonal
- Señal de intersección de vías

Las Señales verticales y rutas de paso vehicular colocadas en el plano de Alternativa de Solución presentada en los anexos.

Tabla 86: Leyenda de las señales propuestas en la Alternativa de solución planteada

LEYENDA			
	RUTAS AV. PERÚ		GIRO UNICO A LA DERECHA
	RUTAS AV. GARCILAZO		PARADERO DE TRANSPORTE PUBLICO
	RUTAS AV. PLAZOLETA		40 KPH VELOCIDAD MAXIMA
	RUTAS AV. EE.UU.		35 KPH VELOCIDAD MAXIMA
	PROHIBIDO TRANSPORTE PUBLICO		RESTRICCION DE GIRO
	GIRO UNICO A LA DERECHA		RESTRICCION DE GIRO
	PROHIBIDO PASO DE VEHICULOS PESADOS		CRUCE PEATONAL
	ZONA ESCOLAR		SEÑAL HORIZONTAL PASE DEFRENTE
	SEÑAL HORIZONTAL 3 SENTIDOS		SEÑAL PASE DE FRENTE Y VOLTEA A LA DERECHA
	SEMAFORO		GIRO A LA DERECHA
	CEDA EL PASO		GIRO HACIA LA IZQUIERDA Y DERECHA
	PARADERO DE TRANSPORTE PUBLICO		SEÑAL HORIZONTAL (INTERSECCION DE 2 O MAS CALLES)
	REDUCTOR DE VELOCIDAD		PARADERO DE TRANSPORTE PUBLICO
	PARADERO DE TRANSPORTE PUBLICO		ZONA ESCOLAR

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

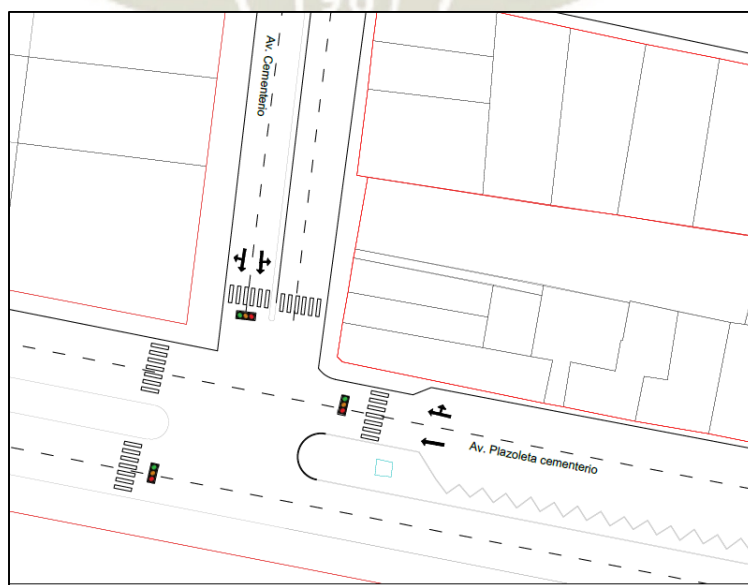
Al haber realizado nuestro análisis con la metodología HCM 2016, la cual es la metodología más actual con la que pudimos hallar los resultados de capacidades y niveles de servicio y el uso del programa PTV VISSIM 2021, analizamos la alternativa de solución más viable para el problema presentado en la zona con la asignación de carriles de derivación del tráfico, en tres de las cuatro avenidas presentadas en la tesis.

4.1.3. Derivación del flujo proveniente de la av. Cementerio hacia la Av. Perú

La avenida cementerio conecta con la avenida plazoleta cementerio, por esta normalmente se concentra los vehículos de transporte público y autos, lo que se pretende con esta alternativa de solución es liberar el flujo que va hacia la avenida Plazoleta cementerio, para lo cual se pretende romper un tramo de aproximadamente 10 metros de la berma central para que los vehículos particulares y taxis giren con el propósito de salir por la avenida Perú que es una avenida con poco tráfico vehicular y con esto ayudar a mejorar el nivel de servicio de la avenida plazoleta cementerio

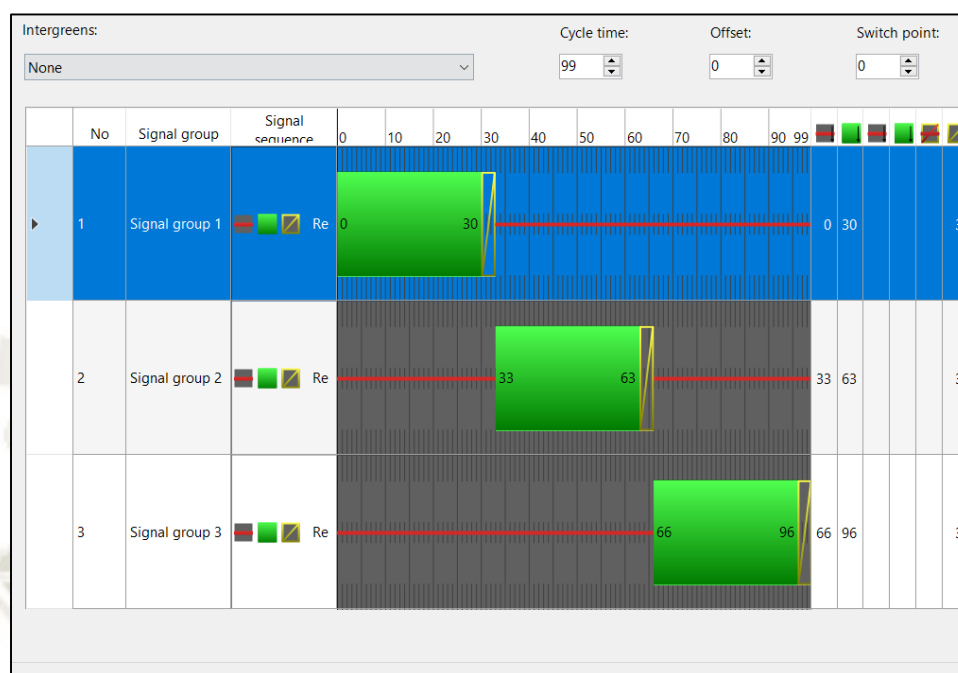
La avenida plazoleta es un punto crítico de congestión en nuestro estudio, ya que alcanzó un nivel de servicio F, debido a que a la avenida llegan todos los vehículos de transporte público, particulares y taxis provenientes de centro de la ciudad de Arequipa.

Imagen 103: Estado de las intersecciones de las avenidas Plazoleta y cementerio



Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 104: Semaforización existente Av. Cementerio y Av. Plazoleta



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Pudimos observar que perpendicular a la Av. Cementerio se encuentra la calle Costa Rica, la cual pretendemos utilizar como desvío de autos particulares y taxis que van hacia la avenida plazoleta cementerio, el cual nos reducirá en cerca de un 20% de autos particulares, pick up y taxis ya que son la cantidad de vehículos que se dirigen tanto a las Avenidas Estados Unidos y Garcilazo de la Vega los que tienen la opción de tomar este carril para reducir su tiempo y trayectoria de viaje, con el uso de una señales las cuales indiquen que solo pueden dar vuelta vehículos livianos hacia esta calle, ya que en la hora de punta de tráfico se pudo apreciar la presencia de tan solo 17 vehículos en esta zona, lo que podemos observar en los anexos de la investigación, los vehículos ligeros y una señal de restricción para vehículos pesados y de transporte público, para lo cual tomamos los datos de los vehículos que transcurren por la avenida cementerio en la hora punta establecida, con el fin de poder derivar una cantidad de vehículos que ayuden a mejorar la situación en la avenida plazoleta cementerio, a continuación se muestra los datos de los aforos de la avenida cementerio y la cantidad de vehículos que van hacia la avenida Plazoleta en dirección este y los que van en dirección oeste.

Tabla 87: Conteo Av. Cementerio

FORMATO DE AFORO VEHICULAR														
ESTUDIO DE TRAFICO														
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Cementerio											DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											Viernes	
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
														
08:00	08:05	4	43	40	4	1	1	11	0	0	2	0	0	106
08:05	08:10	11	38	35	2	5	3	14	0	0	5	0	0	113
08:10	08:15	11	48	36	4	3	5	16	0	0	3	0	0	126
08:15	08:20	10	38	36	2	2	3	13	0	0	6	0	0	110
08:20	08:25	5	38	35	1	3	4	8	0	0	3	0	0	97
08:25	08:30	6	28	29	0	3	2	13	0	0	3	0	0	84
08:30	08:35	8	46	33	4	6	8	20	0	0	6	0	0	131
08:35	08:40	8	44	36	2	7	4	18	0	0	6	0	0	125
08:40	08:45	6	33	25	4	7	4	9	0	0	8	0	0	96
08:45	08:50	6	36	31	2	1	4	16	0	0	4	0	0	100
08:50	08:55	9	29	24	0	2	0	11	0	0	4	0	0	79
08:55	09:00	3	31	21	3	1	6	15	0	0	3	0	0	83
TOTAL VEH.		87	452	381	28	41	44	164	0	0	53	0	0	
TOTAL		1250												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88: Conteo Av. Cementerio en dirección Av. Plazoleta OESTE

FORMATO DE AFORO VEHICULAR														
ESTUDIO DE TRAFICO														
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Cementerio-AV.Plazoleta direccion OESTE											DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											Viernes	
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
														
08:00	08:05	0	12	11	2	0	0	1	0	0	1	0	0	27
08:05	08:10	1	10	12	1	1	1	0	0	0	2	0	0	28
08:10	08:15	2	13	11	1	1	2	1	0	0	1	0	0	32
08:15	08:20	2	12	12	1	1	1	1	0	0	2	0	0	32
08:20	08:25	2	10	14	0	2	1	0	0	0	1	0	0	30
08:25	08:30	1	12	10	0	1	0	1	0	0	0	0	0	25
08:30	08:35	0	11	12	2	2	2	0	0	0	1	0	0	30
08:35	08:40	1	14	13	1	1	0	0	0	0	2	0	0	32
08:40	08:45	2	12	12	2	2	2	1	0	0	2	0	0	35
08:45	08:50	0	12	11	1	1	1	1	0	0	1	0	0	28
08:50	08:55	1	13	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
08:55	09:00	0	12	8	1	0	2	1	0	0	1	0	0	25
TOTAL VEH.		12	143	135	12	12	12	7	0	0	14	0	0	
TOTAL		347												

Fuente: Elaboración propia

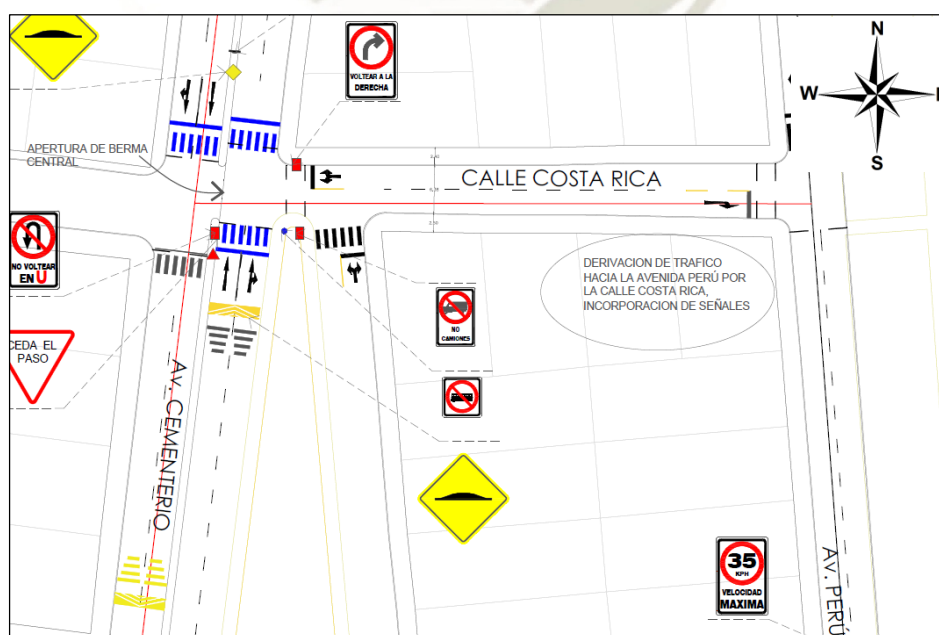
Tabla 89: Conteo Av. Cementerio en dirección Av. Plazoleta ESTE

FORMATO DE AFORO VEHICULAR														
Avenida Cementerio-AV.Plazoleta direccion este														
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Cementerio - Av Plazoleta direccion ESTE												DÍA:
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												Viernes
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
														
08:00	08:05	4	31	29	2	1	1	10	0	0	1	0	0	79
08:05	08:10	10	28	23	1	4	2	14	0	0	3	0	0	85
08:10	08:15	9	35	25	3	2	3	15	0	0	2	0	0	94
08:15	08:20	8	26	24	1	1	2	12	0	0	4	0	0	78
08:20	08:25	3	28	21	1	1	3	8	0	0	2	0	0	67
08:25	08:30	5	16	19	0	2	2	12	0	0	3	0	0	59
08:30	08:35	8	35	21	2	4	6	20	0	0	5	0	0	101
08:35	08:40	7	30	23	1	6	4	18	0	0	4	0	0	93
08:40	08:45	4	21	13	2	5	2	8	0	0	6	0	0	61
08:45	08:50	6	24	20	1	0	3	15	0	0	3	0	0	72
08:50	08:55	8	16	15	0	2	0	11	0	0	4	0	0	56
08:55	09:00	3	19	13	2	1	4	14	0	0	2	0	0	58
TOTAL VEH.		75	309	246	16	29	32	157	0	0	39	0	0	
TOTAL		903												

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de vehículos que van de la avenida cementerio hacia la avenida Plazoleta cementerio dirección este es de 903 vehículos, de los cuales se tiene 707 vehículos livianos los cuales serán derivados a la avenida Perú utilizando la Calle Costa Rica como se puede observar en la siguiente imagen 105.

Imagen 105: Derivación a la calle Costa Rica



Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 106: Decisiones de ruta Av. Cementerio

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes									
Count	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	VehClasses	RouteChoice	Count	VehRoutDec
5	8	18: Av. Cementerio		18.329	☒		Static	1	8
6	9	29: Calle Argentina		319.324	☒		Static	2	8
7	11	5: Av. Garcilazo de la Vega S-N		46.686	☒		Static	3	8
8	12	22: Calle Bernardo Alcedo		122.392	☒		Static		

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

4.1.4. Derivación del flujo proveniente de la av. EE.UU. hacia la Calle Bernardo alcedo y hacia la Calle Argentina

La derivación del flujo de la Avenida Estados unidos que es uno de los más críticos, también es necesaria, para lo cual implementaremos también las señales especificadas anteriormente para descongestionar en medida a un máximo del 45% del flujo vehicular de la avenida EE.UU. y con ello a su vez del Ovalo Apacheta, Para la Calle argentina se pretende el uso del carril para los vehículos que se dirigen hacia la Avenida Perú el cual reducirá un 20% de vehículos livianos y los vehículos que giren hacia la Calle Bernardo Alcedo serán los vehículos ligeros que se dirigen hacia la Avenida Garcilazo de la Vega un porcentaje de 25% de estos, los aforos vehiculares contabilizados en la hora pico se muestran en los anexos(calle Argentina y calle Bernardo Alcedo).

Imagen 107: Decisiones de ruta de la Av. EEUU

Static Vehicle Routing Decisions / Static Vehicle Routes									
Count	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	VehClasses	RouteChoice	Count	VehRoutDec
4	7	8: Av. Plazoleta cementerio E-O		127.838	☒		Static	1	14
5	8	18: Av. Cementerio		18.329	☒		Static	2	14
6	9	29: Calle Argentina		319.324	☒		Static	3	14
7	11	5: Av. Garcilazo de la Vega S-N		72.355	☒		Static	4	14
8	12	22: Calle Bernardo Alcedo		122.392	☒		Static	5	14
9	13	4: Av. EE.UU. O-E		142.955	☒		Static		
10	14	3: Av. EE.UU. E-O		6.312	☒		Static		
11	15	20: Calle Chile		35.901	☒		Static		

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Imagen 108: Restricciones de los carriles de la calle Argentina y calle Bernardo Alcedo

Lanes	Meso	Pedestrian Area	Display	Dyn. Assignment	Others		
Count	2	Index	Width	LinkBehavT...	BlockedVe...	DisplayType	N
1	1	3.50			20,30,80		
2	2	3.50			20,30,80		

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

4.1.4.1. Control semafórico de la Av. Estados Unidos

Una vez decidiendo las rutas hacia donde ira el flujo procederemos a instalar el control semafórico para poder tener un tráfico más ordenado en esta zona, aplicaremos las siguientes fórmulas para los controles semafóricos:

Conversión de volúmenes mixtos a automóviles directos equivalentes

$$q_D = \frac{VHMD_D}{FHMD} \left(\frac{1}{fhv} \right) \quad \text{Ecuación 28}$$

Vuelta a la izquierda

$$q_D = \frac{VHMD_{VD}}{FHMD} \left(\frac{1}{fhv} \right) (V_D) \quad \text{Ecuación 29}$$

Vuelta a la derecha

$$q_D = \frac{VHMD_{VI}}{FHMD} \left(\frac{1}{fhv} \right) (V_I) \quad \text{Ecuación 30}$$

fhv= factor de vehículos pesados

$$y = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{W + L}{v} \right) \quad \text{Ecuación 31}$$

$$y = A_i + TR_i \quad \text{Ecuación 32}$$

y=intervalo de cambio de fase, ámbar más rojo (s)

t=tiempo de percepción-reacción del conductor (valor sugerido 1s)

v=velocidad de aproximación de los vehículos (valor sugerido 8.33m/s)

a=tasa de desaceleración (valor sugerido 3.05 m/s²)

W= ancho de la intersección

L=longitud del vehículo (valor sugerido 6.10 m)

Ai= tiempo amarillo

TRi= tiempo todo rojo

$$Y_i = \frac{q_{max}}{s} \quad \text{Ecuación 33}$$

$$L = y = A_i + TR_i \quad \text{Ecuación 34}$$

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} Y_i} \quad \text{Ecuación 35}$$

Co=tiempo óptimo de ciclo (s)

L =tiempo total perdido por ciclo (s)

Y_i = máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación

ϕ = número de fases

$$g_T = C - L \quad \text{Ecuación 36}$$

$$g_i = \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2} (g_T) \quad \text{Ecuación 37}$$

Donde:

g_T =tiempo verde efectivo total

g_i =reparto de tiempos verdes efectivos (Cal&Mayor, 7ma edición).

Tabla 90: Cálculo de ciclo semafórico agregado en la Av. EEUU

FHMD		0.95	
Fhv		0.89	
EVD		1.2	
EVI		1.6	
Av. EEUU (VUELTA)		Av. EEUU(IDA)	
VHMD(derecha)	50	VHMD(derecha)	128
qvd(derecha)	71	qvd(derecha)	181
VHMD(de frente)	930	VHMD(de frente)	1250
qvd(de frente)	1100	qvd(de frente)	1473
VHMD(izquierda)	80	VHMD(izquierda)	125
qvd(izquierda)	151	qvd(izquierda)	236
q(total)	1322	q(total)	1890
T=	1	w1=	13
L=	6.1	w2=	13
v=	8.33	a=	3.05
Y1(Fase 1)=	Ai +	TR	
	2	2	
Y2(Fase 2)=	Ai +	TR	
	2	2	
L1=	4		
L2=	4		
S=	3280		
q1(max)	1250	q2(max)=	1100
Y1=	0.3810976	Y2=	0.33536585
Co=	59.95698925		
Verde Total	51.95698925		
G1=	27.636696	G1=	30
G2=	24.320293	G2=	20

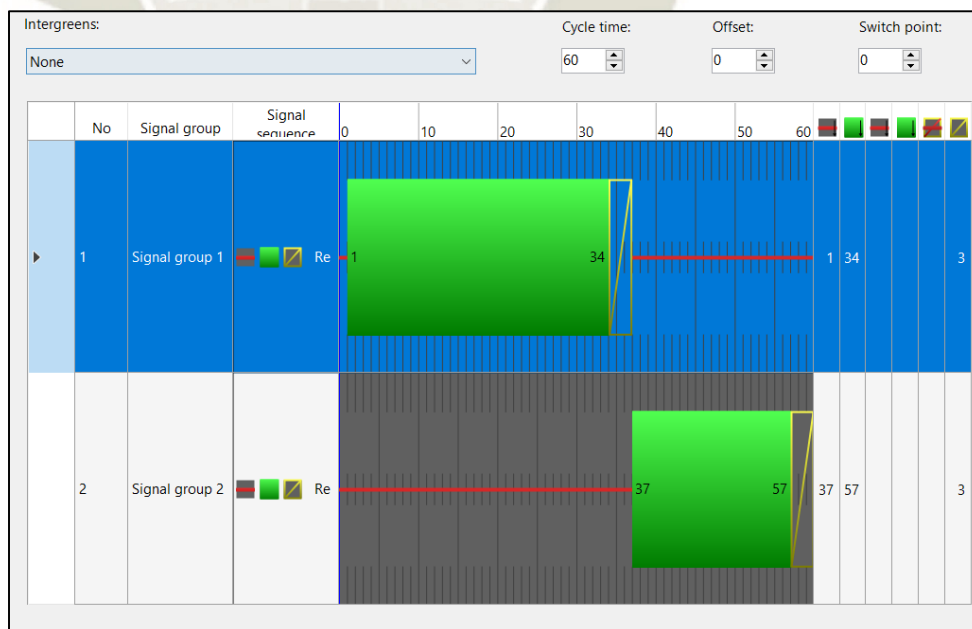
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 109: Ubicación de semáforos y señales en la Av. EEUU



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 110: Ciclo semafórico de la Av. EEUU-



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

4.1.5. Derivación del flujo proveniente de la av. Garcilazo de la Vega hacia la Calle Abraham Valdelomar

La derivación de la Avenida Garcilazo de la Vega se realizará para reducir la congestión dirigiendo un porcentaje del tráfico vehicular hacia la calle Abraham Valdelomar, para con ello reducir la congestión de vehículos ligeros que van hacia la Av. EEUU y con ello mejorar significativamente la reducción del Tráfico en el ovalo, primero realizando derivación de un 11% de vehículos livianos hacia la calle Javier Heraud para posteriormente salir por la calle Abraham Valdelomar hacia la avenida EEUU.

Imagen 111: Decisiones de ruta de la Av. Garcilazo de la Vega

Routing Decisions / Static Vehicle Routes											
Name	Link	Pos	AllVehTypes	VehClasses	RouteChoiceMeth	Count	4 VehRoutDec	No	Name	Formula	DestLink
1	3: Av. EE.UU. E-O	109.378	☒		Static	1	11	1	1: Av. Perú S-N		367.957
3	2: Av. Perú N-S	18.593	☒		Static	2	11	2	4: Av. EE.UU. O-E		140.178
4	7: Av. Plazoleta cementerio O-E	113.446	☒		Static	3	11	3	8: Av. Plazoleta cementerio E-O		120.499
5	7: Av. Plazoleta cementerio O-E	1.761	☒		Static	4	11	4	28: Calle Abraham Valdelomar		59.118
7	8: Av. Plazoleta cementerio E-O	123.671	☒		Static						
8	18: Av. Cementerio	18.329	☒		Static						
9	29: Calle Argentina	79.921	☒		Static						
0	3: Av. EE.UU. E-O	2.569	☒		Static						
1	5: Av. Garcilazo de la Vega S-N	72.053	☒		Static						

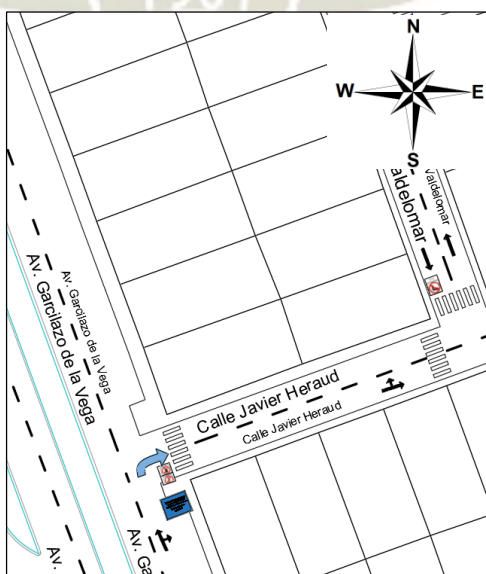
Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Imagen 112: Restricciones de la Calle Javier Heraud y Calle Abraham Valdelomar

Lanes	Meso	Pedestrian Area	Display	Dyn. Assignment	Others
Count	2	Index	Width	LinkBehavT...	BlockedVe... Disp
1		1	3.50		20,30,80
2		2	3.50		20,30,80

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Imagen 113: Derivación a la calle Javier Heraud



Fuente: Elaboración propia.

4.1.5.1. Ciclo semafórico nuevo para la avenida Garcilazo de la vega con calle Ricardo Palma

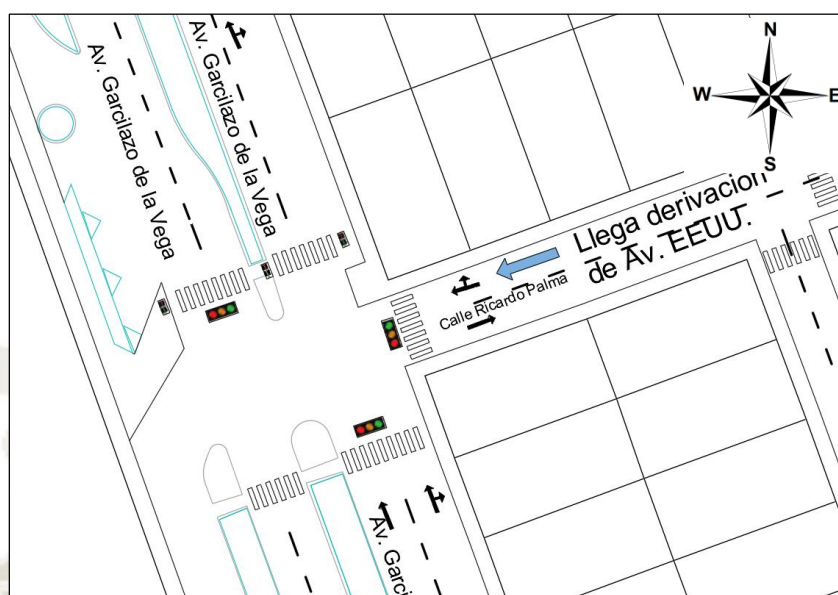
Con las formulas mostradas anteriormente hallamos el ciclo semafórico para las intersecciones de la Avenida Garcilazo de la vega (ida y vuelta) con la calle Ricardo Palma:

Tabla 91: Calculo ciclo semafórico intersección de Av. Garcilazo y la calle Ricardo Palma

FHMD	0.95	Calle Alfonso Ugarte	
Fhv	0.89	VHMD(derecha)	80
EVD	1.2	qvd(derecha)	116
EVI	1.6	VHMD(izquierda)	220
		qvd(izquierda)	415
		q(total)	531
Av. Garcilazo vuelta		Av. Garcilazo	
VHMD(de frente)	685	VHMD(derecha)	80
qvd(de frente)	810	qvd(derecha)	114
VHMD(izquierda)	100	VHMD(de frente)	1050
qvd(izquierda)	189	qvd(de frente)	1242
q(total)	999	q(total)	1356
T=	1	w2=	26
L=	6.1	w3=	13
w1=	26	a=	3.05
v=	8.33		
Y1(Fase 1)=	Ai +	TR	
	2	4	
Y2(Fase 2)=	Ai +	TR	
	2	4	
Y2(Fase 2)=	Ai +	TR	
	2	2	
L1=	6		
L2=	6		
L3=	6		
S=	3800		
q1(max)	1242	q3(max)=	415
Y1=	0.3268	Y3=	0.10921053
q2(max)=	810		
Y2=	0.213157895		
Co=	91.2228057		
Verde Total	73.2228057		
G1=	36.864	G1=	30
G2=	24.042	G2=	27
G3=	12.318	G3=	24

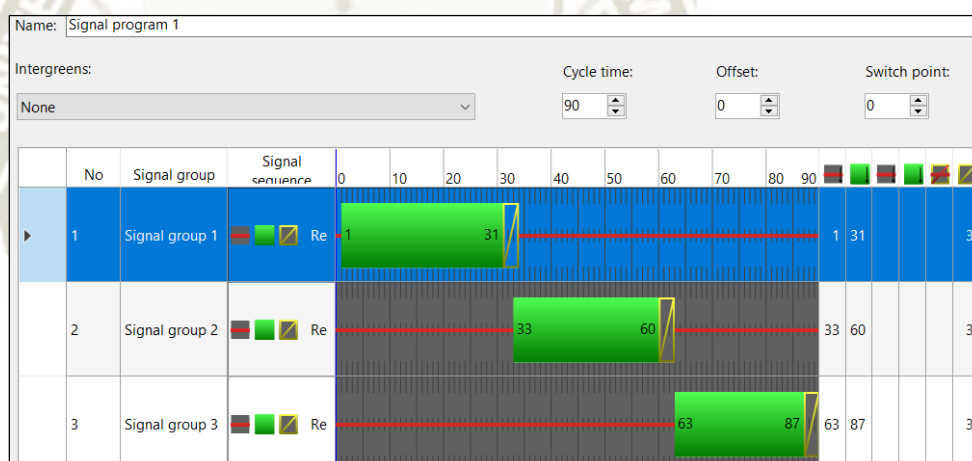
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 114: Intersección Av. Garcilazo y calle Ricardo palma



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 115: Ciclo semafórico Intersección Av. Garcilazo y calle Ricardo Palma



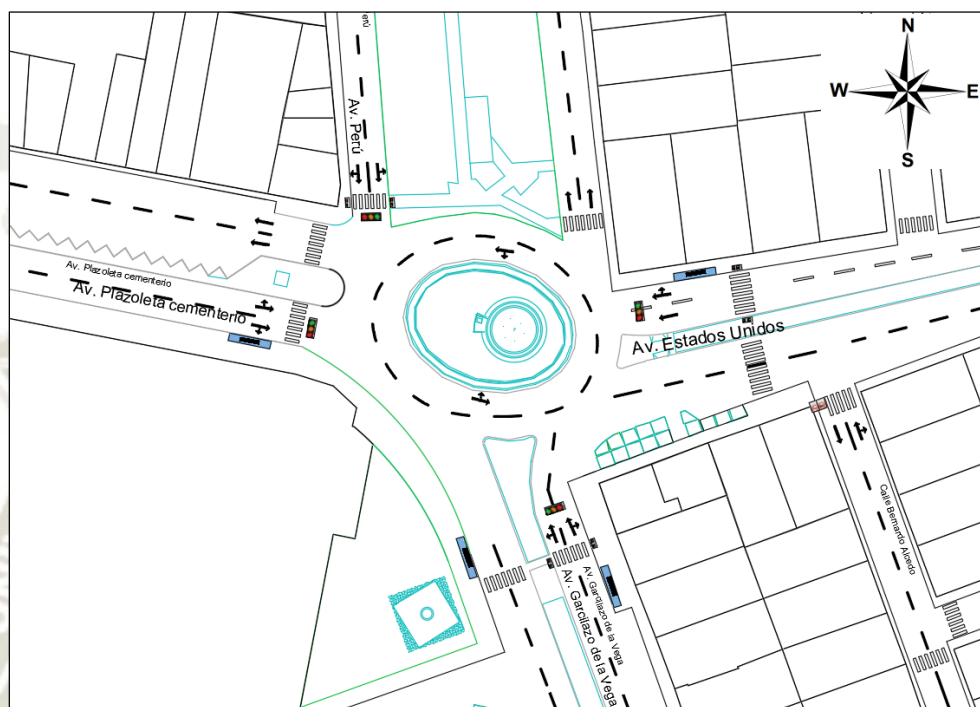
Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

4.1.6. Ciclo de semaforización y situación propuesta para el ovalo Apacheta

El ovalo Apacheta actualmente se encuentra sin semáforos en funcionamiento por lo que planteamos poner una semaforización en el ovalo , el cual tendrá un ciclo para cada avenida que llega a formar parte del ovalo Apacheta , para lo que proponemos 2 fases de semaforización una para el tránsito de Norte-Sur y otra para el tránsito de Este-Oeste, lo cual complementaran en la mejora de nivel de servicio de nuestra intersección la cual se encontraba como una intersección tipo rotonda y actualmente con los nuevos ciclos semafóricos en 2 fases reducirán nuestro nivel de servicio E a

un nivel de servicio C , además mejorando notablemente los niveles de servicio de 3 de las 4 vías, ya que la Av. Perú la usamos para descongestionar la Av. Plazoleta cementerio que mostraba un nivel de servicio F en todos sus accesos.

Imagen 116: Ovalo Apacheta semaforización



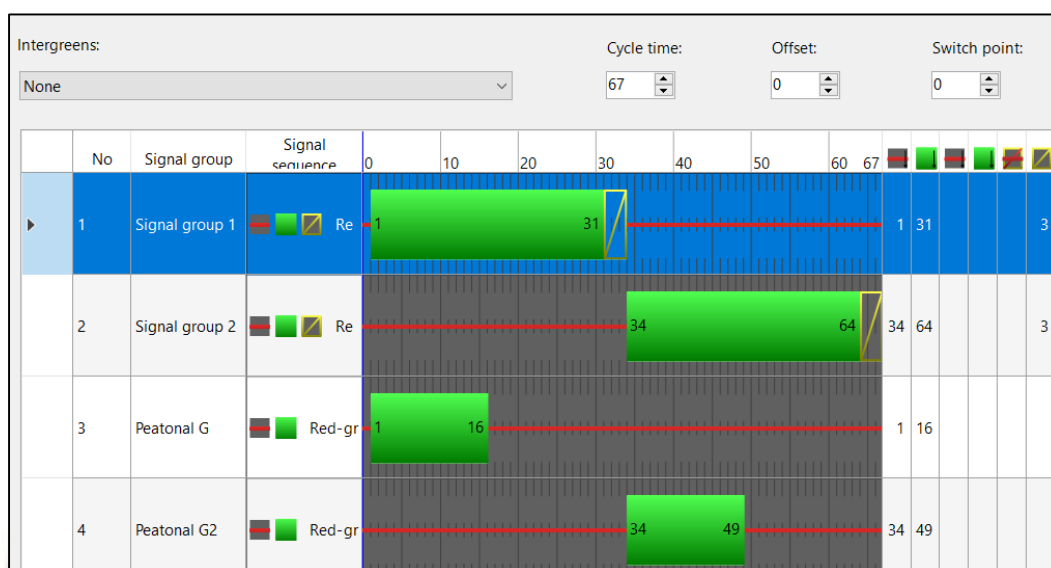
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 92: Calculo de semaforización del Ovalo Apacheta

FHMD	0.95		
Fhv	0.886		
EVD	1.2		
EVI	1.6		
Av. Plazoleta		Av. EEUU	
VHMD(derecha)	729	VHMD(derecha)	749
qvd(derecha)	1039	qvd(derecha)	1059
VHMD(de frente)	569	VHMD(de frente)	393
qvd(de frente)	676	qvd(de frente)	463
VHMD(izquierda)	559	VHMD(izquierda)	361
qvd(izquierda)	1063	qvd(izquierda)	681
q(total)	2778	q(total)	2203
Av. Perú		Av. Garcilazo	
VHMD(derecha)	236	VHMD(derecha)	319
qvd(derecha)	343	qvd(derecha)	464
VHMD(de frente)	402	VHMD(de frente)	765
qvd(defrente)	488	qvd(defrente)	928
VHMD(izquierda)	352	VHMD(izquierda)	415
qvd(izquierda)	683	qvd(izquierda)	805
q(total)	1514	q(total)	2197
T=	1	w1=	46.6
L=	6.1	w2=	26
v=	8.33	a=	3.05
Y1(Fase 1)=	Ai +	TR	
	2	6	
Y2(Fase 2)=	Ai +	TR	
	2	4	
L1=	8	L2=	6
S=	3280		
q1(max)	1063	q2(max)=	928
Y1=	0.32408537	Y2=	0.28292683
Co=	66.15981381		
Verde Total	52.15981381		
G1=	27.8482582	G1=	30
G2=	24.3115556	G2=	30

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 117: Ciclo de semaforización del Ovalo Apacheta



Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Imagen 118: Niveles de servicio

Count	34	SimRun	TimeInt	Movement	Qlen	QlenMax	Vehs(All)	Pers(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	VehDelay(All)	PersDelay(All)	StopDelay(All)
1	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 1: Av. Perú S-N@21.3	30.96	113.31	0	0	LOS_A					
2	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	30.96	113.31	37	37	LOS_C	3	33.42	33.42	17.53	
3	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@40.9	30.96	113.31	54	54	LOS_C	3	30.44	30.44	15.86	
4	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@38.0	30.96	113.31	26	26	LOS_C	3	23.82	23.82	14.51	
5	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 1: Av. Perú S-N@21.3	17.60	68.12	41	41	LOS_C	3	20.46	20.46	12.20	
6	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	17.60	68.12	0	0	LOS_A					
7	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@40.9	17.60	68.12	16	16	LOS_C	3	26.15	26.15	11.43	
8	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@38.0	17.60	68.12	28	28	LOS_C	3	24.26	32.15	13.64	
9	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 1: Av. Perú S-N@21.3	22.99	84.92	51	79	LOS_C	3	22.26	25.70	13.52	
10	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	22.99	84.92	14	14	LOS_D	4	39.14	39.14	22.85	
11	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 6: Av. Garcilazo de la Vega...	22.99	84.92	0	0	LOS_A					
12	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 8: Av. Plazoleta cementerio...	22.99	84.92	17	17	LOS_B	2	15.82	15.82	8.45	
13	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 1: Av. Perú S-N@21.3	53.52	124.03	16	16	LOS_C	3	34.62	34.62	19.33	
14	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	53.52	124.03	10	10	LOS_D	4	38.87	38.87	20.89	
15	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 6: Av. Garcilazo de la Vega...	53.52	124.03	66	104	LOS_D	4	46.78	42.74	24.05	
16	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 8: Av. Plazoleta cementerio...	53.52	124.03	0	0	LOS_A					
17	1	100-3600	1: INTERSECCION	31.27	124.03	376	470	LOS_C	3	30.37	31.47	16.51	

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

Los niveles de servicio en nuestra intersección del ovalo Apacheta alcanzaron un Nivel de servicio tipo C, lo cual nos muestra que nuestra propuesta de mejora es viable y con la disminución del nivel de servicio de la avenida plazoleta cementerio de un nivel F a un nivel D. al igual de las avenidas Garcilazo de la Vega y Estados Unidos que tenían un nivel de servicio tipo E y con la mejora propuesta Pasaron a nivel de servicio C , y con los semáforos incorporados en las avenidas EEUU y Garcilazo de la Vega con las intersecciones con las calles de derivación mejoraron el orden en las zonas respectivas.

Tabla 93: Comparación de resultados HCM 6ta edición y propuesta de mejora PTV Vissim

Entrada	Distribución de carriles	Nivel de Servicio(HCM 6ta edición)	Nivel de servicio Alternativa de solución
Entrada N°1, Av. Garcilazo de la Vega	Carril derecho	D	C
	Carril izquierdo	D	C
Entrada N°2, en dirección a la Av. Perú	Carril derecho	B	C
	Carril izquierdo	B	C
Entrada N°3, Av. EE.UU	Carril derecho	D	C
	Carril izquierdo	D	C
Entrada N°4, Av. Plazoleta cementerio	Carril derecho	F	D
	Carril izquierdo	F	D
Ovalo Apacheta		E	C

Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Transito futuro Simulación PTV VISSIM

Ahora analizaremos los escenarios futuros con los datos obtenidos en los cálculos de transito futuro hallados anteriormente.

4.1.7.1. Simulación Transito 2025

En el análisis para el año 2025, se puede observar que se incrementaron los niveles de servicio a D de la Avenida Perú en todas sus direcciones, al igual que la avenida plazoleta cementerio en sus direcciones hacia la avenida EE.UU. y hacia la avenida Garcilazo de la Vega, y los niveles de servicio de las demás avenidas se están manteniendo en un nivel de servicio C.

Imagen 119: Simulación año 2025

Count	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	Pers(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	VehDelay(All)	PersDelay(All)	StopDelay(All)
1	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 1: Av. Perú S-N@21.3	60.93	130.68	0	0	LOS_A				
2	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	60.93	130.68	36	36	LOS_D	4	42.44	42.44	23.64
3	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@40.9	60.93	130.68	49	49	LOS_D	4	44.50	44.50	26.68
4	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@38.0	60.93	130.68	24	24	LOS_D	4	42.13	42.13	27.05
5	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 1: Av. Perú S-N@21.3	17.52	76.84	38	38	LOS_C	3	24.42	24.42	13.25
6	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	17.52	76.84	0	0	LOS_A				
7	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@40.9	17.52	76.84	14	14	LOS_C	3	21.31	21.31	9.37
8	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@38.0	17.52	76.84	23	38	LOS_C	3	20.96	16.54	11.29
9	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 1: Av. Perú S-N@21.3	21.65	84.86	42	55	LOS_C	3	21.15	25.27	12.37
10	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	21.65	84.86	14	14	LOS_D	4	39.16	39.16	22.93
11	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 6: Av. Garcilazo de la Vega...	21.65	84.86	0	0	LOS_A				
12	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 8: Av. Plazoleta cementerio...	21.65	84.86	16	16	LOS_B	2	17.68	17.68	9.20
13	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 1: Av. Perú S-N@21.3	79.63	237.75	15	15	LOS_C	3	34.89	34.89	18.55
14	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	79.63	237.75	10	10	LOS_D	4	41.46	41.46	22.04
15	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 6: Av. Garcilazo de la Vega...	79.63	237.75	50	76	LOS_D	4	49.36	46.67	28.14
16	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 8: Av. Plazoleta cementerio...	79.63	237.75	0	0	LOS_A				
17	1	100-3600	1: INTERSECCION	44.93	237.75	331	385	LOS_C	3	34.90	34.49	19.92

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

4.1.7.2. Simulación año 2030

En el análisis para el año 2025, se puede observar que se incrementaron los niveles de servicio a D de la Avenida Perú en todas sus direcciones, en la avenida plazoleta cementerio en su dirección hacia la avenida Garcilazo de la Vega alcanzo un nivel de servicio E, y los niveles de servicio de las demás avenidas se están manteniendo en un nivel de servicio C.

Imagen 120: Simulación año 2030

Count	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	Pers(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	VehDelay(All)	PersDelay(All)	StopDelay(All)
1	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 1: Av. Perú S-N@21.3	68.47	132.56	0	0	LOS_A				
2	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	68.47	132.56	42	42	LOS_D	4	42.48	42.48	27.32
3	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@40.9	68.47	132.56	62	62	LOS_D	4	42.26	42.26	26.46
4	1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@38.0	68.47	132.56	30	30	LOS_D	4	41.05	41.05	27.60
5	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 1: Av. Perú S-N@21.3	36.00	103.78	46	46	LOS_C	3	30.69	30.69	17.38
6	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	36.00	103.78	0	0	LOS_A				
7	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@40.9	36.00	103.78	18	18	LOS_D	4	48.28	48.28	27.64
8	1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@38.0	36.00	103.78	32	47	LOS_D	4	41.49	41.78	26.43
9	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 1: Av. Perú S-N@21.3	19.47	71.69	45	58	LOS_B	2	17.34	21.24	10.44
10	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	19.47	71.69	14	14	LOS_C	3	29.77	29.77	16.92
11	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 6: Av. Garcilazo de la Vega...	19.47	71.69	0	0	LOS_A				
12	1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 8: Av. Plazoleta cementerio...	19.47	71.69	16	16	LOS_B	2	18.52	18.52	10.43
13	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 1: Av. Perú S-N@21.3	125.33	359.54	16	16	LOS_D	4	48.80	48.80	28.19
14	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	125.33	359.54	11	11	LOS_D	4	47.10	47.10	27.07
15	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 6: Av. Garcilazo de la Vega...	125.33	359.54	56	82	LOS_E	5	58.86	53.16	33.08
16	1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 8: Av. Plazoleta cementerio...	125.33	359.54	0	0	LOS_A				
17	1	100-3600	1: INTERSECCION	62.32	359.54	388	442	LOS_D	4	39.52	39.56	23.80

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

4.1.7.3. Simulación año 2035

En el análisis para el año 2035, se puede observar que se incrementaron los niveles de servicio a E de la Avenida Perú en sus direcciones hacia la avenida Plazoleta cementerio y hacia la avenida Garcilazo de la Vega, en la avenida plazoleta cementerio en su dirección hacia la avenida Garcilazo de la Vega alcanzo un nivel de servicio E, y los niveles de servicio de las demás avenidas se están manteniendo en un nivel de servicio C.

Imagen 121: Simulación año 2035

Node Results										
Count	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	Pers(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	StopDelay(All)
18.2	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 1: Av. Perú S-N@21.3	194.41	359.85	0	0	LOS_A			
19.2	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	194.41	359.85	49	49	LOS_D	4	53.61	53.61
20.2	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@40.9	194.41	359.85	67	67	LOS_E	5	62.16	62.16
21.2	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@38.0	194.41	359.85	31	31	LOS_E	5	58.43	58.43
22.2	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 1: Av. Perú S-N@21.3	38.06	92.97	50	50	LOS_D	4	36.06	36.06
23.2	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	38.06	92.97	0	0	LOS_A			
24.2	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@40.9	38.06	92.97	20	20	LOS_D	4	47.04	47.04
25.2	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@38.0	38.06	92.97	37	65	LOS_D	4	41.30	41.12
26.2	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 1: Av. Perú S-N@21.3	20.73	77.86	54	82	LOS_C	3	20.33	24.04
27.2	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	20.73	77.86	14	14	LOS_C	3	30.00	30.00
28.2	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 6: Av. Garcilazo de la Vega...	20.73	77.86	0	0	LOS_A			
29.2	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 8: Av. Plazoleta cementerio...	20.73	77.86	16	16	LOS_C	3	24.32	24.32
30.2	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 1: Av. Perú S-N@21.3	218.34	489.66	18	18	LOS_E	5	66.14	66.14
31.2	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	218.34	489.66	12	12	LOS_E	5	65.02	65.02
32.2	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 6: Av. Garcilazo de la Vega...	218.34	489.66	59	101	LOS_E	5	69.99	68.66
33.2	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 8: Av. Plazoleta cementerio...	218.34	489.66	0	0	LOS_A			
34.2	100-3600	1: INTERSECCION	117.89	489.66	427	525	LOS_D	4	48.90	48.96

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

4.1.7.1. Simulación año 2040

En el análisis para el año 2040, se puede observar que se incrementaron los niveles de servicio a E de la Avenida Perú y de la avenida plazoleta cementerio, y los niveles de servicio de la avenida Garcilazo de la Vega y de la Avenida Estados Unidos con niveles de servicio C y D respectivamente.

Imagen 122: Simulación año 2040

Node Results										
Count	SimRun	TimeInt	Movement	QLen	QLenMax	Vehs(All)	Pers(All)	LOS(All)	LOSVal(All)	StopDelay(All)
1.1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 1: Av. Perú S-N@21.3	351.77	451.67	0	0	LOS_A			
2.1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	351.77	451.67	52	52	LOS_E	5	61.20	61.20
3.1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@40.9	351.77	451.67	64	64	LOS_E	5	71.03	71.03
4.1	100-3600	1: INTERSECCION - 2: Av. Perú N-S@364.5 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@38.0	351.77	451.67	33	33	LOS_E	5	62.66	62.66
5.1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 1: Av. Perú S-N@21.3	35.34	99.70	57	57	LOS_C	3	32.01	32.01
6.1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	35.34	99.70	0	0	LOS_A			
7.1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 6: Av. Garcilazo de la Vega N-S@40.9	35.34	99.70	23	23	LOS_D	4	46.85	46.85
8.1	100-3600	1: INTERSECCION - 3: Av. EE.UU. E-O@224.8 - 8: Av. Plazoleta cementerio E-O@38.0	35.34	99.70	46	74	LOS_D	4	35.89	38.69
9.1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 1: Av. Perú S-N@21.3	23.37	79.63	65	93	LOS_C	3	25.73	32.72
10.1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	23.37	79.63	15	15	LOS_C	3	31.10	31.10
11.1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 6: Av. Garcilazo de la Vega...	23.37	79.63	0	0	LOS_A			
12.1	100-3600	1: INTERSECCION - 5: Av. Garcilazo de la Vega S-N@224.9 - 8: Av. Plazoleta cementerio...	23.37	79.63	20	20	LOS_C	3	24.41	24.41
13.1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 1: Av. Perú S-N@21.3	237.03	437.69	20	20	LOS_E	5	70.22	70.22
14.1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 4: Av. EE.UU. O-E@22.8	237.03	437.69	14	14	LOS_E	5	68.44	68.44
15.1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 6: Av. Garcilazo de la Vega...	237.03	437.69	77	116	LOS_E	5	75.01	64.93
16.1	100-3600	1: INTERSECCION - 7: Av. Plazoleta cementerio O-E@196.2 - 8: Av. Plazoleta cementerio...	237.03	437.69	0	0	LOS_A			
17.1	100-3600	1: INTERSECCION	161.88	451.67	486	581	LOS_D	4	51.68	50.69

Fuente: PTV VISSIM 2021 (2020)

4.1.8. RESULTADO FINAL

Tabla 94: Niveles de servicio proyecciones futuras

Proyecciones de los niveles de servicio							
Via inicial	Via de destino	Nivel de servicio	Alternativa de solución				
			2020	2025	2030	2035	2040
Av. Perú	Av. Plazoleta cementerio	A	C	D	D	E	E
	Av. Garcilazo de la Vega	B	C	D	D	E	E
	Av. Estados Unidos	B	C	D	D	D	E
Av. Garcilazo de la Vega	Av. Estados Unidos	E	D	D	C	C	C
	Av. Perú	E	C	C	B	C	C
	Av. Plazoleta cementerio	E	B	B	B	C	C
Av. Estados Unidos	Av. Perú	E	C	C	C	D	C
	Av. Plazoleta cementerio	E	C	C	D	D	D
	Av. Garcilazo de la Vega	E	C	C	D	D	D
Av. Plazoleta cementerio	Av. Garcilazo de la Vega	F	D	D	E	E	E
	Av. Estados Unidos	F	D	D	D	E	E
	Av. Perú	F	C	C	D	E	E
Ovalo Apacheta		E	C	C	D	D	D

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Mediante el análisis realizado con el Highway Capacity Manual 6ta edición (2016), logramos calcular el nivel de servicio de la rotonda (ovalo Apacheta), el cual nos dio un nivel de servicio “E”, este análisis nos ayudó a verificar las fallas en el servicio que tenía esta intersección y con la solución planteada llegar a tener un nivel de servicio “C” en la intersección con la implementación de derivaciones y semaforización para ordenar el tránsito.
2. A través del estudio de tráfico realizado se determinó los volúmenes horarios de máxima demanda en el horario de (8:00 – 9:00) horas, por lo que se puede concluir que en este horario se presenta la mayor cantidad de tráfico vehicular en la zona de estudio, con un total de 5750 veh/h. La avenida con mayor flujo vehicular es la avenida plazoleta cementerio con un total de 1768 veh/h, representando un 30.75% del tráfico total en el intervalo de tiempo de estudio, esto se debe a que recibe tráfico de proveniente de la Avenida Cementerio, que es una de las avenidas por donde prácticamente pasan la gran mayoría de vehículos de transporte público. De manera contraria la Avenida Perú con 990 veh/h y con un porcentaje de incidencia de 17.22% del total de tráfico debido a que los vehículos pasan en su mayoría por la Avenida cementerio, es la que tiene un menor tráfico vehicular.
3. Mediante el análisis con la metodología del Highway Capacity Manual 6ta edición (2016) de la Rotonda Ovalo Apacheta, se obtuvo los niveles de servicio del ovalo en mención y de sus vías aledañas. La avenida con mayor tráfico vehicular fue la Avenida Plazoleta Cementerio, la cual alcanzo un nivel de servicio “F” con capacidad vial del carril derecho de 569 pc/h y de izquierdo de 502 pc/h; La avenida Estados unidos con un nivel de servicio “D” y con una capacidad vial del carril derecho de 737 pc/h y del carril izquierdo de 664 pc/h, la avenida Garcilazo de la Vega con un nivel de servicio “D” con una capacidad vial del carril derecho de 666 pc/h y del carril izquierdo de 595 pc/h y la avenida Perú con un nivel de servicio

“B” con una capacidad vial del carril derecho de 727 pc/h y del carril izquierdo de 654 pc/h.

4. Al momento de realizar la simulación en el software PTV Vissim, se notó un cambio significativo en los resultados instaurando la alternativa de solución planteada, las avenidas analizadas mostraron un cambio en los niveles de servicio, con la ayuda de la semaforización para ordenar el tráfico vehicular y las derivaciones para lograr mejorar los niveles de servicio, se colocó señales en las derivaciones para poder orientar al conductor y al peatón para tomar decisiones con respecto al tráfico.
5. El transito que pasa por la avenida cementerio se derivó hacia la avenida Perú un 20% de vehículos livianos que van hacia las Avenidas Garcilazo de la Vega y EEUU con el objetivo de descongestionar el tránsito de la avenida, utilizando la Calle Costa Rica como derivación y así descongestionar y generar un nivel de servicio admisible para la Avenida Plazoleta cementerio que llego de tener un NS “E” a tener un NS “D”.
6. La avenida Estados Unidos presentaba el segundo volumen más alto de vehículos después de la Avenida Plazoleta cementerio con 1498 vehículos, por lo que para descongestionar el ovalo derivamos un 20% de vehículos livianos hacia la avenida Argentina y un 25 % de vehículos livianos hacia la calle Bernardo Alcedo lo cual nos llevó a descongestionar aún más el ovalo Apacheta y con la colocación de semáforos y señales en la zona de derivación se logró ordenar aún más el tráfico en esta zona terminando con un N.S. “C”, después de planteada la alternativa de solución.
7. La avenida Garcilazo de la Vega es una avenida que presentaba también uno de los Volúmenes horarios de máxima más altos con 1494 vehículos por hora, para lo cual se optó derivar el tráfico de vehículos livianos que se dirigen a la Avenida Estados Unidos , para evitar su recorrido por el ovalo y tomar el carril de derivación por la calle Javier Heraud y Girar hacia la calle Abraham Valdelomar para salir en la Avenida Estados Unidos , lo cual hizo que el nivel de servicio de la Avenida Garcilazo de la Vega mejorara y pasara a un nivel de servicio C.
8. En el Ovalo Apacheta se implementó semáforos y un ciclo semafórico de dos fases, ya que los flujos vehiculares debían mostrar un orden en la transitabilidad según lo estipulado en (Cal&Mayor, 7ma edición), las dos

fases comprenden: las avenidas Plazoleta Cementerio y la Avenida Estados Unidos con un primer ciclo de 30 segundos de verde, a su vez para las Avenidas Perú y Garcilazo de la Vega de 30 segundos, con un ciclo semafórico de 67 segundos y con ello ordenar la congestión que tenía esta intersección ya que con el uso de estos dispositivos el tráfico vehicular en el área de estudio será más ordenado.

9. El tránsito futuro, evaluado bajo la fórmula otorgada por el M.T.C. y con los índices sacados de INDECI, a 2025 nos sigue mostrando un nivel de servicio de la intersección de C, lo cual nos hace ver que el flujo vehicular se mantiene en un nivel adecuado en el Ovalo Apacheta, a su vez se puede observar que volvería a tener un nivel de tráfico elevado en el año 2040, debido al incremento vehicular calculado, con lo observado el ovalo funcionaria en óptimas condiciones hasta el año 2035, ya que en ese año observamos según la tabla 94 presentada, que la Av. Perú y la Av. Plazoleta cementerio comienzan a tener un nivel de servicio tipo “E”.

5.2. RECOMENDACIONES

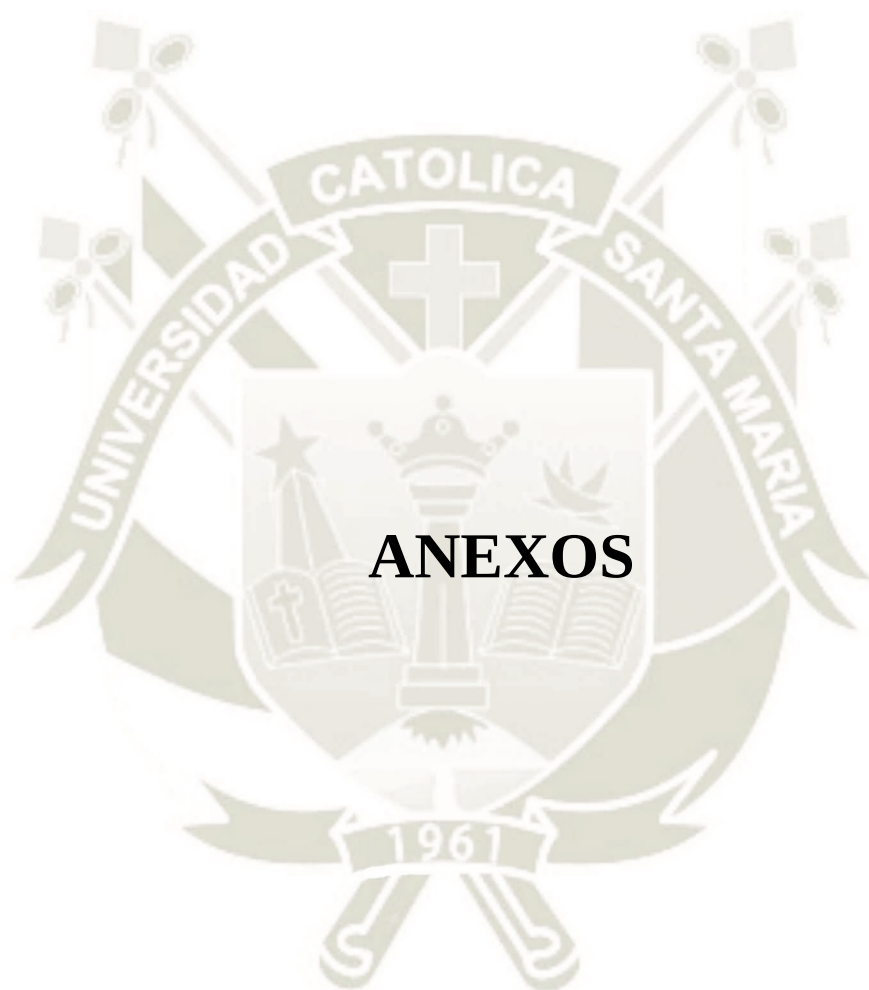
1. Se recomienda evitar gastos innecesarios en la realización de un proyecto de mejora de tránsito, ya que primero es recomendable buscar vías adecuadas por las que podamos llevar el tráfico sin escatimar costos en la realización de un megaproyecto de tránsito.
2. Es recomendable hacer un seguimiento adecuado de las rutas de los vehículos pertenecientes al SIT, ya que algunas empresas no cumplen con su ruta y buscan atajos para poder llegar rápido a su destino.
3. Se recomienda el análisis de futuros proyectos de investigación de tránsito utilizando el manual actualizado del HCM sexta edición actual (HCM 2016) ya que como pudimos observar en la metodología de rotondas las fórmulas de capacidades varían completamente en comparación con la versión del HCM 2010.
4. Es recomendable que la Municipalidad Provincial de Arequipa fiscalice las empresas de transporte, ya que pudimos observar la presencia de algunas unidades que no pertenecen al SIT, llevando pasajeros de manera informal en horas de la mañana.

REFERENCIA

- MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS, (2005).
- PTV GROUP. “PTV Vissim”, (2021).
- PTV VISSIM Manual del usuario, (2021)
- VÁSQUEZ, P. D. (2014). PROBLEMÁTICA EN EL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS EN AREQUIPA, CUSCO, CHICLAYO Y TACNA. LIMA: Congreso de la República.
- MELENDEZ R. & SUCASACA O. (2018). “Diagnóstico de nivel de servicio de las intersecciones críticas que conforman el segundo anillo vial en Arequipa metropolitana” Tesis (Ingeniería Civil), Arequipa. Universidad Católica de Santa María.
- BALLON ROMERO S. (2016). “Estudio, Simulación y Optimización del Flujo De Tráfico de la Av. Jorge Chávez desde la Calle Víctor Lira hasta la Calle Paucarpata” Tesis (Ingeniería Civil), Universidad Católica de Santa María.
- PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO DE AREQUIPA 2015-2025. (2015).
- MUNICIPALIDAD DE JOSÉ LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO. (2019). “Plan de acción distrital de seguridad ciudadana de 2019”.
- VILLALBA LINARES. (2019). “ANÁLISIS DE LA INTERCONEXIÓN VIAL DEL ÓVALO SECTOR CAYMA DEL PUENTE CHILINA EN LA PROVINCIA DE AREQUIPA” Tesis (Ingeniería Civil). Arequipa, Universidad Católica de Santa María.
- VCHI - ICG. (2015). “Manual de diseño geométrico de vías urbanas. Lima”.
- CAL Y MAYOR & JAMES CÁRDENAS. (2007). Ingeniería de Transito.
- AZCUTIA, A. M. (2011). “Gestión Técnica del Trafico.”.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMIES (2016). “Highway Capacity Manual 6 edition”.
- TAIRO PERALTA, S. & FARFÁN HUAMÁN, M. (2019). “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE METODOLOGÍA DETERMINÍSTICA DEL MANUAL DE CAPACIDAD VIAL HCM 2010 Y LA METODOLOGÍA DE LA MICRO SIMULACIÓN PARA EL CALCULO DE LOS NIVELES DE SERVICIO Y CONGESTIÓN VIAL EN EL CASO DE ESTUDIO ÓVALOS

LIBERTADORES Y MARTIN CHAMBI DE LA CUIDAD DEL CUSCO”, Tesis (Ingeniería Civil). Cusco, Universidad Andina del Cusco.

- LOPEZ BARRIOS, M. & MEDINA MARCOS, C. (2018). “PROPUESTA DE MEJORA EN LOS NIVELES DE SERVICIO DEL ÓVALO JOSE QUIÑONES EMPLEANDO EL SOFTWARE VISSIM 7.0”, Tesis (Ingeniería Civil). Lima, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- ASOCIACION ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE BORDILLOS Y HORMIGON NORMALIZADOS. (2019). “Construmática Tipos de Glorietas”.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2019). “Reglamento nacional de tránsito.”.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2003). “Reglamento nacional de vehículos”.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2018). “Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018.”.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2016). “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras”.
- HERNADEZ SAMPIERI, FERNANDEZ COLLADO. Y BAPTISTA LUCIO. (2014). “Metodología de la investigación Sexta edición.”.
- NAVARRO H., S. (2018). “Ingeniería de tránsito. Nicaragua.”.
- SEGURITECNIA, (2016).” Revista decana independiente de seguridad”.
- VENEGAS MAMANI. (2020). “ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN A BAJO COSTO DE LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA ALFONSO UGARTE CON LA AVENIDA LAS AMÉRICAS (INGRESO A HUNTER) EN LA PROVINCIA DE AREQUIPA” Tesis (Ingeniería Civil). Arequipa, Universidad Católica de Santa María.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO. (2016). COMITÉ DISTRITAL DE SEGURIDAD CIUDADANA, “Plan de seguridad ciudadana”
- INEI: Estimaciones y proyecciones de población por departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020. 2020



ANEXOS

Tabla 95: Conteo Av. EEUU 6:00-7:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos												SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		06:00 - 07:00 am												FECHA:	25/09/2020		Viernes		
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
06:00	06:05	8	19	26	2	3	2	6	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	69
06:05	06:10	11	25	29	3	2	1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	78
06:10	06:15	8	37	32	5	3	1	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	95
06:15	06:20	10	30	35	5	6	2	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	99
06:20	06:25	12	34	39	3	7	3	12	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	114
06:25	06:30	14	41	49	4	9	5	11	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	138
06:30	06:35	9	46	54	11	12	7	12	0	0	7	0	1	0	0	0	0	0	159
06:35	06:40	13	52	59	7	8	4	9	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	158
06:40	06:45	15	33	38	8	11	3	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	115
06:45	06:50	6	28	38	4	5	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89
06:50	06:55	8	26	33	3	6	4	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	91
06:55	07:00	6	36	46	3	2	1	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	104
TOTAL VEH.		120	407	478	58	74	33	101	0	0	36	0	2	0	0	0	0	0	
TOTAL		1309																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 96: Conteo Av. EEUU 7:00-8:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:			Avenida Estados Unidos											SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:			07:00 - 08:00 am											FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
07:00	07:05	8	31	38	2	3	2	11	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	98
07:05	07:10	11	28	36	3	2	1	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	95
07:10	07:15	9	37	42	5	5	1	14	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	117
07:15	07:20	10	34	37	5	6	2	11	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	110
07:20	07:25	17	71	76	7	11	7	13	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	210
07:25	07:30	19	65	71	9	10	6	12	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	198
07:30	07:35	11	36	44	4	6	4	7	0	0	7	0	1	0	0	0	0	0	120
07:35	07:40	4	24	26	2	3	2	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	71
07:40	07:45	6	23	28	8	11	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	84
07:45	07:50	9	35	42	4	5	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104
07:50	07:55	11	41	43	3	8	4	12	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	127
07:55	08:00	9	39	52	3	4	2	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	121
TOTAL VEH.		124	464	535	55	74	34	124	0	0	43	0	2	0	0	0	0	0	
TOTAL		1455																	

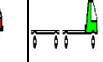
Fuente: Elaboración propia

Tabla 97: Conteo Av. EEUU 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos												SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:	25/09/2020		Viernes		
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
08:00	08:05	19	44	39	3	7	3	9	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	127
08:05	08:10	16	39	41	6	4	2	9	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	121
08:10	08:15	8	43	34	5	3	1	9	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	108
08:15	08:20	18	30	25	5	6	2	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	92
08:20	08:25	7	27	28	2	4	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
08:25	08:30	3	28	40	2	7	5	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	93
08:30	08:35	23	78	64	11	23	7	12	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	227
08:35	08:40	25	59	62	22	18	14	8	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	219
08:40	08:45	20	33	38	13	18	7	3	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	141
08:45	08:50	8	50	48	6	5	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126
08:50	08:55	11	26	33	3	6	4	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	94
08:55	09:00	4	28	27	3	2	1	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	75
TOTAL VEH.		162	485	479	81	103	48	92	0	0	47	0	1	0	0	0	0	0	
TOTAL		1498																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98: : Conteo Av. EEUU 9:00-10:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:			Avenida Estados Unidos											SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:			09:00 - 10:00 am											FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
09:00	09:05	5	26	39	2	3	2	11	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	91
09:05	09:10	3	21	28	4	3	1	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	74
09:10	09:15	9	37	34	2	2	1	8	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	96
09:15	09:20	11	39	43	5	7	2	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	124
09:20	09:25	11	30	42	3	8	4	13	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	119
09:25	09:30	10	39	43	5	7	2	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	123
09:30	09:35	9	36	42	4	5	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105
09:35	09:40	8	31	54	4	4	2	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	115
09:40	09:45	8	27	39	8	11	4	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	108
09:45	09:50	9	35	42	4	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106
09:50	09:55	6	31	33	3	3	4	12	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	97
09:55	10:00	9	29	42	3	4	2	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	101
TOTAL VEH.		98	381	481	47	62	24	128	0	0	37	0	1	0	0	0	0	0	
TOTAL		1259																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99: Conteo Av. EEUU 12:00-13:00 pm

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos												SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		12:00 - 13:00 pm												FECHA:	25/09/2020		Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
12:00	12:05																		19
12:05	12:10	2	4	7	0	3	2	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	26
12:10	12:15	2	3	1	0	1	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
12:15	12:20	1	6	5	2	2	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
12:20	12:25	0	4	6	0	2	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22
12:25	12:30	0	6	5	1	2	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
12:30	12:35	1	4	4	1	1	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	19
12:35	12:40	1	3	3	1	3	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
12:40	12:45	2	5	5	2	3	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
12:45	12:50	2	6	6	2	4	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
12:50	12:55	2	4	4	3	3	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
12:55	13:00	1	2	6	3	8	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	29
TOTAL VEH.		15	49	56	16	35	16	88	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		279																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100: Conteo Av. EEUU 13:00-14:00 pm

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:		13:00 - 14:00 pm												FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
13:00	13:05	0	2	4	1	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
13:05	13:10	0	4	3	2	2	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	21
13:10	13:15	1	6	1	1	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
13:15	13:20	1	5	5	2	1	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
13:20	13:25	0	2	6	1	1	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	19
13:25	13:30	0	1	5	1	1	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
13:30	13:35	0	2	4	1	2	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18
13:35	13:40	1	3	3	1	2	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
13:40	13:45	1	2	5	3	2	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
13:45	13:50	1	1	6	3	3	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
13:50	13:55	0	3	4	3	2	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
13:55	14:00	1	2	6	3	4	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	25
TOTAL VEH.		6	33	52	22	22	18	88	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		245																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 101: Conteo Av. EEUU 17:00-18:00 horas

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos										SENTIDO:	Entrada a ovalo				DÍA:		
HORARIO:		17:00 - 18:00 pm										FECHA:	25/09/2020				Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
09:00	09:05	17:00	17:05	8	35	39	4	3	2	11	0	0	2	0	1	0	0	0	0
09:05	09:10	17:05	17:10	6	32	30	4	3	1	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0
09:10	09:15	17:10	17:15	8	37	41	2	2	1	8	0	0	3	0	0	0	0	0	0
09:15	09:20	17:15	17:20	10	25	36	5	7	2	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0
09:20	09:25	17:20	17:25	11	29	42	3	8	4	13	0	0	8	0	0	0	0	0	0
09:25	09:30	17:25	17:30	10	36	38	5	7	2	10	0	0	3	0	0	0	0	0	0
09:30	09:35	17:30	17:35	16	69	72	9	16	7	14	0	0	8	0	0	0	0	0	0
09:35	09:40	17:35	17:40	12	71	74	8	11	4	11	0	0	8	0	0	0	0	0	0
09:40	09:45	17:40	17:45	8	29	39	8	5	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0
09:45	09:50	17:45	17:50	11	32	35	3	4	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:50	09:55	17:50	17:55	6	31	33	3	3	4	12	0	0	5	0	0	0	0	0	0
09:55	10:00	17:55	18:00	8	32	45	3	8	4	13	0	0	8	0	0	0	0	0	0
TOTAL VEH.		TOTAL VEH.		114	458	524	57	77	32	135	0	0	53	0	1	0	0	0	0
TOTAL		TOTAL		1451															

Fuente: Elaboración propia

Tabla 102: Conteo Av. EEUU 18:00-19:00 horas

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Estados Unidos												SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		18:00 - 19:00 pm												FECHA:	25/09/2020		Viernes		
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
17:00	17:05	10	38	38	5	7	2	10	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	113
17:05	17:10	8	37	40	4	3	2	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	107
17:10	17:15	8	29	29	8	5	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	89
17:15	17:20	10	25	36	5	7	2	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	102
17:20	17:25	11	46	57	9	10	6	12	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	157
17:25	17:30	9	44	62	9	8	7	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	156
17:30	17:35	6	21	23	4	2	1	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	67
17:35	17:40	3	23	28	4	3	1	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	76
17:40	17:45	11	29	35	3	4	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
17:45	17:50	6	31	33	3	3	4	12	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	97
17:50	17:55	4	24	30	3	3	4	9	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	82
17:55	18:00	9	37	34	2	2	1	8	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	96
TOTAL VEH.		95	384	445	59	57	31	125	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		1235																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 103: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 6:00-7:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Garcilazo de la Vega												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:		06:00 - 07:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
06:00	06:05	7	28	30	4	5	2	9	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	89
06:05	06:10	8	23	34	2	8	1	11	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	94
06:10	06:15	6	27	31	4	5	2	9	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	88
06:15	06:20	11	21	29	7	6	9	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	97
06:20	06:25	8	26	33	9	9	4	13	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	105
06:25	06:30	10	41	46	6	6	5	14	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	132
06:30	06:35	6	26	27	4	5	2	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	82
06:35	06:40	9	20	29	7	6	9	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	94
06:40	06:45	8	23	33	6	8	5	11	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	100
06:45	06:50	6	23	41	2	2	2	18	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	99
06:50	06:55	8	26	33	9	9	4	13	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	105
06:55	07:00	10	24	35	2	8	1	11	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	98
TOTAL VEH.		97	308	401	62	77	46	142	9	2	29	10	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		1183																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 7:00-8:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:			Avenida Garcilazo de la Vega											SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:			07:00 - 08:00 am											FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥ 3S3	2T2	
																			
07:00	07:05	8	35	43	2	2	2	18	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	115
07:05	07:10	10	26	33	9	9	4	13	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	107
07:10	07:15	16	47	52	8	11	16	19	3	0	7	5	0	0	0	0	0	0	184
07:15	07:20	8	24	27	5	3	7	10	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	88
07:20	07:25	17	36	45	10	20	16	20	2	0	18	1	0	0	0	0	0	0	185
07:25	07:30	10	24	35	2	8	1	11	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	98
07:30	07:35	10	46	51	6	6	5	14	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	142
07:35	07:40	11	23	31	7	6	9	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	101
07:40	07:45	6	25	27	4	5	2	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	81
07:45	07:50	4	17	21	5	3	4	10	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	68
07:50	07:55	9	28	39	9	9	4	14	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	115
07:55	08:00	8	28	38	6	8	5	11	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	110
TOTAL VEH.		117	359	442	73	90	75	161	9	4	46	18	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		1394																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 105: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Garcilazo de la Vega											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
08:00	08:05	10	27	30	14	9	6	17	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	117
08:05	08:10	11	27	44	11	12	5	20	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	139
08:10	08:15	10	30	43	11	6	10	17	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	134
08:15	08:20	11	22	30	7	6	9	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	101
08:20	08:25	7	19	30	9	6	4	14	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	91
08:25	08:30	10	20	24	6	2	1	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	74
08:30	08:35	25	44	44	10	20	16	20	2	0	18	1	0	0	0	0	0	0	200
08:35	08:40	22	39	52	12	15	16	19	3	0	14	5	0	0	0	0	0	0	197
08:40	08:45	19	35	34	13	11	10	13	2	0	14	1	0	0	0	0	0	0	152
08:45	08:50	8	24	43	2	2	2	18	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	104
08:50	08:55	6	17	20	5	3	7	10	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	72
08:55	09:00	8	24	41	6	6	2	18	0	4	2	1	1	0	0	0	0	0	113
TOTAL VEH.		147	328	435	106	98	88	191	10	7	67	16	1	0	0	0	0	0	
TOTAL		1494																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 106: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 9:00-10:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Garcilazo de la Vega											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		09:00 - 10:00 am											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
09:00	09:05	6	20	22	4	5	2	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	71
09:05	09:10	5	29	31	4	5	2	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	88
09:10	09:15	8	24	29	2	7	1	11	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	89
09:15	09:20	10	24	35	2	8	1	11	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	98
09:20	09:25	11	25	33	7	6	9	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	105
09:25	09:30	10	47	53	6	6	5	14	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	145
09:30	09:35	8	28	41	9	5	10	17	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	125
09:35	09:40	7	25	30	14	9	6	17	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	112
09:40	09:45	8	31	39	9	9	4	13	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	116
09:45	09:50	10	24	35	2	8	1	11	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	98
09:50	09:55	11	24	31	7	6	9	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	102
09:55	10:00	8	33	26	9	9	4	13	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	105
TOTAL VEH.		102	334	405	75	83	54	149	9	0	35	8	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		1254																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 107: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 12:00-13:00 pm

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Garcilazo de la Vega											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		12:00 - 13:00 pm											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
12:00	12:05	0	2	6	0	1	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16
12:05	12:10	0	1	7	0	1	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15
12:10	12:15	1	3	6	1	2	1	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	22
12:15	12:20	0	2	4	1	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
12:20	12:25	0	4	5	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
12:25	12:30	2	5	6	0	0	2	9	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	28
12:30	12:35	0	2	8	0	0	0	8	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	23
12:35	12:40	1	6	6	2	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	23
12:40	12:45	1	2	5	0	0	1	6	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	18
12:45	12:50	1	4	6	1	1	1	8	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	28
12:50	12:55	0	4	7	1	1	1	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	24
12:55	13:00	1	2	2	1	0	2	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	14
TOTAL VEH.		7	37	68	7	9	8	73	0	0	23	6	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		238																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 108: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 13:00-14:00 pm

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Garcilazo de la Vega												SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		13:00 - 14:00 pm												FECHA:	25/09/2020		Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
13:00	13:05	1	2	4	0	2	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	17
13:05	13:10	0	4	5	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18
13:10	13:15	0	4	2	1	0	1	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	14
13:15	13:20	0	2	4	1	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
13:20	13:25	0	4	2	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
13:25	13:30	1	5	6	0	1	2	9	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	28
13:30	13:35	0	2	4	0	2	0	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	19
13:35	13:40	1	6	6	2	1	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	26
13:40	13:45	1	2	5	0	1	1	4	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	17
13:45	13:50	1	4	6	1	1	1	8	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	28
13:50	13:55	0	4	5	1	1	1	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	20
13:55	14:00	1	2	1	1	0	2	8	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	18
TOTAL VEH.		6	41	50	7	11	8	80	0	0	23	6	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		232																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 109: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 17:00-18:00 horas

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Garcilazo de la Vega											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		17:00 - 18:00 pm											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO 	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR 	TAXI 	STATION WAGON 	PICK UP 	COMBI RURAL 	MICRO BUS 	2E 	3E 	2E 	3E 	4E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	
17:00	17:05	8	29	36	9	9	4	13	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	111
17:05	17:10	7	27	32	14	9	6	17	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	116
17:10	17:15	5	17	21	5	3	4	10	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	69
17:15	17:20	4	21	26	2	1	2	9	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	69
17:20	17:25	16	48	52	8	11	16	19	3	0	7	5	0	0	0	0	0	0	185
17:25	17:30	8	25	27	5	3	7	10	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	89
17:30	17:35	19	38	44	12	15	16	19	3	0	15	5	0	0	0	0	0	0	186
17:35	17:40	11	21	31	7	6	9	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	99
17:40	17:45	9	28	38	6	9	6	13	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	116
17:45	17:50	7	26	42	2	2	2	18	0	2	4	3	0	0	0	0	0	0	108
17:50	17:55	11	46	51	6	6	5	14	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	143
17:55	18:00	8	25	33	6	8	5	11	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	102
TOTAL VEH.		113	351	433	82	82	82	165	12	4	47	22	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		1393																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 110: Conteo Av. Garcilazo de la Vega 18:00-19:00 horas

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Garcilazo de la Vega											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		18:00 - 19:00 pm											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO 	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR 	TAXI 	STATION WAGON 	PICK UP 	COMBI RURAL 	MICRO BUS 	2E 	3E 	2E 	3E 	4E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	
18:00	18:05	7	23	35	7	6	4	14	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	98
18:05	18:10	8	21	39	6	6	2	18	0	4	2	1	1	0	0	0	0	0	108
18:10	18:15	10	23	32	7	6	9	14	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	103
18:15	18:20	7	21	30	9	6	4	14	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	96
18:20	18:25	6	17	28	5	3	7	10	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	80
18:25	18:30	9	18	29	7	6	9	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	92
18:30	18:35	5	22	36	4	5	2	10	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	87
18:35	18:40	9	19	31	7	6	9	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	92
18:40	18:45	10	21	27	2	7	1	11	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	86
18:45	18:50	7	26	38	2	2	2	9	0	2	4	3	0	0	0	0	0	0	95
18:50	18:55	6	23	27	4	5	2	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	79
18:55	19:00	8	25	30	6	4	5	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	90
TOTAL VEH.		92	259	382	66	62	56	141	5	7	28	7	1	0	0	0	0	0	
TOTAL		1106																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 111: Conteo Av. Plazoleta cementerio 6:00-7:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Plazoleta cementerio											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		06:00 - 07:00 am											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
06:00	06:05	7	35	33	0	4	0	15	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	98
06:05	06:10	9	39	43	0	4	0	12	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	111
06:10	06:15	12	44	23	5	10	7	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	118
06:15	06:20	8	53	56	1	3	9	18	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	151
06:20	06:25	15	49	68	4	8	3	15	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	166
06:25	06:30	12	60	67	2	6	4	19	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	178
06:30	06:35	15	52	68	4	8	3	15	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	169
06:35	06:40	9	42	35	5	10	7	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	125
06:40	06:45	12	45	35	5	10	7	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	131
06:45	06:50	10	47	41	5	10	7	16	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	142
06:50	06:55	8	40	32	1	1	9	14	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	108
06:55	07:00	10	43	42	0	4	0	13	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	116
TOTAL VEH.		127	549	543	32	78	56	170	0	0	57	0	0	0	0	0	1	0	
TOTAL		1613																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 112: Conteo Av. Plazoleta cementerio 7:00-8:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:			Avenida Plazoleta cementerio											SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:			07:00 - 08:00 am											FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥ 3S3	2T2	
																			
07:00	07:05	8	55	56	1	3	9	18	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	153
07:05	07:10	12	48	39	5	10	7	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	138
07:10	07:15	10	47	44	5	10	7	16	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	145
07:15	07:20	13	48	65	4	6	3	12	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	155
07:20	07:25	15	61	52	9	10	17	23	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	198
07:25	07:30	14	65	61	7	17	10	25	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	210
07:30	07:35	14	41	48	7	4	3	19	0	0	13	0	0	0	0	0	1	0	150
07:35	07:40	11	45	35	5	10	7	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	130
07:40	07:45	7	36	32	0	0	3	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	91
07:45	07:50	9	42	43	0	4	0	13	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	114
07:50	07:55	6	35	42	0	4	0	12	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	103
07:55	08:00	14	46	59	7	4	3	19	0	0	13	0	0	0	0	0	1	0	166
TOTAL VEH.		133	569	576	50	82	69	190	0	0	81	0	0	0	0	0	3	0	
TOTAL		1753																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 113: Conteo Av. Plazoleta cementerio 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Plazoleta cementerio											SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:			
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											FECHA:	25/09/2020		Viernes			
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
08:00	08:05	12	49	62	8	5	9	15	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	166
08:05	08:10	14	46	59	7	4	3	19	0	0	13	0	0	0	0	0	1	0	166
08:10	08:15	16	56	61	8	6	6	19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	174
08:15	08:20	10	35	33	1	3	8	15	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	109
08:20	08:25	6	39	28	1	3	3	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	93
08:25	08:30	5	24	29	0	4	2	15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	82
08:30	08:35	24	75	61	7	17	10	25	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	230
08:35	08:40	22	68	53	9	10	17	23	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	213
08:40	08:45	14	47	27	5	10	7	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	127
08:45	08:50	8	53	36	1	1	9	18	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	129
08:50	08:55	10	38	35	0	4	0	15	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	106
08:55	09:00	9	60	65	2	6	4	19	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	173
TOTAL VEH.		150	590	549	49	73	78	205	0	0	71	0	0	0	0	0	3	0	
TOTAL		1768																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 114: Conteo Av. Plazoleta cementerio 9:00-10:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Plazoleta cementerio												SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		09:00 - 10:00 am												FECHA:	25/09/2020		Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	≥ 3S3	2T2	
																			
09:00	09:05	9	47	48	0	4	0	13	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	124
09:05	09:10	11	36	29	5	10	7	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	115
09:10	09:15	7	47	44	5	10	7	16	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	142
09:15	09:20	6	35	55	4	6	3	12	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	125
09:20	09:25	15	61	51	9	2	17	11	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	168
09:25	09:30	8	61	60	7	17	10	25	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	199
09:30	09:35	12	36	42	7	4	1	19	0	0	13	0	0	0	0	0	1	0	135
09:35	09:40	11	45	38	5	10	7	11	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	133
09:40	09:45	7	49	48	0	4	0	13	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	124
09:45	09:50	9	42	44	0	4	0	13	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	115
09:50	09:55	9	46	46	0	4	0	13	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	121
09:55	10:00	11	35	41	5	4	3	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	115
TOTAL VEH.		115	540	546	47	79	55	172	0	0	60	0	0	0	0	0	2	0	
TOTAL		1616																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 115: Conteo Av. Plazoleta cementerio 12:00-13:00 pm

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Plazoleta Cementerio											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		12:00 - 13:00 pm											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
12:00	12:05	0	7	6	0	1	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22
12:05	12:10	2	6	7	0	1	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22
12:10	12:15	1	3	6	1	2	1	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	22
12:15	12:20	0	6	4	1	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
12:20	12:25	2	4	5	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
12:25	12:30	2	5	12	0	0	2	9	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	34
12:30	12:35	0	9	8	0	0	0	8	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	30
12:35	12:40	1	6	6	2	0	0	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	24
12:40	12:45	1	8	5	0	0	1	6	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	24
12:45	12:50	1	4	11	1	1	1	8	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	33
12:50	12:55	0	8	7	1	1	1	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	28
12:55	13:00	2	2	2	1	0	2	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	17
TOTAL VEH.		12	68	79	7	9	8	79	0	0	23	6	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		291																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 116: Conteo Av. Plazoleta cementerio 13:00-14:00 pm

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Plazoleta Cementerio											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		13:00 - 14:00 pm											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO 	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR 	TAXI 	STATION WAGON 	PICK UP 	COMBI RURAL 	MICRO BUS 	2E 	3E 	2E 	3E 	4E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	
13:00	13:05	3	2	5	0	1	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	21
13:05	13:10	0	4	7	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20
13:10	13:15	0	7	12	1	0	1	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	35
13:15	13:20	1	2	4	1	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
13:20	13:25	0	4	8	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
13:25	13:30	1	5	11	0	0	2	9	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	32
13:30	13:35	0	5	4	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
13:35	13:40	2	6	9	2	1	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	30
13:40	13:45	1	2	8	0	1	1	4	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	20
13:45	13:50	1	8	11	1	1	1	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	33
13:50	13:55	0	4	8	1	1	1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22
13:55	14:00	1	2	9	1	0	2	11	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	28
TOTAL VEH.		10	51	96	7	8	8	99	0	0	12	6	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		297																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 117: Conteo Av. Plazoleta cementerio 17:00-18:00 horas

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:			Avenida Plazoleta cementerio											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:	
HORARIO:			17:00 - 18:00 pm											FECHA:	25/09/2020			Viernes	
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
17:00	17:05	12	52	54	5	4	0	13	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	146
17:05	17:10	6	38	41	0	2	0	12	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	104
17:10	17:15	10	39	46	0	4	0	12	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	115
17:15	17:20	6	38	47	1	6	0	14	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	115
17:20	17:25	12	41	43	9	10	7	13	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	146
17:25	17:30	15	45	52	9	10	6	14	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	156
17:30	17:35	8	61	60	7	17	10	25	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	199
17:35	17:40	14	66	61	7	17	11	24	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	211
17:40	17:45	7	55	48	5	10	7	16	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	154
17:45	17:50	10	47	52	4	6	2	14	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	139
17:50	17:55	7	47	53	5	10	7	16	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	151
17:55	18:00	9	42	56	2	6	0	12	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	131
TOTAL VEH.		116	571	613	54	102	50	185	0	0	75	0	0	0	0	0	1	0	
TOTAL		1767																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 118: Conteo Av. Plazoleta cementerio 18:00-19:00 horas

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:			Avenida Plazoleta cementerio											SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:			18:00 - 19:00 pm											FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
18:00	18:05	10	41	48	4	6	2	14	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	129
18:05	18:10	12	35	43	9	10	7	13	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	140
18:10	18:15	8	37	41	0	4	0	12	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	106
18:15	18:20	6	38	46	1	6	0	14	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	114
18:20	18:25	13	47	56	9	12	7	13	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	167
18:25	18:30	15	21	43	9	10	6	14	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	123
18:30	18:35	8	26	38	2	7	1	11	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	96
18:35	18:40	11	27	34	3	4	1	13	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	99
18:40	18:45	7	29	36	1	4	0	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	94
18:45	18:50	10	34	49	4	6	2	14	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	123
18:50	18:55	8	39	53	5	10	7	16	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	144
18:55	19:00	9	42	56	4	6	0	12	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	133
TOTAL VEH.		117	416	543	51	85	33	162	0	0	60	0	0	0	0	0	1	0	
TOTAL		1468																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 119: Conteo Av. Perú 6:00-7:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Perú											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		06:00 - 07:00 am											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
06:00	06:05	8	16	18	0	6	8	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	61
06:05	06:10	7	12	10	2	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
06:10	06:15	6	13	0	10	13	11	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	58
06:15	06:20	4	31	39	6	5	5	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	98
06:20	06:25	14	23	25	7	15	5	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	102
06:25	06:30	12	21	28	13	17	8	6	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	115
06:30	06:35	8	32	22	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	71
06:35	06:40	2	11	14	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	32
06:40	06:45	6	15	13	0	2	7	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	48
06:45	06:50	8	21	20	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	51
06:50	06:55	3	11	12	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
06:55	07:00	7	16	26	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	59
TOTAL VEH.		85	222	227	38	69	58	30	0	0	35	0	0	0	0	0	1	0	
TOTAL		765																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 120: Conteo Av. Perú 7:00-8:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:			Avenida Perú											SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:			07:00 - 08:00 am											FECHA:	25/09/2020		Viernes		
HORA:			AUTO		CAMIONETAS		BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL	
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3		2T2
																			
07:00	07:05	4	22	28	6	5	5	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	78
07:05	07:10	8	33	22	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	72
07:10	07:15	17	38	45	9	17	6	4	0	0	12	0	0	0	0	0	1	0	149
07:15	07:20	4	20	31	6	5	5	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	79
07:20	07:25	14	34	46	7	10	5	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	129
07:25	07:30	12	21	28	13	7	8	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	100
07:30	07:35	4	25	22	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	60
07:35	07:40	2	15	17	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	39
07:40	07:45	5	15	13	0	2	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	41
07:45	07:50	7	21	20	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	50
07:50	07:55	3	12	20	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
07:55	08:00	7	17	26	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
TOTAL VEH.		87	273	318	41	57	40	29	0	0	43	0	0	0	0	0	1	0	
TOTAL		889																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 121: Conteo Av. Perú 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Perú											SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:			
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											FECHA:	25/09/2020		Viernes			
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
08:00	08:05																		
08:00	08:05	3	21	22	9	7	9	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	79
08:05	08:10	7	17	15	13	13	7	4	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	82
08:10	08:15	7	13	0	10	13	11	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	59
08:15	08:20	7	12	10	6	3	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
08:20	08:25	14	14	12	9	7	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	62
08:25	08:30	10	21	14	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
08:30	08:35	25	37	40	15	17	8	6	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	158
08:35	08:40	19	33	41	9	17	5	4	0	0	12	0	0	0	0	0	1	0	141
08:40	08:45	14	23	19	7	15	5	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	96
08:45	08:50	8	20	19	0	6	8	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	66
08:50	08:55	8	32	20	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	69
08:55	09:00	10	15	27	5	6	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	73
TOTAL VEH.		132	258	239	90	113	71	36	0	0	48	0	0	0	0	0	3	0	
TOTAL		990																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 122: Conteo Av. Perú 9:00-10:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Perú												SENTIDO:		Entrada a ovalo		DÍA:	
HORARIO:		09:00 - 10:00 am												FECHA:		25/09/2020		Viernes	
HORA:			AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
09:00	09:05	4	30	37	6	5	5	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	95
09:05	09:10	8	17	18	13	13	7	4	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	86
09:10	09:15	4	18	30	6	6	5	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	77
09:15	09:20	12	21	28	13	17	8	6	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	115
09:20	09:25	11	33	38	2	8	5	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	104
09:25	09:30	9	24	29	13	7	8	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	101
09:30	09:35	6	32	34	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	81
09:35	09:40	2	15	22	4	4	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	52
09:40	09:45	3	14	13	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	32
09:45	09:50	6	20	26	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	54
09:50	09:55	3	22	25	0	1	1	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	58
09:55	10:00	10	24	26	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
TOTAL VEH.		78	270	326	57	66	45	32	0	0	44	0	0	0	0	0	1	0	
TOTAL		919																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 123: Conteo Av. Perú 12:00-13:00 pm

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Perú										SENTIDO:	Entrada a ovalo				DÍA:		
HORARIO:		12:00 - 13:00 pm										FECHA:	25/09/2020				Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
18:00	18:05	0	1	8	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
18:05	18:10	0	8	8	4	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	23
18:10	18:15	0	2	8	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
18:15	18:20	1	4	9	2	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
18:20	18:25	0	9	11	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	29
18:25	18:30	1	2	9	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	17
18:30	18:35	0	3	10	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	22
18:35	18:40	2	5	12	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	24
18:40	18:45	0	1	9	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
18:45	18:50	1	4	11	6	1	5	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	36
18:50	18:55	1	2	20	5	4	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	38
18:55	19:00	1	1	15	0	4	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	27
TOTAL VEH.		7	42	130	19	23	24	16	0	0	17	0	0	0	0	0	1	0	
TOTAL		279																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 124: Conteo Av. Perú 13:00-14:00 pm

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Perú												SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		13:00 - 14:00 pm												FECHA:	25/09/2020		Viernes		
HORA:			AUTO		CAMIONETAS		BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL	
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3		2T2
18:00	18:05	1	2	6	3	4	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	25
18:05	18:10	0	4	3	2	2	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
18:10	18:15	0	6	1	1	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
18:15	18:20	1	3	5	2	1	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
18:20	18:25	0	2	3	1	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
18:25	18:30	0	1	5	1	1	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
18:30	18:35	0	2	4	1	2	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
18:35	18:40	1	3	3	1	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
18:40	18:45	1	2	5	3	2	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
18:45	18:50	1	1	4	3	3	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
18:50	18:55	0	3	4	3	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
18:55	19:00	1	2	6	3	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
TOTAL VEH.		6	31	49	24	24	17	83	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		235																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 125: Conteo Av. Perú 17:00-18:00 horas

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Perú											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		17:00 - 18:00 pm											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
17:00	17:05	5	22	26	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	55
17:05	17:10	2	15	17	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	39
17:10	17:15	8	16	16	0	6	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	51
17:15	17:20	7	14	18	2	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
17:20	17:25	19	38	45	9	17	6	4	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	150
17:25	17:30	9	20	22	13	2	3	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	80
17:30	17:35	12	36	47	7	10	5	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	130
17:35	17:40	9	24	29	13	7	8	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	101
17:40	17:45	4	20	31	6	5	5	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	79
17:45	17:50	6	26	35	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	73
17:50	17:55	4	22	25	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	60
17:55	18:00	5	15	12	0	2	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40
TOTAL VEH.		90	268	323	51	64	36	33	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		909																	

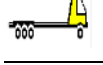
Fuente: Elaboración propia

Tabla 126: Conteo Av. Perú 18:00-19:00 horas

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Perú											SENTIDO:	Entrada a ovalo			DÍA:		
HORARIO:		18:00 - 19:00 pm											FECHA:	25/09/2020			Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
18:00	18:05	6	17	21	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	46
18:05	18:10	2	14	22	4	4	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	49
18:10	18:15	3	10	11	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
18:15	18:20	7	14	24	2	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
18:20	18:25	6	23	31	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	69
18:25	18:30	2	10	13	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	30
18:30	18:35	4	22	24	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	59
18:35	18:40	2	15	17	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	39
18:40	18:45	6	21	27	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	56
18:45	18:50	5	30	37	6	5	5	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	96
18:50	18:55	4	27	30	5	8	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	80
18:55	19:00	8	22	32	0	5	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	73
TOTAL VEH.		55	225	289	19	35	24	16	0	0	17	0	0	0	0	0	1	0	
TOTAL		681																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 127: Conteo Av. Cementerio 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR														
ESTUDIO DE TRAFICO														
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Cementerio												DÍA:
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												Viernes
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	
														
08:00	08:05	4	43	40	4	1	1	11	0	0	2	0	0	106
08:05	08:10	11	38	35	2	5	3	14	0	0	5	0	0	113
08:10	08:15	11	48	36	4	3	5	16	0	0	3	0	0	126
08:15	08:20	10	38	36	2	2	3	13	0	0	6	0	0	110
08:20	08:25	5	38	35	1	3	4	8	0	0	3	0	0	97
08:25	08:30	6	28	29	0	3	2	13	0	0	3	0	0	84
08:30	08:35	8	46	33	4	6	8	20	0	0	6	0	0	131
08:35	08:40	8	44	36	2	7	4	18	0	0	6	0	0	125
08:40	08:45	6	33	25	4	7	4	9	0	0	8	0	0	96
08:45	08:50	6	36	31	2	1	4	16	0	0	4	0	0	100
08:50	08:55	9	29	24	0	2	0	11	0	0	4	0	0	79
08:55	09:00	3	31	21	3	1	6	15	0	0	3	0	0	83
TOTAL VEH.		87	452	381	28	41	44	164	0	0	53	0	0	
TOTAL		1250												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 128: Conteo Av. Cementerio giro hacia Av. Plazoleta dirección este 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR														
Avenida Cementerio-AV. Plazoleta dirección este														
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Cementerio - Av. Plazoleta dirección ESTE											DÍA:	
HORARIO:		08:00 - 09:00 am											Viernes	
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	
														
08:00	08:05	4	31	29	2	1	1	10	0	0	1	0	0	79
08:05	08:10	10	28	23	1	4	2	14	0	0	3	0	0	85
08:10	08:15	9	35	25	3	2	3	15	0	0	2	0	0	94
08:15	08:20	8	26	24	1	1	2	12	0	0	4	0	0	78
08:20	08:25	3	28	21	1	1	3	8	0	0	2	0	0	67
08:25	08:30	5	16	19	0	2	2	12	0	0	3	0	0	59
08:30	08:35	8	35	21	2	4	6	20	0	0	5	0	0	101
08:35	08:40	7	30	23	1	6	4	18	0	0	4	0	0	93
08:40	08:45	4	21	13	2	5	2	8	0	0	6	0	0	61
08:45	08:50	6	24	20	1	0	3	15	0	0	3	0	0	72
08:50	08:55	8	16	15	0	2	0	11	0	0	4	0	0	56
08:55	09:00	3	19	13	2	1	4	14	0	0	2	0	0	58
TOTAL VEH.		75	309	246	16	29	32	157	0	0	39	0	0	
TOTAL		903												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 129: Conteo Av. Cementerio giro hacia Av. Plazoleta dirección oeste 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR														
Avenida Cementerio-AV. Plazoleta dirección este														
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Cementerio-AV. Plazoleta dirección OESTE												DÍA:
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												Viernes
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	
														
08:00	08:05	0	12	11	2	0	0	1	0	0	1	0	0	27
08:05	08:10	1	10	12	1	1	1	0	0	0	2	0	0	28
08:10	08:15	2	13	11	1	1	2	1	0	0	1	0	0	32
08:15	08:20	2	12	12	1	1	1	1	0	0	2	0	0	32
08:20	08:25	2	10	14	0	2	1	0	0	0	1	0	0	30
08:25	08:30	1	12	10	0	1	0	1	0	0	0	0	0	25
08:30	08:35	0	11	12	2	2	2	0	0	0	1	0	0	30
08:35	08:40	1	14	13	1	1	0	0	0	0	2	0	0	32
08:40	08:45	2	12	12	2	2	2	1	0	0	2	0	0	35
08:45	08:50	0	12	11	1	1	1	1	0	0	1	0	0	28
08:50	08:55	1	13	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
08:55	09:00	0	12	8	1	0	2	1	0	0	1	0	0	25
TOTAL VEH.		12	143	135	12	12	12	7	0	0	14	0	0	
TOTAL		347												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 130: Conteo Av. Plazoleta parte baja (W-E) 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR														
Avenida Cementerio-Av. Plazoleta dirección este														
NOMBRE DE LA VIA:		Avenida Plazoleta parte baja (W-E)												DÍA:
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												Viernes
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	
														
08:00	08:05	8	22	34	6	4	9	5	0	0	5	0	0	93
08:05	08:10	5	23	39	6	0	1	5	0	0	10	0	0	90
08:10	08:15	7	24	39	6	4	3	4	0	0	0	0	0	87
08:15	08:20	3	13	12	0	2	6	3	0	0	0	0	0	39
08:20	08:25	4	15	8	0	2	0	3	0	0	0	0	0	32
08:25	08:30	0	16	13	0	2	0	3	0	0	0	0	0	34
08:30	08:35	17	45	44	5	13	4	5	0	0	6	0	0	139
08:35	08:40	15	42	34	8	5	13	5	0	0	6	0	0	129
08:40	08:45	10	29	15	4	5	5	3	0	0	0	0	0	71
08:45	08:50	2	34	19	0	2	6	3	0	0	0	0	0	66
08:50	08:55	2	26	21	0	2	0	4	0	0	0	0	0	55
08:55	09:00	6	46	55	0	5	0	5	0	0	5	0	0	123
TOTAL VEH.		79	335	333	35	46	47	48	0	0	32	0	0	
TOTAL		958												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 131: Conteo Av. Plazoleta parte baja (W-E) hacia Av. Plazoleta cementerio este 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Av Plazoleta cementerio parte baja - Av . Plazoleta cementerio										SENTIDO:	Entrada a ovalo				DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am										FECHA:	25/09/2020				Viernes		
HORA:		MOTO 	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR 	TAXI 	STATION WAGON 	PICK UP 	COMBI RURAL 	MICRO BUS 	2E 	3E 	2E 	3E 	4E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	
08:00	08:05	8	18	33	6	4	8	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	87
08:05	08:10	4	18	36	6	0	1	5	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	81
08:10	08:15	7	21	36	5	4	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
08:15	08:20	2	9	9	0	2	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
08:20	08:25	3	11	7	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
08:25	08:30	0	8	10	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
08:30	08:35	16	40	40	5	13	4	5	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	129
08:35	08:40	15	38	30	8	4	13	5	0	0	6	0	0	0	0	0	1	0	120
08:40	08:45	10	26	14	3	5	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66
08:45	08:50	2	29	16	0	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
08:50	08:55	2	22	20	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
08:55	09:00	6	41	52	0	5	0	5	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	115
TOTAL VEH.		75	281	303	33	44	46	48	0	0	32	0	0	0	0	0	3	0	
TOTAL		865																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 132: Conteo Av. Plazoleta parte baja (W-E) hacia Av. Cementerio este 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																			
ESTUDIO DE TRAFICO																			
NOMBRE DE LA VIA:		Av Plazoleta cementerio parte baja - Av . Cementerio												SENTIDO:	Entrada a ovalo		DÍA:		
HORARIO:		08:00 - 09:00 am												FECHA:	25/09/2020		Viernes		
HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER	TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	
																			
08:00	08:05	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
08:05	08:10	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
08:10	08:15	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
08:15	08:20	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
08:20	08:25	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
08:25	08:30	0	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
08:30	08:35	1	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
08:35	08:40	0	4	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
08:40	08:45	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
08:45	08:50	0	5	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
08:50	08:55	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
08:55	09:00	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
TOTAL VEH.		4	54	30	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		93																	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 133: Conteo Calle Argentina 8:00-9:00 am

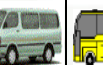
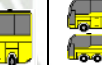
FORMATO DE AFORO VEHICULAR		
NOMBRE DE LA VIA:	Calle Argentina	DÍA:
HORARIO:	08:00 - 09:00 am	Viernes

HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	
														
08:00	08:05	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
08:05	08:10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
08:10	08:15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
08:15	08:20	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
08:20	08:25	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
08:25	08:30	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
08:30	08:35	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
08:35	08:40	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
08:40	08:45	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
08:45	08:50	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
08:50	08:55	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
08:55	09:00	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
TOTAL VEH.		4	17	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		40												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 134: Conteo Calle Bernardo Alcedo 8:00-9:00 am

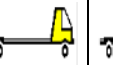
FORMATO DE AFORO VEHICULAR		
NOMBRE DE LA VIA:	Calle Bernardo Alcedo	DÍA:
HORARIO:	08:00 - 09:00 am	Viernes

HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	
														
08:00	08:05	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
08:05	08:10	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
08:10	08:15	1	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9
08:15	08:20	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
08:20	08:25	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
08:25	08:30	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5
08:30	08:35	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
08:35	08:40	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5
08:40	08:45	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
08:45	08:50	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
08:50	08:55	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4
08:55	09:00	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
TOTAL VEH.		6	19	16	2	5	3	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		51												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 135: Conteo Costa Rica 8:00-9:00 am

FORMATO DE AFORO VEHICULAR		
NOMBRE DE LA VIA:	Calle Costa Rica	DÍA:
HORARIO:	08:00 - 09:00 am	Viernes

HORA:		MOTO	AUTO		CAMIONETAS			BUS			CAMION			TOTAL
			PARTICULAR	TAXI	STATION WAGON	PICK UP	COMBI RURAL	MICRO BUS	2E	3E	2E	3E	4E	
														
08:00	08:05	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
08:05	08:10	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
08:10	08:15	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
08:15	08:20	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
08:20	08:25	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
08:25	08:30	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
08:30	08:35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:35	08:40	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
08:40	08:45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
08:45	08:50	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
08:50	08:55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:55	09:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL VEH.		0	11	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		17												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 136: Estudio peatonal Av. EE.UU. (W-E)

FORMATO DE AFORO PEATONAL			
ESTUDIO PEATONAL			
NOMBRE DE LA VIA:		AV EEUU(W-E)	
HORARIO:	8:00 a.m.	9:00 a.m.	
HORA:		PEATON	TOTAL
08:00	08:05	1	1
08:05	08:10	2	2
08:10	08:15	1	1
08:15	08:20	5	5
08:20	08:25	2	2
08:25	08:30	5	5
08:30	08:35	10	10
08:35	08:40	11	11
08:40	08:45	11	11
08:45	08:50	5	5
08:50	08:55	6	6
08:55	09:00	7	7
		66	66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 137: Estudio peatonal Av. EE.UU. (E-W)

FORMATO DE AFORO PEATONAL			
ESTUDIO PEATONAL			
NOMBRE DE LA VIA:		AV. EEUU(E-W)	
HORARIO:	8:00 a.m.	9:00 a.m.	
HORA:		Peatones	TOTAL
08:00	08:05	3	3
08:05	08:10	4	4
08:10	08:15	2	2
08:15	08:20	1	1
08:20	08:25	5	5
08:25	08:30	2	2
08:30	08:35	8	8
08:35	08:40	15	15
08:40	08:45	9	9
08:45	08:50	3	3
08:50	08:55	4	4
08:55	09:00	4	4
		60	60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 138: Estudio peatonal Av. Garcilazo de la Vega. (N-S)

FORMATO DE AFORO PEATONAL			
ESTUDIO PEATONAL			
NOMBRE DE LA VIA:		AV. GARCLAZO DE LA VEGA (N-S)	
HORARIO:	8:00 a.m.	9:00 a.m.	
HORA:		Peatones	TOTAL
08:00	08:05	1	1
08:05	08:10	4	4
08:10	08:15	3	3
08:15	08:20	5	5
08:20	08:25	2	2
08:25	08:30	5	5
08:30	08:35	9	9
08:35	08:40	10	10
08:40	08:45	11	11
08:45	08:50	5	5
08:50	08:55	3	3
08:55	09:00	2	2
		60	60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 139: Estudio peatonal Av. Garcilazo de la Vega. (S-N)

FORMATO DE AFORO PEATONAL			
ESTUDIO PEATONAL			
NOMBRE DE LA VIA:		AV. GARCLAZO DE LA VEGA (S-N)	
HORARIO:	8:00 a.m.	9:00 a.m.	
HORA:		Peatones	TOTAL
08:00	08:05	2	2
08:05	08:10	4	4
08:10	08:15	6	6
08:15	08:20	5	5
08:20	08:25	4	4
08:25	08:30	5	5
08:30	08:35	10	10
08:35	08:40	15	15
08:40	08:45	5	5
08:45	08:50	5	5
08:50	08:55	3	3
08:55	09:00	1	1
		65	65

Fuente: Elaboración propia

Tabla 140: Estudio peatonal Av. Plazoleta cementerio. (W-E)

FORMATO DE AFORO PEATONAL			
ESTUDIO PEATONAL			
NOMBRE DE LA VIA:		AV PLAZOLETA CEMENTERIO(W-E)	
HORARIO:	8:00 a.m.	9:00 a.m.	
HORA:		Peatones	TOTAL
08:00	08:05	2	2
08:05	08:10	2	2
08:10	08:15	1	1
08:15	08:20	5	5
08:20	08:25	2	2
08:25	08:30	5	5
08:30	08:35	10	10
08:35	08:40	9	9
08:40	08:45	11	11
08:45	08:50	5	5
08:50	08:55	3	3
08:55	09:00	5	5
		60	60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 141: Estudio peatonal Av. Plazoleta cementerio. (W-E)

FORMATO DE AFORO PEATONAL			
ESTUDIO PEATONAL			
NOMBRE DE LA VIA:		AV PLAZOLETA CEMENTERIO(E-W)	
HORARIO:	8:00 a.m.	9:00 a.m.	
HORA:		Peatones	TOTAL
08:00	08:05	2	2
08:05	08:10	2	2
08:10	08:15	1	1
08:15	08:20	5	5
08:20	08:25	2	2
08:25	08:30	5	5
08:30	08:35	13	13
08:35	08:40	8	8
08:40	08:45	9	9
08:45	08:50	5	5
08:50	08:55	6	6
08:55	09:00	7	7
		65	65

Fuente: Elaboración propia

Tabla 142: Estudio peatonal Av. Perú (N-S)

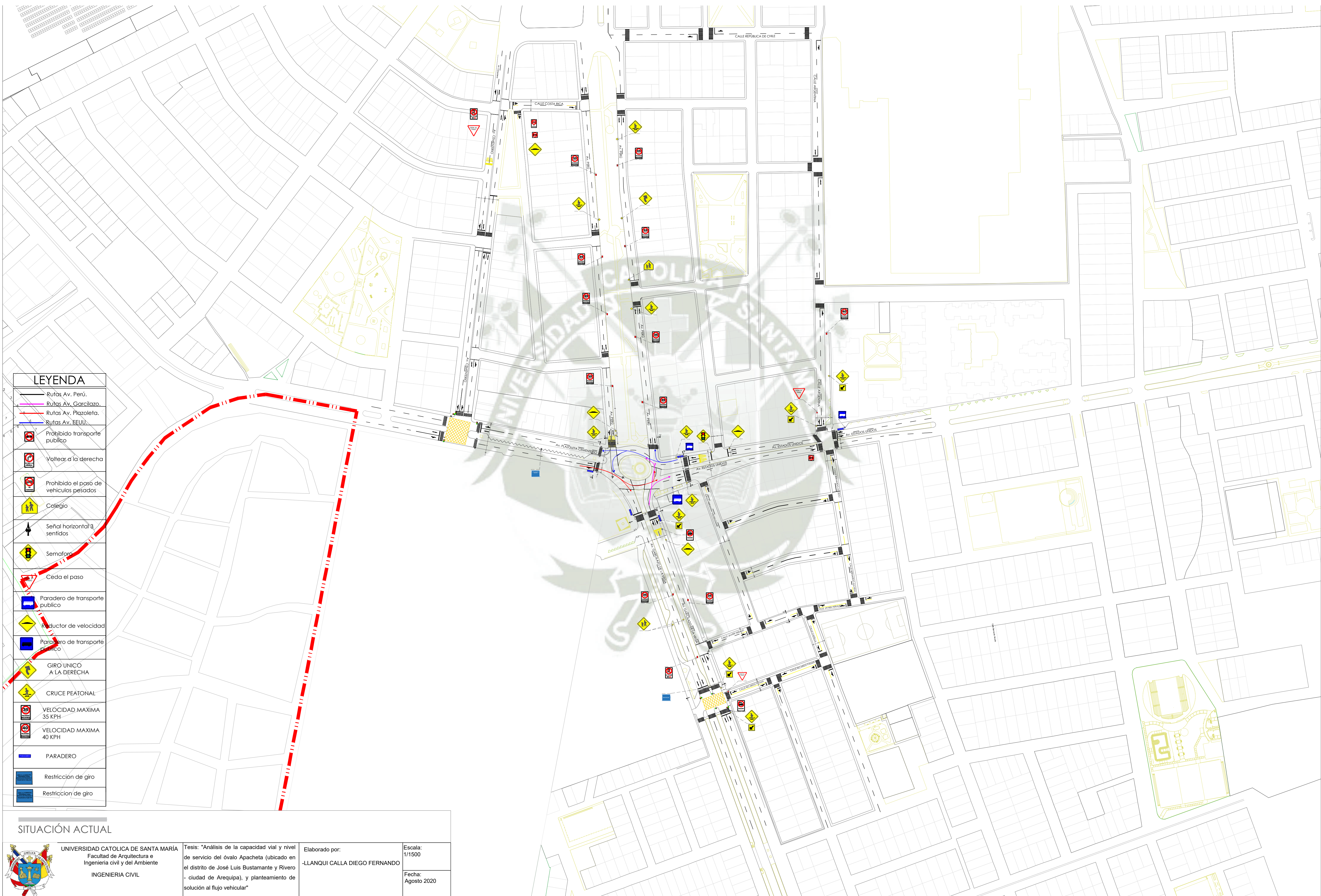
FORMATO DE AFORO PEATONAL ESTUDIO PEATONAL			
NOMBRE DE LA VIA:		AV PERÚ (N-S)	
HORARIO:	8:00 a.m.	9:00 a.m.	
HORA:		Peatones	TOTAL
08:00	08:05	4	4
08:05	08:10	2	2
08:10	08:15	1	1
08:15	08:20	5	5
08:20	08:25	2	2
08:25	08:30	5	5
08:30	08:35	1	1
08:35	08:40	3	3
08:40	08:45	1	1
08:45	08:50	5	5
08:50	08:55	3	3
08:55	09:00	5	5
		37	37

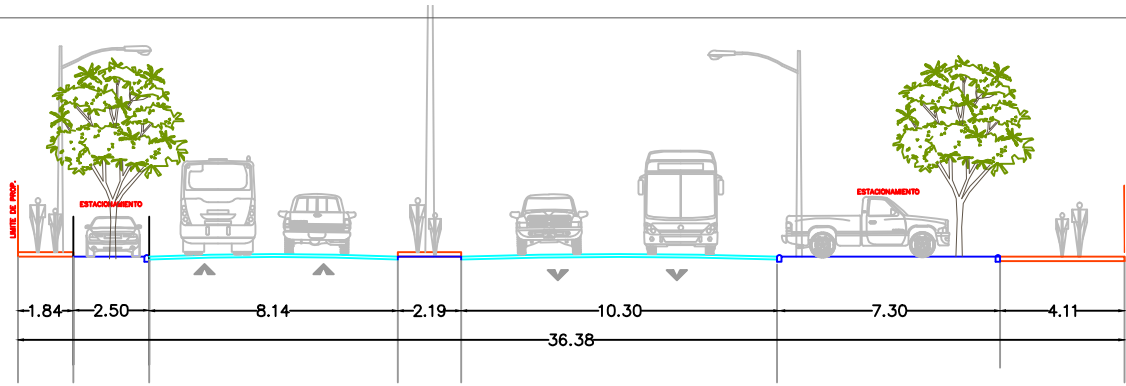
Fuente: Elaboración propia

Tabla 143: Estudio peatonal Av. Perú (S-N)

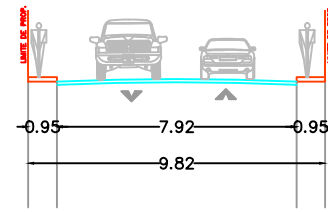
FORMATO DE AFORO PEATONAL ESTUDIO PEATONAL			
NOMBRE DE LA VIA:		AV PERÚ (S-N)	
HORARIO:	8:00 a.m.	9:00 a.m.	
HORA:		Peatones	TOTAL
08:00	08:05	1	1
08:05	08:10	2	2
08:10	08:15	1	1
08:15	08:20	1	1
08:20	08:25	2	2
08:25	08:30	5	5
08:30	08:35	1	1
08:35	08:40	2	2
08:40	08:45	2	2
08:45	08:50	5	5
08:50	08:55	2	2
08:55	09:00	3	3
		27	27

Fuente: Elaboración propia

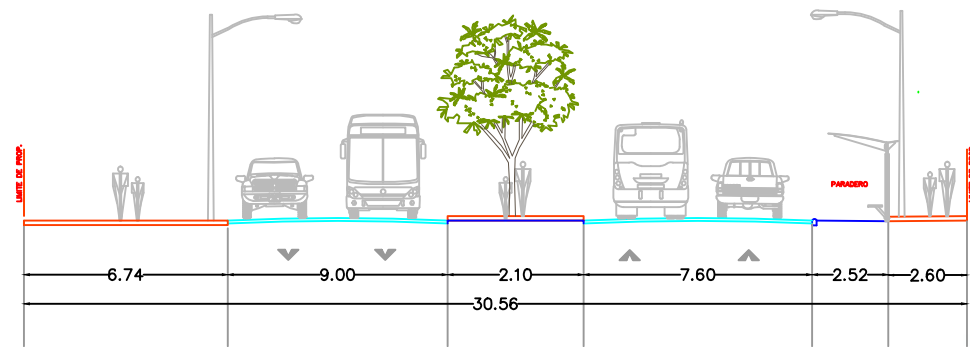




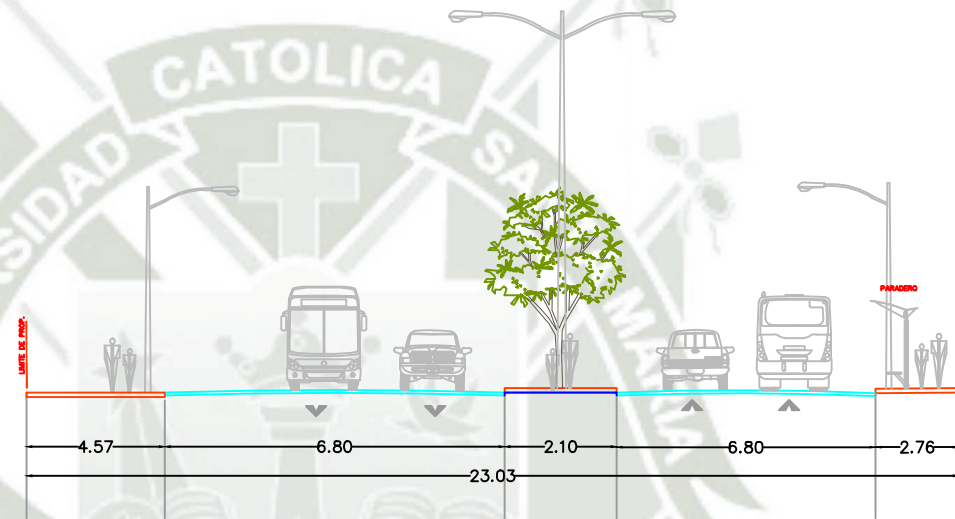
SECCIÓN 1 - 1'



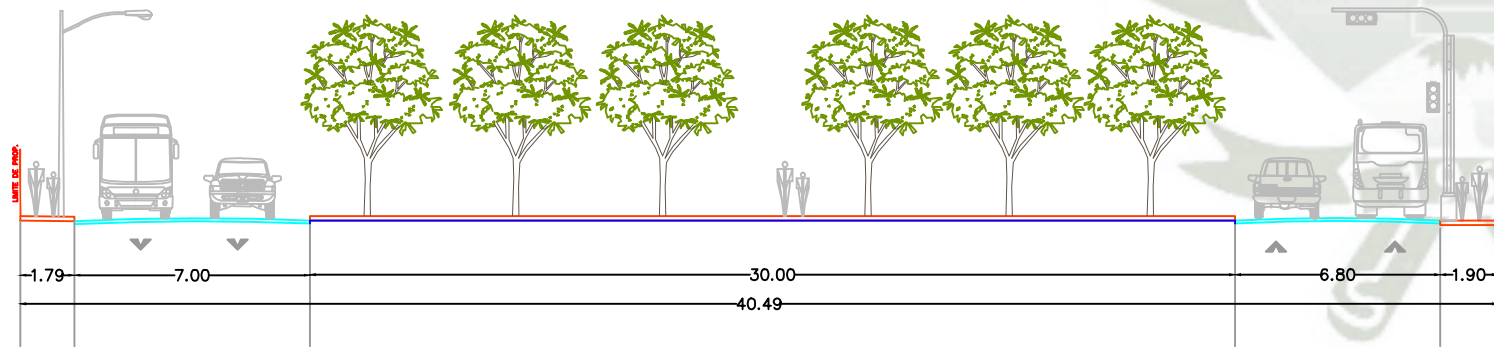
SECCIÓN 2 - 2'



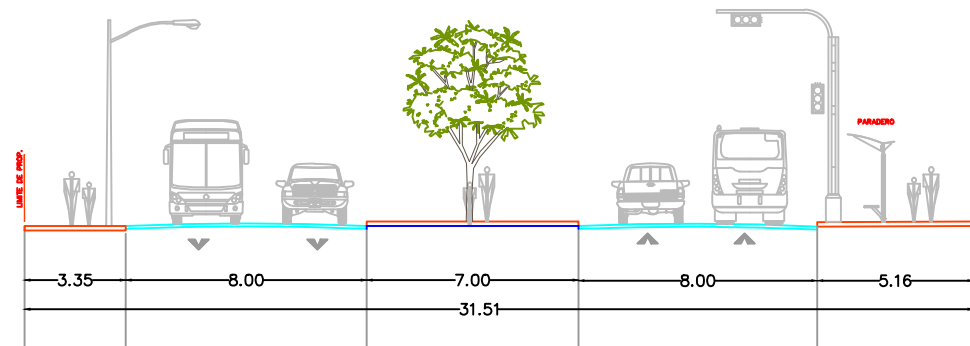
SECCIÓN 3 - 3'



SECCIÓN 4 - 4'



SECCIÓN 5 - 5'

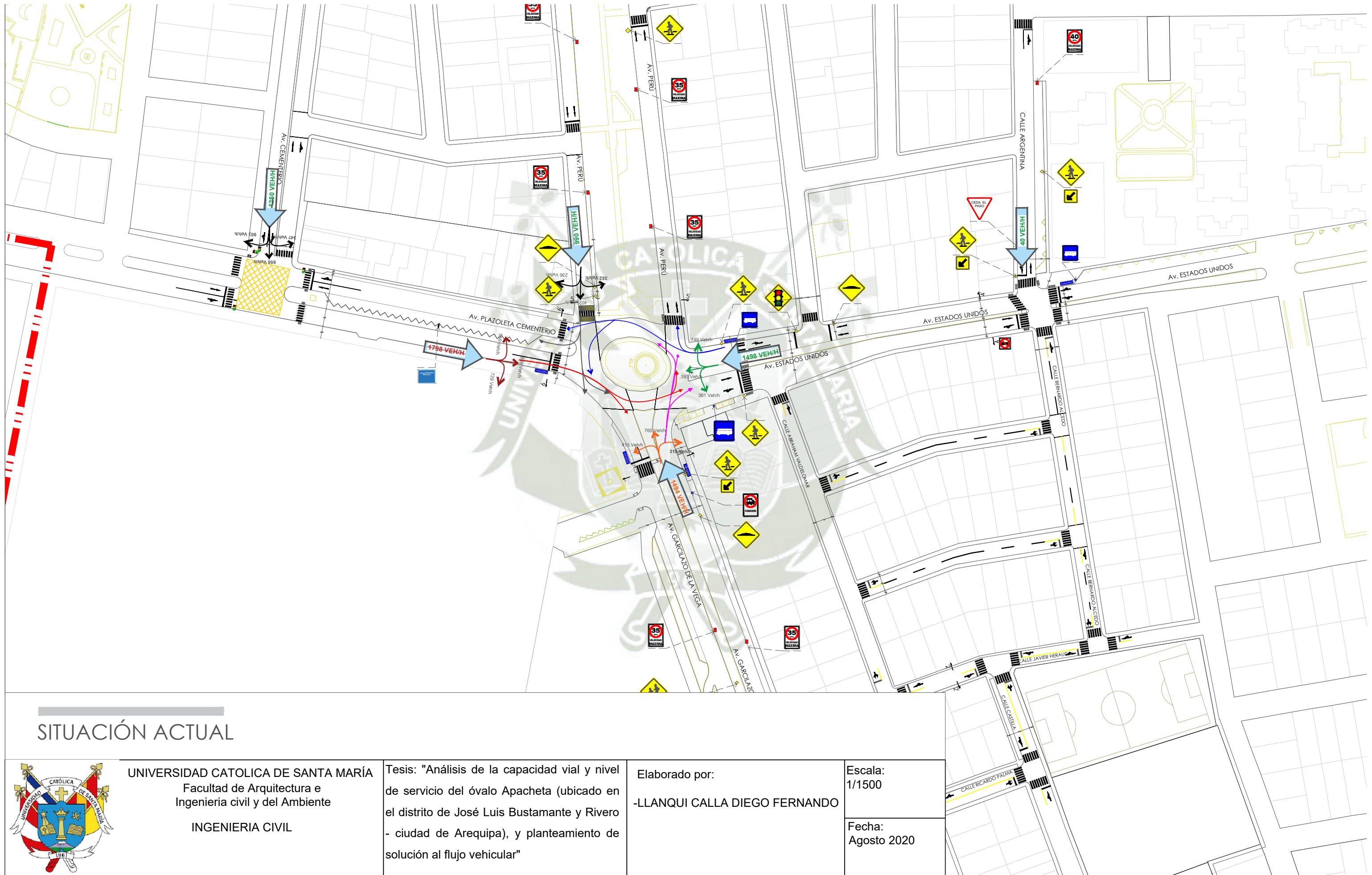


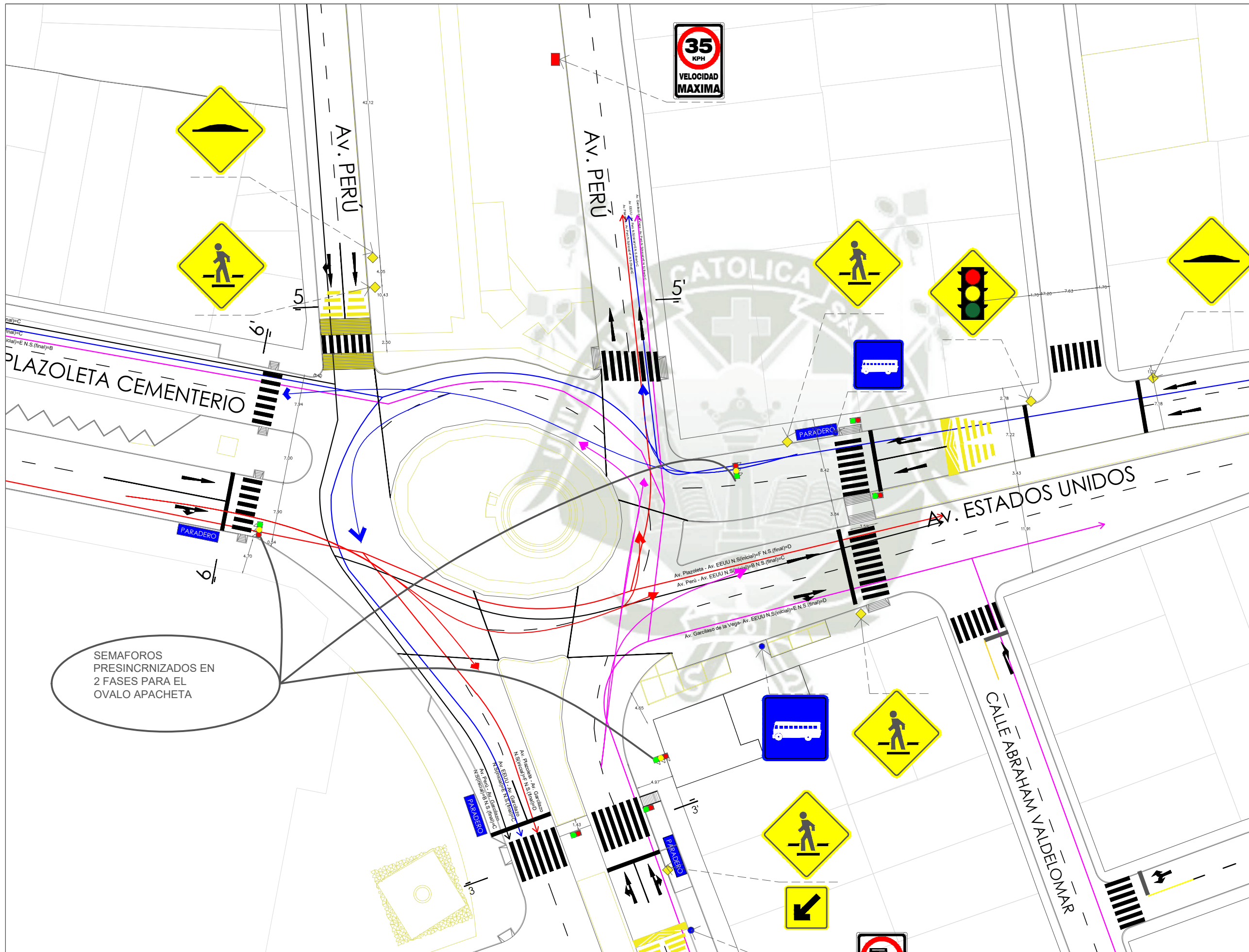
SECCIÓN 6 - 6'

SE-08

SECCIONES DE VÍA

ESC. 1/250

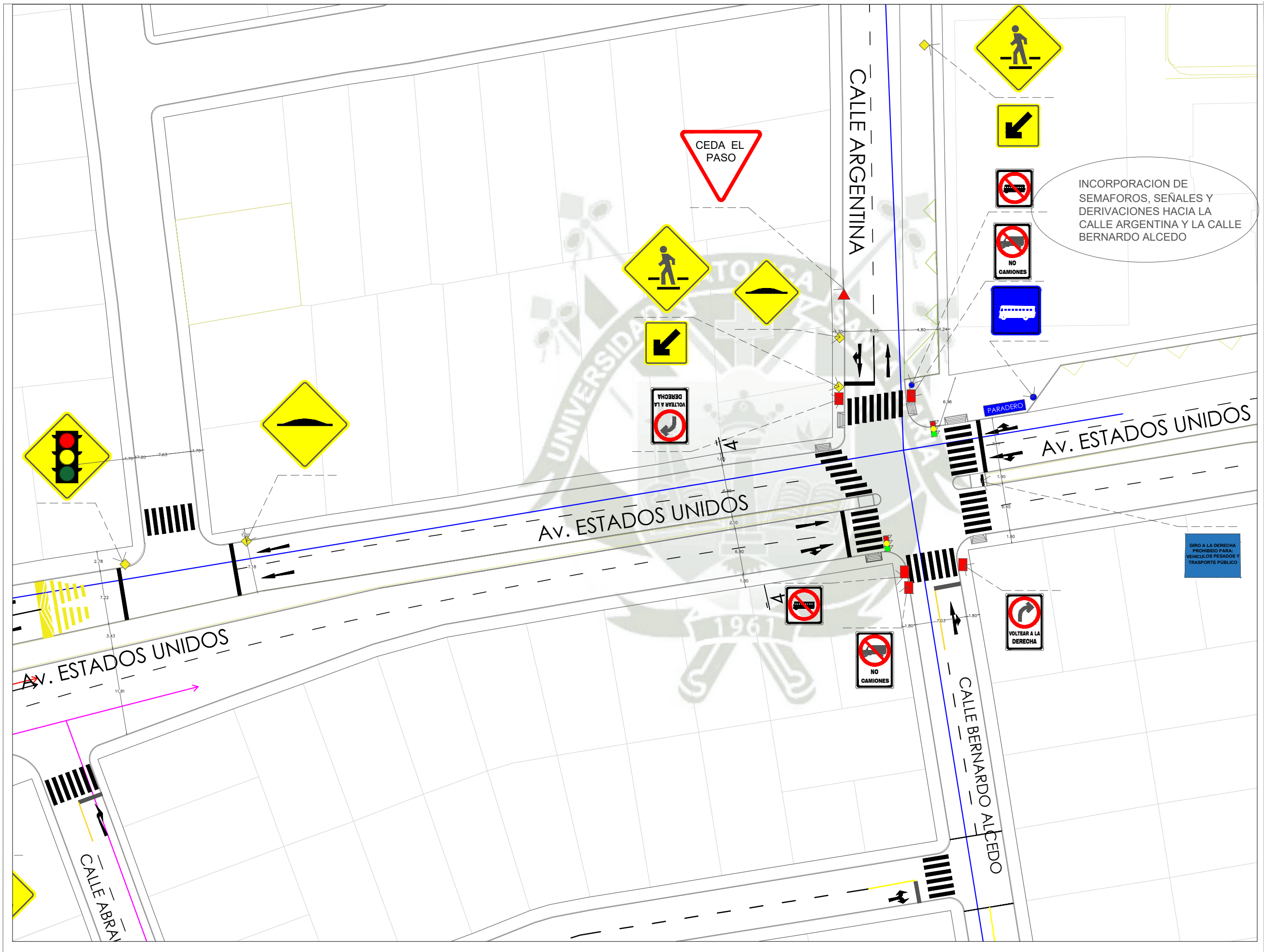




SE-01

OVALO AV EEUU -
AV PERÚ -
ALTERNATIVA DE
SOLUCION

ESC. 1/500

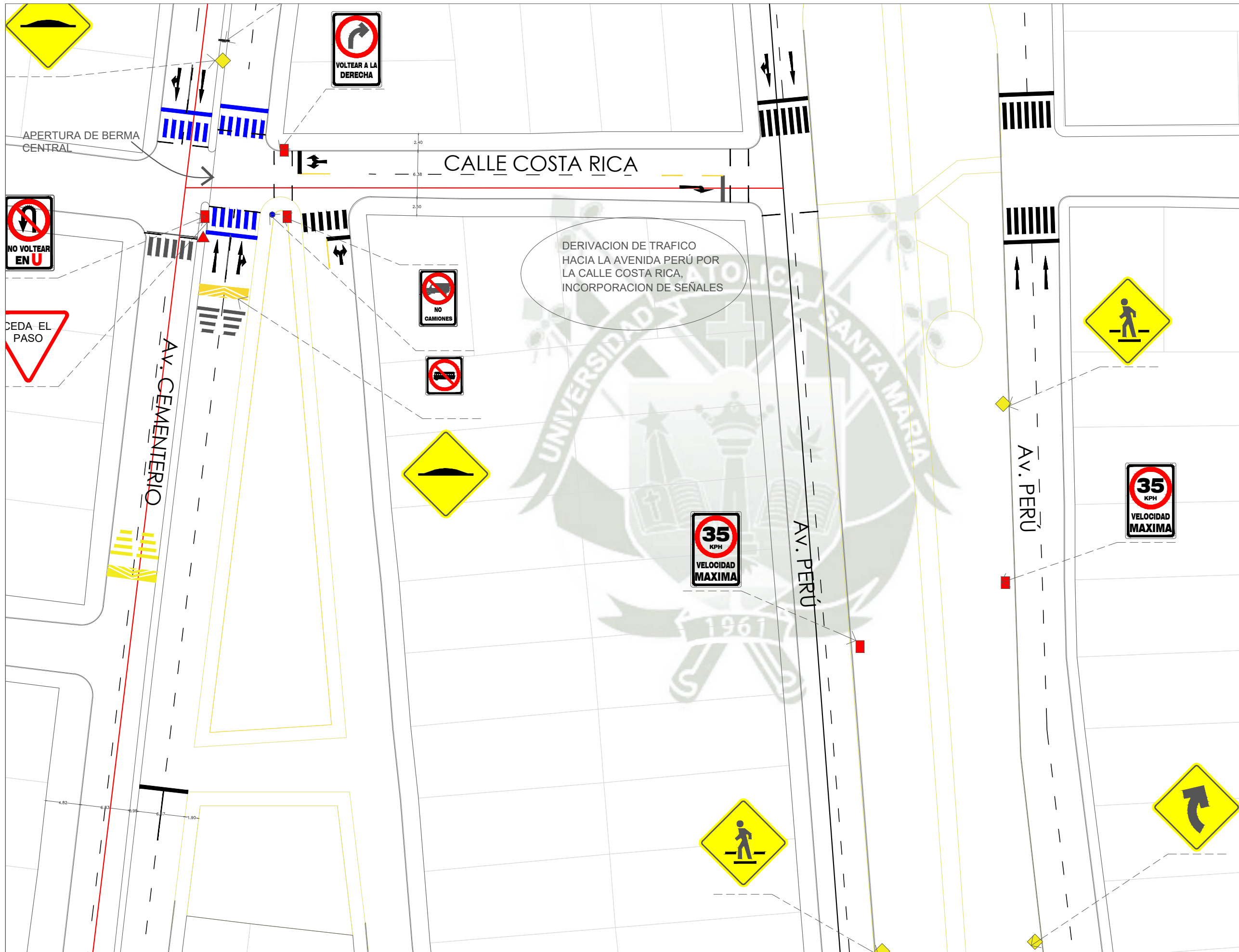


INCORPORACION DE SEMAFOROS, SEÑALES Y DERIVACIONES HACIA LA CALLE ARGENTINA Y LA CALLE BERNARDO ALCEDO

SE-03

AV EEUU ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

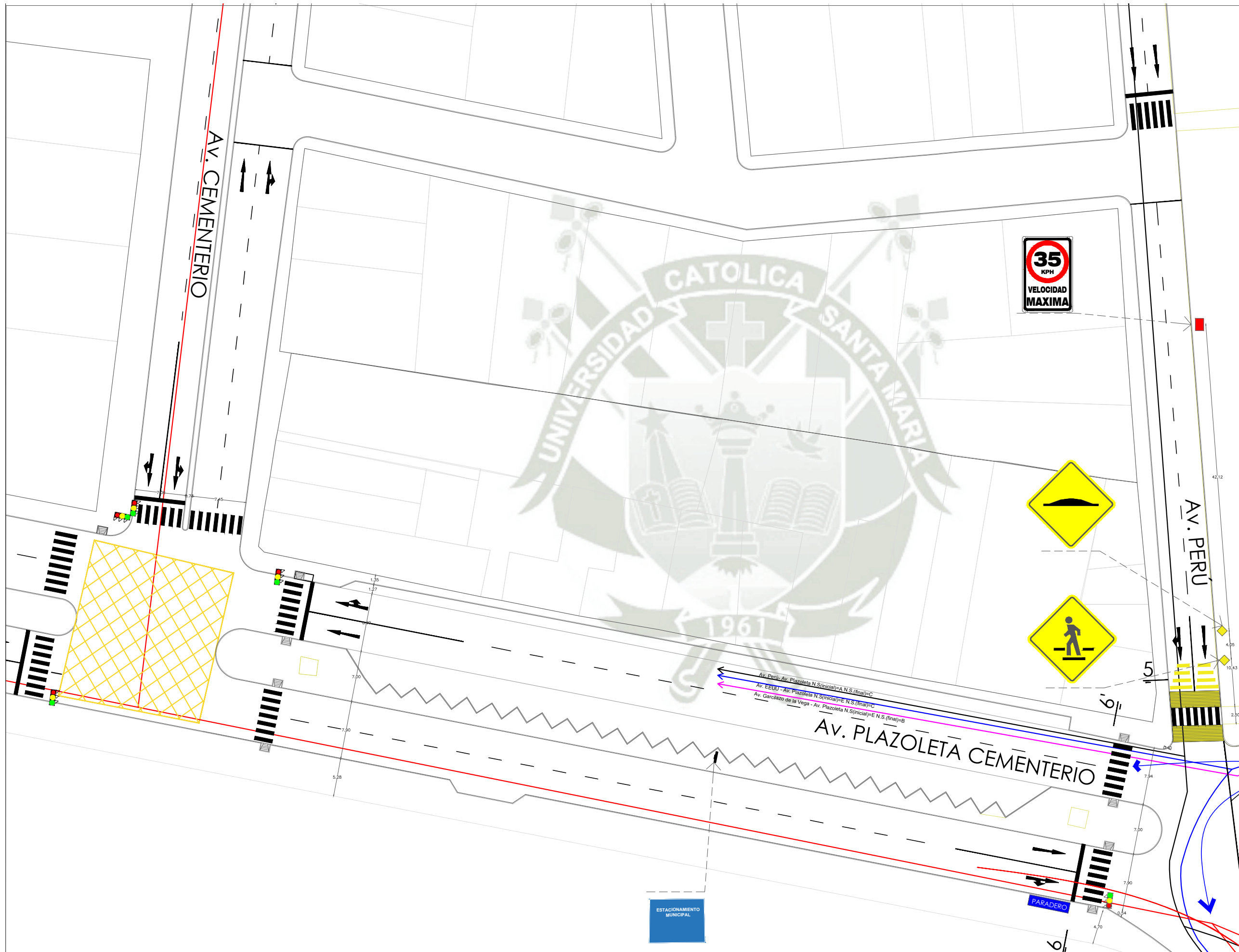
ESC. 1/500



SE-04

AV PERÚ
AV CEMENTERIO
ALTERNATIVA DE
SOLUCION

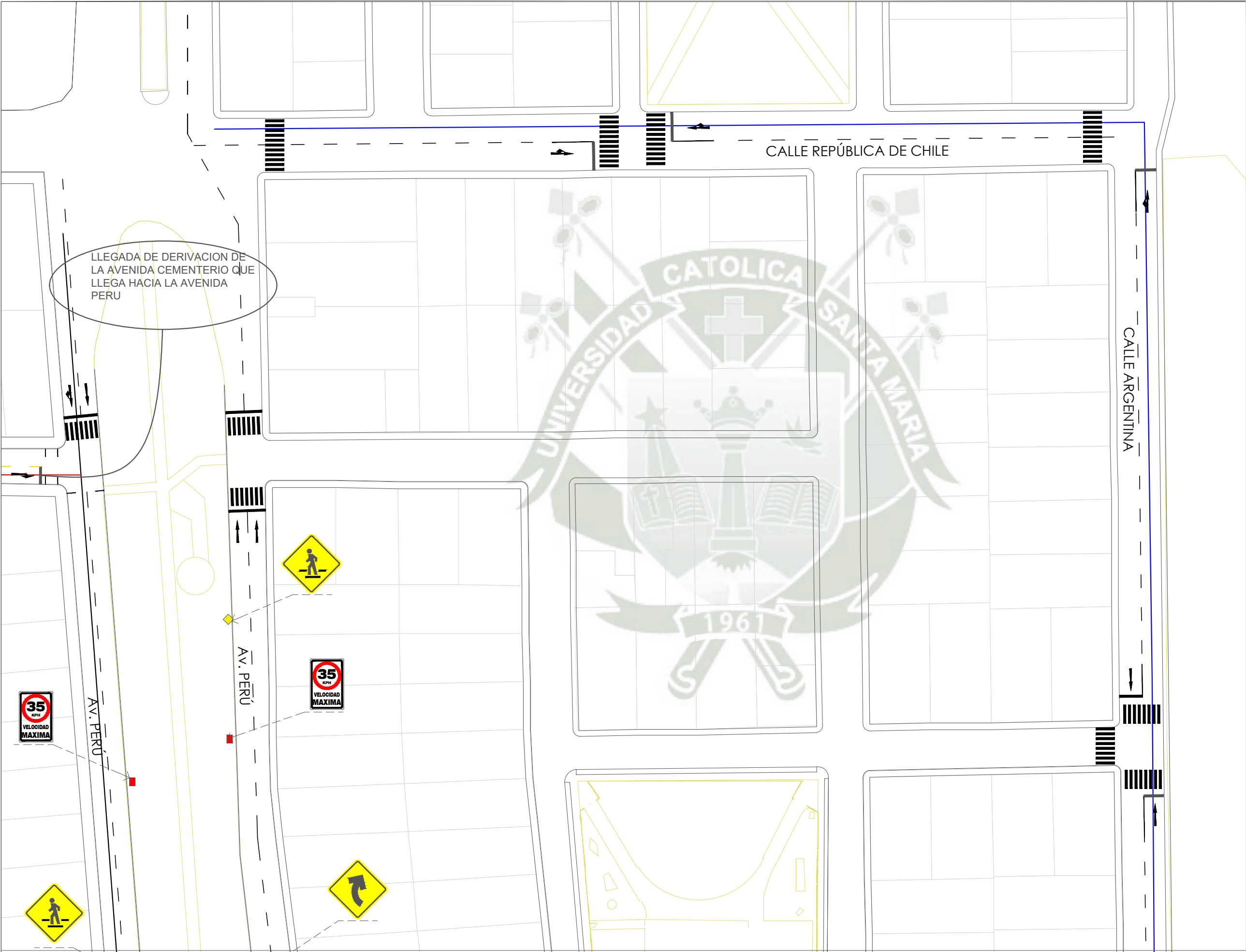
ESC. 1/500



SE-06

AV PLAZOLETA
CEMENTERIO
ALTERNATIVA DE
SOLUCION

ESC. 1/500



SE-07

CALLE REPÚBLICA
DE CHILE
AV PERÚ

ESC. 1/750