



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**TESIS:**

---

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FUNCIONALIDAD OPERACIONAL DE ÓVALOS MODERNOS VERSUS ÓVALOS ABIERTOS MENCIONADOS EN EL P.I.P. N°245953 REFERIDO AL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO PROPORCIONADO POR PER PLAN COPESCO USANDO EL SOFTWARE VISSIM”**

---

**Presentado por los bachilleres:**

ROJAS LEON, RONNY IVAN

ARANIVAR ASCUE, REYVIN MARIO

**Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil**

Asesor:

MGT. ING. JEAN F. PÉREZ MONTESINOS

CUSCO – PERÚ

2021



## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, a mis padres que con tanto esfuerzo y sacrificio hicieron para formarme en esta carrera profesional que tanto quiero, a mis hermanos que también formaron parte de este proceso a lo largo de toda mi formación profesional siendo ellos el empuje constante a diario para salir adelante, a mis amigos y compañeros de universidad por la confianza que han depositado en mí y por el apoyo que dieron para poder lograr mis objetivos.

ARANIVAR ASCUE REYVIN MARIO

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado fuerza y salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis, por su sacrificio y entrega, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por su apoyo incondicional en todo momento y por su amor.

ROJAS LEON RONNY IVAN



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme salud y fuerza para lograr mis sueños en mi etapa universitaria, A mis padres, por sus consejos y apoyos que nunca me faltó, a mi familia por su inmenso amor y cariño que me motivaron en toda mi etapa universitaria.

Gracias a mi universidad por darme conocimiento y permitir convertirme en profesional de bien en la carrera profesional que tanto me apasiona, gracias a nuestro asesor de Tesis Mgt. Ing. Jean F. Pérez Montesinos por siempre estar orientándonos durante el proceso de nuestra investigación. Y para finalizar también agradezco a todas aquellas personas por su apoyo moral que hizo posible esta investigación.

ARANIVAR ASCUE REYVIN MARIO

Agradezco a mis padres, les agradezco no solo por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, sino por su apoyo incondicional y por los grandes lotes de felicidad y de diversas emociones que siempre me han causado,

A mis familiares por sus consejos y recomendaciones, a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que estuvieron allí en la formación de mi vida profesional, así mismo agradecer especialmente Al Mgt. Ing. Jean F. Pérez Montesinos por aceptar la tutoría de la tesis de investigación.

ROJAS LEON RONNY IVAN



## RESUMEN

Debido al crecimiento rápido del parque automotor y la escasa mejora de las condiciones físicas de las ciudades, la congestión vehicular se ha vuelto uno de los principales problemas urbanos, es por eso que hoy en día la planificación vial y urbanística es de suma importancia.

La presente tesis de investigación tuvo como objetivo principal analizar la diferencia operacional, mediante el cálculo de niveles de servicio, del uso de rotondas abiertas (partidas o de tipo sándwich) versus las rotondas modernas en el proyecto de la vía Expresa desarrollado por COPESCO Gobierno Regional Cusco.

Para la determinación de las condiciones de tráfico se utilizó los aforos en campos realizados en campo en dichas intersecciones, considerando las horas de mayor demanda. Así mismo para la determinación de condiciones geométricas de las intersecciones se realizó el levantamiento topográfico.

Con los datos obtenidos se procedió al cálculo de la capacidad vial y nivel de servicio basado en el Highway Capacity Manual (HCM 2010) el cual está incorporado en el software de simulación VISSIM, dicho software nos permitió realizar la simulación de dichas intersecciones en su estado actual.

Se procedió al análisis del sistema vial en dos escenarios, en su situación actual de diseño con rotondas tipo abierta y rotondas modernas. Con dichos resultados, se realizó el análisis comparativo de los dos diseños.

**Palabras Claves:** Nivel de Servicio, Capacidad Vial, Rotondas Abiertas, Rotondas Modernas.



## ABSTRACT

Due to the rapid growth of the vehicle fleet and the scarce improvement of the physical conditions of the cities, vehicular congestion has become one of the main urban problems, which is why today road and urban planning is of the utmost importance.

The main objective of this research thesis was to analyze the operational difference, by calculating service levels, the use of open roundabouts (partitions or sandwich type) versus modern roundabouts in the Expressway project developed by COPESCO Regional Government Cusco.

For the determination of traffic conditions, the gauges were used in fields made in the field at said intersections, considered the hours of greatest demand. Likewise, to determine the geometric conditions of the intersections, the topographic survey was carried out.

With the obtained data, we proceeded to calculate the road capacity and service level based on the Highway Capacity Manual (HCM 2010) which is incorporated in the VISSIM simulation software, this software allowed us to perform the simulation of said intersections in their actual state.

The road system was analyzed in two scenarios, in its current design situation with open type roundabouts and modern roundabouts. With these results, a comparative analysis of the two designs was carried out.

**Keywords:** Service Level, Road Capacity, Open Roundabouts, Modern Roundabouts.



## INTRODUCCIÓN

El diseño geométrico de óvalos o rotondas han evolucionado a través del tiempo. En la actualidad se tienen nuevos conceptos para el diseño sin embargo estos deben ser analizados a nivel operacional y de la seguridad vial para lograr diseño adecuados.

En la ciudad del Cusco una de las principales vías es la avenida denominada vía expresa, la cual mediante un proyecto de inversión pública: “MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO” propone la construcción de óvalos tipo “abiertos”. Se desconoce de sus características operacionales y cuanto refiere a la seguridad de su uso versus los denominados óvalos modernos.

La mayoría de las intersecciones de toda esta vía en la actualidad tiene un diseño de tipo intersección T o en cruz, las cuales son cambiadas en el propuesto diseño geométrico aprobado por la Oficina de Programación de Inversión del Gobierno Regional Cusco. Es por eso que la presente investigación se desarrollará con el fin conocer los niveles de servicio y calidad para las nuevas propuestas y compararlas con un diseño moderno de rotondas, además establecer direcciones y lineamientos que promuevan y encaminen a la solución y planeamiento vial y urbanístico de la zona en estudio



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pag.</b>
1 DEDICATORIA .....	ii
2 AGRADECIMIENTOS .....	iii
3 RESUMEN .....	iv
4 ABSTRACT.....	v
5 INTRODUCCIÓN .....	vi
6 ÍNDICE GENERAL .....	vii
7 ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
8 ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
<b>CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1. Identificación del Problema.....	1
1.1.1. Descripción del Problema .....	1
1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema: .....	6
1.2. Justificación e Importancia de la Investigación:.....	7
1.2.1. Justificación Técnica.....	7
1.2.2. Justificación Social.....	7
1.2.3. Justificación por Viabilidad .....	7
1.2.4. Justificación por Relevancia.....	7
1.3. Limitaciones de la Investigación.....	8
1.3.1. Limitaciones por Espacio:.....	8
1.3.2. Limitaciones por Tiempo: .....	8
1.3.3. Limitaciones por datos: .....	8
1.3.4. Limitaciones por Fuente de Base: .....	8
1.4. Objetivo de la Investigación.....	9
1.4.1. Objetivo General .....	9
1.4.2. Objetivos Específicos.....	9
<b>2 CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO DE LA TESIS .....</b>	<b>10</b>
2.1. Antecedentes de la Tesis: .....	10
2.1.1. Antecedentes a nivel Nacional:.....	10
2.2. Antecedentes a nivel Internacional.....	12
2.3. Bases Teórico – Científicas:.....	14
2.3.1. Rotondas.....	14
2.3.2. Variables geométricas de una rotonda .....	15
2.3.3. Tipos de Rotondas.....	16



2.3.4.	Análisis Operacional .....	23
2.3.5.	Rotondas Abiertas .....	28
2.3.6.	Niveles de servicio .....	30
2.3.7.	Los Círculos Semaforizados .....	32
2.3.8.	Análisis de conflictos .....	34
2.3.9.	Funcionalidad Operacional: .....	35
2.4.	Hipótesis .....	36
2.4.1.	Hipótesis General .....	36
2.4.2.	Sub hipótesis .....	36
2.5.	Definición de variables .....	36
2.5.1.	Variables .....	36
2.5.2.	Indicadores de Variables .....	37
2.5.3.	Cuadro de Operacionalización de Variables .....	38
3	<b>CAPÍTULO III - METODOLOGIA</b> .....	39
3.1.	Metodología de la Investigación: .....	39
3.1.1.	Enfoque de la Investigación: .....	39
3.1.2.	Nivel de Investigación: .....	39
3.1.3.	Método de Investigación: .....	39
3.2.	Diseño de la Investigación: .....	40
3.2.1.	Diseño Metodológico: .....	40
3.2.2.	Diseño de Ingeniería .....	41
3.3.	Población y Muestra .....	43
3.3.1.	Población .....	43
3.3.2.	Muestra .....	43
3.3.3.	Criterios de Inclusión: .....	44
3.4.	Instrumentos: .....	45
3.4.1.	Instrumentos Metodológicos .....	45
3.4.2.	Instrumentos de Ingeniería: .....	45
3.5.	Procedimientos de Recolección de Datos: .....	47
3.5.1.	Equipo Utilizado .....	47
3.5.2.	Identificación de Puntos de Aforo .....	47
3.5.3.	Recolección de Datos de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa. ....	48
3.5.4.	Recolección de Datos de la intersección Av. Las Palmeras – Vía Expresa. ....	53
3.5.5.	Recolección de Datos de la intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa. ....	57
3.5.6.	Recolección de Datos de la intersección Av. Diego Túpac Amaru – Vía Expresa. ....	61
3.6.	Procedimientos de Análisis de Datos .....	65
3.6.1.	Análisis de datos para la Intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa. ....	65





3.6.2.	Análisis de datos para la Intersección Av. Palmeras – Vía Expresa. ....	72
3.6.3.	Análisis de datos para la Intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa.....	79
3.6.4.	Análisis de datos para la Intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.....	85
3.6.5.	Análisis Operacional Actual .....	93
3.6.6.	Análisis Operacional Proyectado .....	101
3.6.7.	Determinación de la Capacidad Vial, Demoras, Nivel de Servicio y Longitud de Cola para Óvalos Modernos Proyectado .....	105
4	CAPÍTULO IV – RESULTADOS .....	110
4.1.	Resultados del Análisis del Sistema Vial Actual, configuración de óvalos partidos Actual.....	110
4.1.1.	Óvalo Abierto de Av. Rep. Perú– Situación actual de proyecto .....	110
4.1.2.	Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras – Situación actual de proyecto .....	110
4.1.3.	Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Situación actual de proyecto .....	111
4.1.4.	Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Situación actual de proyecto .....	111
4.2.	Resultados del Análisis del Sistema Vial , configuración de óvalos partidos Proyectado.....	112
4.2.1.	Óvalo Abierto de Av. Rep. Perú– Proyectado. ....	112
4.2.2.	Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras – Proyectado.....	112
4.2.3.	Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Proyectado. ....	113
4.2.4.	Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado. ....	113
4.3.	Resultados del Análisis, configuración de óvalos Modernos Actual. ....	114
4.3.1.	Óvalo Moderno de Av. Rep. Perú – Situación actual de proyecto.....	114
4.3.2.	Óvalo Moderno de Av. Palmeras – Situación actual de proyecto.....	114
4.3.3.	Óvalo Moderno Av. Tomas Katari – Situación actual de proyecto .....	115
4.3.4.	Óvalo Moderno Av. Diego Túpac Amaru – Situación actual de proyecto .....	115
4.4.	Resultados del Análisis, configuración de óvalos Modernos Proyectado. ....	116
4.4.1.	Óvalo Moderno de Av. Rep. Perú – Proyectado.....	116
4.4.2.	Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras – Proyectado. ....	116
4.4.3.	Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari– Proyectado.....	117
4.4.4.	Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado.....	117
4.5.	Resultados del Análisis de relación Volumen/Capacidad, para Óvalos Abiertos Actual.....	118
4.5.1.	Óvalo Abierto de Av. Perú-Situación Actual del Proyecto.....	118
4.5.2.	Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras-Situación Actual del Proyecto.....	118
4.5.3.	Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari-Situación Actual del Proyecto. ....	119
4.5.4.	Óvalo Abierto Av. Diego Túpac Amaru-Situación Actual del Proyecto.....	119
4.6.	Resultados del Análisis de relación Volumen/Capacidad, para Óvalos Abiertos Proyectado.....	120
4.6.1.	Óvalo Abierto de Av. Perú-Proyectado. ....	120



4.6.2.	Óvalo de Av. Las Palmeras-Proyectado.....	120
4.6.3.	Óvalo de Av. Tomas Katari-Proyectado. ....	121
4.6.4.	Óvalo de Av. Diego Túpac Amaru-Proyectado. ....	121
4.7.	Resultados del Análisis de relación Volumen/Capacidad, para Óvalos Modernos. ....	122
4.7.1.	Óvalo Moderno Av. Rep. De Perú-Situación Actual del Proyecto. ....	122
4.7.2.	Óvalo Moderno Av. Las Palmeras-Situación Actual del Proyecto. ....	122
4.7.3.	Óvalo Moderno Av. Tomas Katari-Situación Actual del Proyecto.....	123
4.7.4.	Óvalo Moderno Av. Diego Túpac Amaru-Situación Actual del Proyecto.....	123
4.8.	Resultados del Análisis de relación Volumen/Capacidad, para Óvalos Modernos. ....	124
4.8.1.	Óvalo Moderno Av. Rep. De Perú-Proyectado.....	124
4.8.2.	Óvalo Moderno Av. Las Palmeras-Proyectado.....	124
4.8.3.	Óvalo Moderno Av. Tomas Katari-Proyectado. ....	125
4.8.4.	Óvalo Moderno Av. Diego Túpac Amaru-Proyectado. ....	125
5	CAPÍTULO V – DISCUSIONES .....	126
5.1.	-Discusión 1:.....	126
5.2.	-Discusión 2:.....	126
5.3.	-Discusión 3:.....	126
5.4.	-Discusión 4:.....	126
9	GLOSARIO .....	127
10	CONCLUSIONES.....	129
11	RECOMENDACIONES .....	131
12	REFERENCIAS .....	132
6	ANEXOS.....	133



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1: Equivalencias de los vehículos de pasajeros .....	24
Tabla 2: Criterios de niveles de servicio. De enfoques y evaluación a nivel de intersección, NDS se define únicamente por el control de demora .....	27
Tabla 3: Criterio para determinación de los niveles de servicio.....	32
Tabla 4: Cuadro Operacional de Variables. ....	38
Tabla 5:Ficha de Aforo Vehicular.....	45
Tabla 6: Estaciones de aforo. ....	48
Tabla 7:Aforo Vehicular día Lunes 04 de enero de 2021.....	50
Tabla 8: Aforo Vehicular día Miércoles 06 de enero de 2021. ....	50
Tabla 9: Aforo Vehicular día Viernes 08 de enero de 2021.....	51
Tabla 10: Recolección de puntos del Levantamiento Topográfico Intersección Vía Expresa-Av. República de Perú.....	52
Tabla 11: Aforo Vehicular día Lunes 11 de enero de 2021.....	54
Tabla 12: Aforo Vehicular día Miércoles 13 de enero de 2021. ....	54
Tabla 13: Aforo Vehicular día Viernes 15 de enero de 2021.....	55
Tabla 14: Recolección de puntos del Levantamiento Topográfico Intersección Vía Expresa-Av. Las Palmeras. ....	56
Tabla 15: Aforo Vehicular día Lunes 18 de enero de 2021.....	58
Tabla 16: Aforo Vehicular día Miércoles 20 de enero de 2021. ....	58
Tabla 17: Aforo Vehicular día Viernes 23 de enero de 2021.....	58
Tabla 18: Recolección de puntos del Levantamiento Topográfico Intersección Vía Expresa-Av. Tomas Katari.....	60
Tabla 19: Aforo Vehicular día Lunes 25 de enero de 2021.....	62
Tabla 20: Aforo Vehicular día Miércoles 27 de enero de 2021. ....	62
Tabla 21: Aforo Vehicular día Viernes 29 de enero de 2021.....	63
Tabla 22: Recolección de puntos del Levantamiento Topográfico Intersección Vía Expresa-Av. Diego Túpac Amaru.....	64
Tabla 23: Volumen cada 15 min de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.....	67
Tabla 24: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa. ....	68
Tabla 25:Determinación del Trafico Actual de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.. .....	69
Tabla 26:Proyección Vehicular para la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa. ....	70
Tabla 27: Volumen cada 15 min de la intersección Av. Palmeras – Vía Expresa. ....	74



Tabla 28: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Av. Palmeras – Vía Expresa.....	75
Tabla 29:Determinación del Trafico Actual de la intersección Av.Las Palmeras– Vía Expresa. ....	76
Tabla 30:Proyección Vehicular para la intersección Av. Las Palmeras– Vía Expresa. ....	77
Tabla 31: Volumen cada 15 min de la intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa. ....	82
Tabla 32: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa.	82
Tabla 33: Determinación del Trafico Actual de la intersección Av. Tomas Katari– Vía Expresa.....	83
Tabla 34:Proyección Vehicular para la intersección Av. Tomas Katari– Vía Expresa.....	84
Tabla 35: Volumen cada 15 min de la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa. ....	89
Tabla 36: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Av. Diego Túpac Amaru – Vía Expresa. ....	89
Tabla 37:Determinación del Trafico Actual de la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa. ....	90
Tabla 38:Proyección Vehicular para la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.....	91
Tabla 39:Flujo de la intersección Vía Expresa – Av. República de Perú.....	93
Tabla 40: Flujo de la intersección Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras.....	93
Tabla 41:Flujo de la intersección Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari .....	94
Tabla 42:Flujo de la intersección Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru .....	94
Tabla 43:Factores de conversión de giro a movimiento directo.....	94
Tabla 44:Volúmenes de demanda por movimiento Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú.....	95
Tabla 45:Volúmenes de demanda por movimiento Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras .....	95
Tabla 46:Volúmenes de demanda por movimiento Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari.....	95
Tabla 47:Volúmenes de demanda por movimiento Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru.....	95
Tabla 48:Equivalencias de los vehículos de pasajeros .....	96
Tabla 49:Factor de ajuste de vehículos pesados Av. Vía Expresa – Av. República de Perú .....	96
Tabla 50: Factor de ajuste de vehículos pesados Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras .....	96
Tabla 51:Factor de ajuste de vehículos pesados Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari.....	97
Tabla 52: Factor de ajuste de vehículos pesados Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru.....	97
Tabla 53:Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. República de Perú.....	97
Tabla 54:Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras.....	97
Tabla 55:Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari .....	97
Tabla 56:Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru .....	98
Tabla 57:Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. República de Perú.....	98
Tabla 58:Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras. ....	99
Tabla 59:Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari.....	99



Tabla 60:Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru.....	100
Tabla 61:Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. República de Perú.....	101
Tabla 62:Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras.....	102
Tabla 63:Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari .....	102
Tabla 64:Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru .....	103
Tabla 65: Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. República de Perú.....	103
Tabla 66:Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras .....	103
Tabla 67:Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari.....	104
Tabla 68:Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru.....	104
Tabla 69:Capacidad de Óvalo moderno Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú .....	105
Tabla 70:Capacidad de Óvalo moderno Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras .....	105
Tabla 71:Capacidad de Óvalo moderno Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari.....	105
Tabla 72:Capacidad de Óvalo moderno Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru .....	106
Tabla 73:Relación Volumen Capacidad para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú .....	106
Tabla 74:Relación Volumen Capacidad para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras	106
Tabla 75:Relación Volumen Capacidad para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari	106
Tabla 76:Relación Volumen Capacidad para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru.....	107
Tabla 77:Control de Demora para óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú .....	107
Tabla 78:Control de Demora para óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras.....	107
Tabla 79:Control de Demora para óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari .....	107
Tabla 80:Control de Demora para óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru .....	108
Tabla 81:Nivel de Servicio para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú.....	108
Tabla 82:Nivel de Servicio para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras.....	108
Tabla 83:Nivel de Servicio para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari .....	108
Tabla 84:Nivel de Servicio para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru .....	109
Tabla 85:Longitud de Cola para Óvalos Modernos Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú .....	109
Tabla 86:Longitud de Cola para Óvalos Modernos Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras.....	109
Tabla 87:Longitud de Cola para Óvalos Modernos Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari .....	109
Tabla 88:Longitud de Cola para Óvalos Modernos Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru .....	109
Tabla 89: Óvalo Abierto de Av. Rep. Perú– Situación actual de proyecto .....	110



Tabla 90:Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras – Situación actual de proyecto.....	110
Tabla 91:Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Situación actual de proyecto .....	111
Tabla 92: Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Situación actual de proyecto .....	111
Tabla 93: Óvalo Abierto de Av. Rep. Perú– Proyectado.....	112
Tabla 94: Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras– Proyectado.....	112
Tabla 95: Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Proyectado. ....	113
Tabla 96: Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado. ....	113
Tabla 97: Óvalo Moderno de Av. Rep. Perú – Situación actual de proyecto.....	114
Tabla 98:Óvalo de Av. Palmeras – Situación actual de proyecto .....	114
Tabla 99:Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari – Situación actual de proyecto.....	115
Tabla 100:Óvalo de Av. Diego Túpac Amaru – Situación actual de proyecto .....	115
Tabla 101:Óvalo Moderno de Av. Rep. Perú– Proyectado. ....	116
Tabla 102: Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras – Proyectado. ....	116
Tabla 103: Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari – Proyectado.....	117
Tabla 104: Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado .....	117
Tabla 105:Óvalo Abierto de Av.Rep. De Perú– Situación actual de proyecto.....	118
Tabla 106: Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras– Situación actual de proyecto.....	118
Tabla 107: Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Situación actual de proyecto .....	119
Tabla 108: Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Situación actual de proyecto .....	119
Tabla 109: Óvalo Abierto de Av.Rep. De Perú– Proyectado .....	120
Tabla 110: Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras– Proyectado.....	120
Tabla 111: Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Proyectado. ....	121
Tabla 112: Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado. ....	121
Tabla 113: Óvalo Moderno de Av.Rep. de Perú– Situación actual de proyecto .....	122
Tabla 114: Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras– Situación actual de proyecto .....	122
Tabla 115: Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari– Situación actual de proyecto.....	123
Tabla 116: Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru– Situación actual de proyecto.....	123
Tabla 117: Óvalo Moderno de Av.Rep. de Perú– Proyectado. ....	124
Tabla 118: Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras– Proyectado. ....	124
Tabla 119: Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari– Proyectado.....	125
Tabla 120: Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado. ....	125



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Figura 1: Configuración del Proyecto (Óvalo Libertadores-Nodo Versalles).....	1
Figura 2: Rotonda Partida/abierta propuesta en la vía expresa. ....	2
Figura 3: “Óvalo en la Intersección Vía Expresa – Av. Republica de Perú” .....	2
Figura 4: Diseño conceptual rotonda abierta en Av. Republica de Perú.....	3
Figura 5: Óvalo en la intersección Vía Expresa– Av. Palmeras.....	3
Figura 6: Diseño Conceptual Av. Palmeras .....	4
Figura 7:Óvalo en la intersección Vía Expresa– Calle Tomas Katari.....	4
Figura 8: Diseño conceptual rotonda abierta en Av. Tomas Katari .....	5
Figura 9: Óvalo en la intersección Vía Expresa– Av. Diego Túpac Amaru .....	5
Figura 10: Diseño conceptual Av. Diego Túpac Amaru .....	6
Figura 11: Variables geométricas de una rotonda. ....	15
Figura 12: Rotondas Normales.....	17
Figura 13: Rotondas Compactas.....	18
Figura 14: Rotondas Dobles. ....	19
Figura 15: Elementos básicos de una rotonda moderna. ....	19
Figura 16: Cálculo del caudal circulante .....	24
Figura 17: Bosquejo de Rotonda Abierta.....	29
Figura 18: Bosquejo de Rotonda Abierta.....	30
Figura 19: Ejemplo de un Círculo de Tránsito Semaforizado .....	32
Figura 20:Óvalo Libertadores (Cusco, Perú) .....	33
Figura 21:Óvalo Pachacutec (Cusco, Perú).....	33
Figura 22:Óvalo Grau (Piura, Perú) .....	34
Figura 23: Vehículo de conflictos para T-cruces con un solo carril.....	34
Figura 24: Puntos de conflicto vehiculares en intersecciones T con aproximaciones de un solo carril. ....	35
Figura 27: Diseño de Ingeniería .....	42
Figura 28: Vissim educacional .....	46
Figura 29: Software Synchro.....	46
Figura 30: Civil 3D educacional .....	46
Figura 31: Estaciones de aforo en la vía Expresa.....	47
Figura 32: Codificación de movimiento y flujos vehiculares E1. ....	49
Figura 33: Codificación de movimiento y flujos vehiculares E2. ....	53
Figura 34: Codificación de movimiento y flujos vehiculares E3. ....	57
Figura 35: Codificación de movimiento y flujos vehiculares E4. ....	61





Figura 36: Variación diaria de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.....	65
Figura 37: : Variación Horaria de los días Lunes, Miércoles y Viernes.....	65
Figura 38: Variación Horaria del día Lunes .....	66
Figura 39: Composición vehicular de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.....	66
Figura 40: Composición vehicular de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa (ligero- pesado) .....	67
Figura 41: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa. ....	68
Figura 42: Variación de Volúmenes Vehiculares para la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa. ....	70
Figura 43: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Moderno de Av. Republica de Perú – Vía Expresa. .....	71
Figura 44: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Abierto de Av. Republica de Perú – Vía Expresa.	71
Figura 45: Variación diaria de la intersección Av. Las Palmeras – Vía Expresa.....	72
Figura 46: Variación Horaria de los días Lunes, Miércoles y Viernes.....	72
Figura 47: Variación Horaria del día Lunes .....	73
Figura 48: Composición vehicular de la intersección Av. Las Palmeras – Vía Expresa.....	73
Figura 49: Composición vehicular de la intersección Av. Las Palmeras– Vía Expresa (ligero-pesado) .....	74
Figura 50: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección Av. Las. Palmeras – Vía Expresa. ....	75
Figura 51: Variación de Volúmenes Vehiculares para la intersección Av. Las Palmeras – Vía Expresa. .....	77
Figura 52: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras– Vía Expresa. ....	78
Figura 53: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Abierto de Av. Republica de Perú – Vía Expresa.	78
Figura 54: Variación diaria de la intersección Av. Tomas Katari– Vía Expresa. ....	79
Figura 55: Variación Horaria de los días Lunes, Miércoles y Viernes.....	79
Figura 56: Variación Horaria del día Miércoles .....	80
Figura 57: Composición vehicular de la intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa .....	80
Figura 58: Composición vehicular de la intersección Av. Tomas Katari– Vía Expresa (ligero-pesado) .....	81
Figura 59: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa. ....	82
Figura 60: Variación de Volúmenes Vehiculares para la intersección Av. Tomas Katari– Vía Expresa. .....	84
Figura 61: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari– Vía Expresa. ....	85
Figura 62: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari – Vía Expresa.....	85





Figura 63: Variación diaria de la intersección Av. Diego Túpac Amaru – Vía Expresa.....	86
Figura 64: Variación Horaria de los días Lunes, Miércoles y Viernes.....	86
Figura 65: Variación Horaria del día Miércoles.....	87
Figura 66: Composición vehicular de la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.....	87
Figura 67: Composición vehicular de la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa (ligero- pesado) .....	88
Figura 68: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección Av. Diego Túpac Amaru – Vía Expresa.....	89
Figura 69: Variación de Volúmenes Vehiculares para la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.....	91
Figura 70: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.....	92
Figura 71: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa. .....	92



## CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Identificación del Problema

#### 1.1.1. Descripción del Problema

El Gobierno Regional Cusco a través de COPESCO y el Banco Mundial ha propuesto la reconstrucción de la vía denominada Vía Expresa del Cusco. La misma que en sus componentes de diseño tiene óvalos o rotondas partidas semaforizadas, de las cuales no se conoce su eficiencia y niveles de servicio. Se plantea evaluar su calidad de circulación mediante el contraste con las rotondas modernas y determinar cuál de estas es más adecuada para su implementación.



*Figura 1: Configuración del Proyecto (Óvalo Libertadores-Nodo Versalles)  
Fuente: Google Earth.*

El tipo de rotondas planteadas es del tipo ABIERTO o rotonda partida, la cual permite el paso directo evitando la rotonda, la misma tiene conflictos al realizar giros y cruce en las intersecciones. Además de ello, la propuesta del proyecto regional propone semaforizar, generando demoras innecesarias.



*Figura 2: Rotonda Partida/abierto propuesta en la vía expresa.  
Fuente: COPESCO – consultores COBA/EPS Ingeniería.*

Como se conoce, las rotondas modernas proveen mayor seguridad vial, ya que no tiene el conflicto de cruce directo y no estarán semaforizadas. Las rotondas partidas son acompañadas con semáforos en el proyecto por lo que su uso sería innecesario, pudiendo ser reemplazadas por intersecciones simples semaforizadas.

#### **1.1.1.1. Ubicación Geográfica:**

Los óvalos a analizar tienen la siguiente ubicación geográfica: -El ovalo en la intersección Vía expresa – Av. Perú, se encuentra en el Distrito de Wanchaq, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco.



*Figura 3: “Ovalo en la Intersección Vía Expresa – Av. Republica de Perú”  
Fuente: Google Earth.*





*Figura 4: Diseño conceptual rotonda abierta en Av. Republica de Perú  
Fuente: COPESCO – consultores COBA/EPS Ingeniería.*

- El ovalo en la intersección Vía Expresa– Av. Palmeras se encuentra en el Distrito de Wanchaq, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco.



*Figura 5: Óvalo en la intersección Vía Expresa– Av. Palmeras.  
Fuente: Google Earth*



*Figura 6: Diseño Conceptual Av. Palmeras  
Fuente: COPESCO – consultores COBA/EPS Ingeniería.*

-El ovalo en la intersección Vía Expresa– Calle Tomas Katari, se encuentra en el Distrito de San Sebastián, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco.



*Figura 7: Óvalo en la intersección Vía Expresa– Calle Tomas Katari  
Fuente: Google Earth*





*Figura 8: Diseño conceptual rotonda abierta en Av. Tomas Katari  
Fuente: COPESCO – consultores COBA/EPS Ingeniería*

- El ovalo en la intersección Vía Expresa– Av. Diego Túpac Amaru, se encuentra en el Distrito de San Sebastián, Provincia del Cusco, Departamento del Cusco.



*Figura 9: Ovalo en la intersección Vía Expresa– Av. Diego Túpac Amaru  
Fuente: Google Earth*



*Figura 10: Diseño conceptual Av. Diego Túpac Amaru  
Fuente: COPESCO – consultores COBA/EPS Ingeniería.*

### **1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema:**

#### **1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General**

- ¿Cuál es la diferencia operacional entre los Óvalos Abiertos existentes en el P.I.P. “Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco” y Óvalos Modernos?

#### **1.1.2.2. Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos**

**Problema específico N°1:** ¿Cómo varía el comportamiento operacional entre Óvalos abiertos existentes en el P.I.P. “Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco” y Óvalos Modernos en función a la variación de la geometría?

**Problema específico N°2:** ¿Cuál es el grado de congestión para Óvalos Abiertos existentes en el P.I.P. “Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco” y Óvalos Modernos?

**Problema específico N°3:** ¿Cuál es la influencia de los sistemas de control (semafóricos y no semafóricos) en el comportamiento de los Óvalos Abiertos existentes en el P.I.P. “Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco” y Óvalos Modernos?

**Problema específico N°4:** ¿Cuál es la influencia de la demanda vehículos/hora en el comportamiento operacional de los Óvalos Abiertos existentes en el P.I.P “Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco” y Óvalos Modernos.



## **1.2. Justificación e Importancia de la Investigación:**

### **1.2.1. Justificación Técnica**

La investigación tuvo aportes técnicos como:

-Determinación de la capacidad vial, nivel de servicio, demoras y longitud de cola de los Óvalos o Rotondas, propuestos en el P.I.P. Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco y Óvalos Modernos en estudio.

-Hallazgo de las respuestas, direcciones y lineamientos que promuevan y encaminen a soluciones, diseño de nuevos proyectos a corto, mediano y largo plazo.

- Determinación de la geométrica más eficiente para un menor tiempo de viaje de cada usuario.

### **1.2.2. Justificación Social**

El presente trabajo de investigación es socialmente relevante porque beneficiará a los usuarios que se va movilizar por estos óvalos de la vía expresa necesita conocer cuál de estos óvalos va ser más eficiente en su funcionamiento ya que necesita reducir sus tiempos de viaje para llegar a su destino, reducir el índice de accidentes analizando el comportamiento de los dos tipos de óvalos. Es decir que los óvalos en esta vía puedan brindarle un mejor servicio de transporte.

Los alumnos de la Universidad Andina del Cusco y en general, tendrán un modelo de análisis sobre los Óvalos Abierto, ya que en nuestro medio es totalmente desconocido sobre su funcionamiento y beneficiará futuras investigaciones.

### **1.2.3. Justificación por Viabilidad**

La presente investigación es factible porque contamos con los siguientes datos:

- Se tiene acceso a la zona de investigación.
- Se tiene acceso al P.I.P. “Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la ciudad del Cusco”.
- Contamos con el financiamiento requerido para realizar la investigación eficientemente.

### **1.2.4. Justificación por Relevancia**

El tema de investigación es de gran importancia ya que los óvalos a estudiar del P.I.P de la Vía expresa, comparándolos funcionalmente serán en el futuro las más transitadas en la ciudad del Cusco. Por esta razón que, al conocer la influencia del diseño geométrico, el nivel de servicio e indicador de congestión, influencia de los sistemas de control, influencia de la demanda vehicular/hora, propondremos respuestas, direcciones y lineamientos que promuevan y encaminen a la solución y diseño de nuevos proyectos.





### **1.3. Limitaciones de la Investigación**

#### **1.3.1. Limitaciones por Espacio:**

El estudio se realizó en cuatro intersecciones, ubicadas en el distrito de Wanchaq, San Sebastián y San Jerónimo, provincia del Cusco, departamento del Cusco:

- Intersección Vía expresa– Av. Republica de Perú.
- Intersección Vía expresa– Av. Las Palmeras.
- Intersección Vía expresa– Av. Tomas Katari.
- Intersección Vía expresa– Av. Diego Túpac Amaru.

#### **1.3.2. Limitaciones por Tiempo:**

Con la evidencia de dificultades en el tránsito como la congestión vehicular, bajas velocidades de circulación, embotellamientos en las intersecciones a estudiar, debido al aumento del flujo vehicular y mayor porcentaje de vehículos ligeros o pesados se debe realizar el análisis de capacidad vial y niveles de servicio cada año, considerando los grandes porcentajes de aumento y variación de la capacidad vial y niveles de servicio en dichas vías.

La presente investigación utiliza datos actuales del año 2021 del mes de enero, en los días lunes, miércoles y viernes de 8:00 am a 06:00 pm por las restricciones que presenta nuestra región por el tema de la pandemia.

#### **1.3.3. Limitaciones por datos:**

Faltaron datos referido a las características geométricas de las intersecciones de estudio, la inexistencia de datos actualizados de volúmenes de tránsito. Dichas dificultades se superaron mediante la obtención de trabajos realizados, como son los levantamientos y aforos en campo.

#### **1.3.4. Limitaciones por Fuente de Base:**

Para el estudio de la Capacidad y Niveles de Servicio en el Perú no se cuenta con una metodología propia es por eso que se recurrió a la utilización de la metodología expuesta por el manual norteamericano Highway Capacity Manual (HCM 2010), el mismo que tiene limitaciones como:

- No considera la superficie de rodadura.
- No considera condiciones climáticas.



- Se basa en condiciones ideales básicas.
- No considera formas geométricas como óvalos partidos.

## 1.4. Objetivo de la Investigación

### 1.4.1. Objetivo General

Cuantificar la operación en función de las demoras, longitud de cola y analizar los niveles de servicio operacional actual y proyectado de los óvalos abiertos existentes en el P.I.P. "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco" y compararlos con los Óvalos Modernos.

### 1.4.2. Objetivos Específicos

**Objetivo específico N°1:** - Determinar la influencia de la geometría en cuanto a las demoras, longitud de cola y niveles de servicio en el comportamiento operacional de los óvalos abiertos existentes en el P.I.P. "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco" y Óvalos Modernos.

**Objetivo específico N°2:** -Determinar el grado de congestión para los Óvalos Abiertos existentes en el P.I.P "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco" y Óvalos Modernos.

**Objetivo específico N°3:** -Determinar la influencia de los sistemas de control (semafóricos y no semafóricos) en el comportamiento operacional respecto a las demoras, longitud de cola y nivel de servicio de los Óvalos Abiertos existentes en el P.I.P "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco" y Óvalos Modernos."

**Objetivo específico N°4:** -Determinar la influencia de la demanda Vehículo/hora en el comportamiento operacional de los Óvalos Abiertos existentes en el P.I.P. "Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la Ciudad del Cusco" y Óvalos Modernos"



## CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO DE LA TESIS

### 2.1. Antecedentes de la Tesis:

#### 2.1.1. Antecedentes a nivel Nacional:

##### Tema:

#### “ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO EN LAS ROTONDAS MODERNAS”

- AUTOR: Ing. Ana María Torres Alzamora
- AÑO: Piura, 2015
- UNIVERSIDAD: Universidad de Piura.
- RESUMEN: En la presente Tesis se proporciona información acerca del diseño geométrico, técnicas de planeamiento, procedimientos de evaluación en comportamientos operacionales y de seguridad, que no están consideradas de manera detallada en los manuales de nuestro país.

El propósito es elaborar una comparación de los criterios de diseño geométrico para intersecciones rotatorias establecidos en la Norma Peruana con aquellos manuales especializados en el diseño geométrico de rotondas modernas, específicamente los manuales de la Austroads Ltd. en Australia y la Federal Highway Administration en Estados Unidos. Como aplicación, se seleccionó una intersección en la ciudad de Piura entre la carretera IIRSA Norte y la vía Evitamiento Sur, en la que se ha proyectado una rotonda. Cabe mencionar, que en dicha intersección ya existe un diseño de rotonda elaborado por la Concesionaria IIRSA Norte, sin embargo con los manuales australiano y americano se ha diseñado dos rotondas modernas con criterios diferentes, variando en los radios de la zona central, en la geometría de entrada y salida y en la consistencia de sus velocidades, los cuales a través de pruebas de comportamiento han resultado exitosas con respecto a su funcionamiento logrando reducir las velocidades iniciales de los accesos de 100 km/h y 70 km/h a una velocidad de diseño dentro de la rotonda de 40 km/h.

Finalmente se establecen comparaciones entre los diseños y análisis de capacidad, en donde se puede evidenciar la falta de consideraciones de análisis y diseño que se aplica en nuestro país.

##### Conclusiones:

1.-La Norma Peruana referente al diseño geométrico no considera como alternativa de solución al tráfico a las Rotondas Modernas, para ello la presente tesis presenta el análisis



y la comparación de criterios de diseño geométrico de directrices especializadas, con el fin de considerar a las Rotondas Modernas como alternativas de solución en los lugares que sufren de problemas de seguridad y tráfico.

2.-El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras emplea un cálculo de la capacidad obsoleto que fue dejado de ser útil hace muchos años.

3.-Se observa que los criterios utilizados en cada uno de los manuales han dado como resultado diseños completamente diferentes, la cual se logra el fin de dicha tesis la que es elaborar la comparación entre la Norma Peruana con manuales especializados en diseño geométrico de rotondas modernas especialmente de Australia y Estados Unidos donde se concluye que estas tienen una geometría más estricta a que lleva a tener en cuenta más aspectos para reducciones de velocidad, como alineamientos, trayectorias rápidas.

**Tema:**

**“MICRO-SIMULACIÓN INTERMODAL EN LA CIUDAD DEL CUSCO EMPLEANDO LOS SOFTWARE VISSIN 8 Y VISWALK 8”.**

- AUTOR : Ing. Jordy Wilber Álvarez Vargas
- AÑO: Lima, 2017.
- UNIVERSIDAD: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- RESUMEN: El proyecto de ingeniería a desarrollar consta del estudio de una intersección ubicada en la ciudad de Cusco entre los distritos de Wanchaq y Cusco Cercado con el fin de evaluar las condiciones de los usuarios dentro de la misma. La evaluación se realizará mediante un modelo microscópico de tráfico (intersección), para luego presentar propuestas de mejoras a la situación inicial.

El análisis se realizará a través de los softwares computacionales Vissim 8.0 y Viswalk 8.0. Estos programas son capaces de simular el tráfico vehicular y peatonal de una zona de interés específico basándose en los datos recolectados en campo (flujo vehicular, flujo peatonal, ciclos de semáforos, geometría, etc.).

En este proyecto, se plantearon tres propuestas con la finalidad de mejorar la situación actual del tráfico peatonal y vehicular. De ellas se escogió la de mayor factibilidad en cuanto a la posibilidad de evaluación que se podía desarrollar. Esta alternativa se conformó de la propuesta de modificación de la geometría de la zona de estudio y de la optimización de los ciclos y fases de los semáforos que actúan en la intersección trabajada. Las modificaciones planteadas generaron cambios positivos en cuanto a la



situación inicial estudiada; ya que se redujeron parámetros de eficiencia importantes como la longitud de cola (se redujeron 16 metros) de vehículos en la avenida de mayor afluencia (Av. San Martín). Además, en cuanto a los usuarios de a pie se les brindó mayores facilidades para movilizarse a través de las avenidas de la intersección analizada. Esto debido a que, se propusieron mejoras para la circulación de usuarios con discapacidad. Asimismo, se brindó mayor tiempo para la circulación peatonal (24 segundos adicionales) en el cruce de la Avenida Tullumayo que es la de mayor circulación peatonal.

### **Conclusiones:**

1.-Se logró mejorar el tránsito vehicular se logró que las intersecciones estudiadas sean más acordes a las personas con discapacidad y público en general ya que se mejoraron los accesos a las islas de protección de peatones para cruzar las avenidas y se colocó rampas de acceso a las veredas en todos los cruces peatonales, estas mejoras no perjudicaran a ningún tipo de usuario y beneficia al usuario a pie sin alterar el tránsito vehicular.

2.-En lo que refiere a la capacidad los softwares empleados son de alta calidad y precisión ya que cuando se calibró el modelo desarrollado los resultados que se obtuvieron de los distintos parámetros de evaluación (tiempo de viaje, longitudes de cola, entre otros) presentaron una afinidad a los datos recogidos.

## **2.2. Antecedentes a nivel Internacional.**

### **Tema:**

**“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD EN ROTONDAS, EN FUNCIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN DE SU DISEÑO GEOMÉTRICO BASADO EN UN AUMENTO DE LA SEGURIDAD. CASO DE ESTUDIO CUENCA”.**

- AUTOR : Ing. Hugo Esteban Ortega Guaricela
- AÑO: Portugal, 2017.
- UNIVERSIDAD: Escuela Superior de Tecnología y Gestión del Instituto Politécnico de Leiria.
- RESUMEN: En el presente estudio nos da entender que en Ecuador no dispone de una norma de diseño geométrico para rotondas acorde con la actualidad internacional. La norma vigente utiliza criterios para la generación de parámetros geométricos y para el cálculo de la capacidad que fueron descartados en Estados Unidos y Europa en los 60s.



Esta situación ha generado la construcción de intersecciones heterogéneas con problemas en la operación y la seguridad.

Esta investigación tiene como principal objetivo la comparación de cinco normas o manuales de diseño geométrico para rotondas en áreas urbanas. Se analizaron los parámetros que se utilizan como medida para disminuir y homogenizar las velocidades de circulación y su impacto en el nivel de servicio y capacidad.

Las rotondas son por lo general puntos críticos para el tráfico en la ciudad de Cuenca, ya que sirven como solución para la intersección de carreteras primarias. En función de los parámetros recomendados se rediseñó 2 intersecciones de la ciudad. Las nuevas soluciones proporcionaron una mejora del 60% al 90% de los parámetros de diseño de acuerdo con normas internacionalmente aceptadas. Las velocidades de circulación se reducen potencialmente producto del aumento en la deflexión. En términos de capacidad, se evidenció un pequeño aumento el cual redujo las demoras, mejorando levemente el nivel de servicio. Por lo tanto, y en resumen, los parámetros y rediseños propuestos para el diseño geométrico deberían reducir el riesgo y gravedad de los accidentes sin afectar negativamente las características operacionales.

Este trabajo puede constituir un punto de referencia para el desarrollo de guías de diseño geométrico adaptadas para el Ecuador, esto proporcionará grandes beneficios para la calidad de los diseños futuros y la seguridad vial en el país.

### **Conclusiones:**

- 1.- Los factores Geométricos de una Rotonda se encuentran involucrados en 60% de accidentes de tránsito, especialmente en el radio de deflexión, radio de entrada, radio de salida, ancho de carril de circulación y ancho de carril de entrada.
- 2.- En la ciudad de Cuenca las rotondas son puntos críticos por su nivel de accidentabilidad, congestión, por lo que su mal diseño ocasiona perjuicio en los usuarios reflejándose aumento de accidentes y demoras excesivas de vehículos.
- 3.- El rediseño de las intersecciones mejoró el cumplimiento de los parámetros geométricos, con lo cual es posible disminuir los accidentes; se ha visto, igualmente, que el área necesaria para este rediseño es igual o menor al área que actualmente ocupa la intersección



## 2.3. Bases Teórico – Científicas:

### 2.3.1. Rotondas

La glorieta, rotondas u óvalos se caracterizan por la confluencia de los ramales en un anillo de circulación rotatoria en sentido antihorario alrededor de una isleta central, teniendo prioridad de paso aquellos vehículos que circulan por ella. Dada la actual tendencia de resolver las intersecciones de vías mediante el empleo de glorietas, les dedicaremos una especial atención. Este tipo de intersección surge como un intento de remediar los incipientes problemas de congestión y accidentalidad en las ciudades de principios de siglo. Propuesta a la vez por el ingeniero neoyorquino William Eno y por el arquitecto parisino Eugène Hérnard, el cual se basó en la idea de “obligar a los vehículos a rodear un obstáculo, describiendo trayectorias casi concéntricas que se corten bajo ángulos muy pequeños”.

El desarrollo de este tipo de intersecciones ha sido impulsado desde países como Gran Bretaña o Francia –pionera en su empleo- así como de Estados Unidos. La mayor parte de estudios y normativas existentes provienen de estos tres países. En España, la tradición del empleo de glorietas es mucho más joven y avanza a expensas de la de países con más experiencia. Prueba de ello son las Recomendaciones sobre Glorietas, editadas por el Ministerio de Obras Públicas en 1.989 y que no eran más que un compendio de las normas inglesa y francesa de 1.984, que aún se hallaban sin rectificar. Sin duda, uno de los mayores espaldarazos que ha sufrido la glorieta en los últimos años ha sido el seminario “Giratoires ‘92” celebrado en octubre de 1.992 en la ciudad francesa de Nantes. En él hubo aportaciones de todos los países que conforman Europa Occidental, extrayéndose conclusiones útiles para la implantación y dimensionamiento de este tipo de intersecciones. (Bañón & Beviá, 2000).

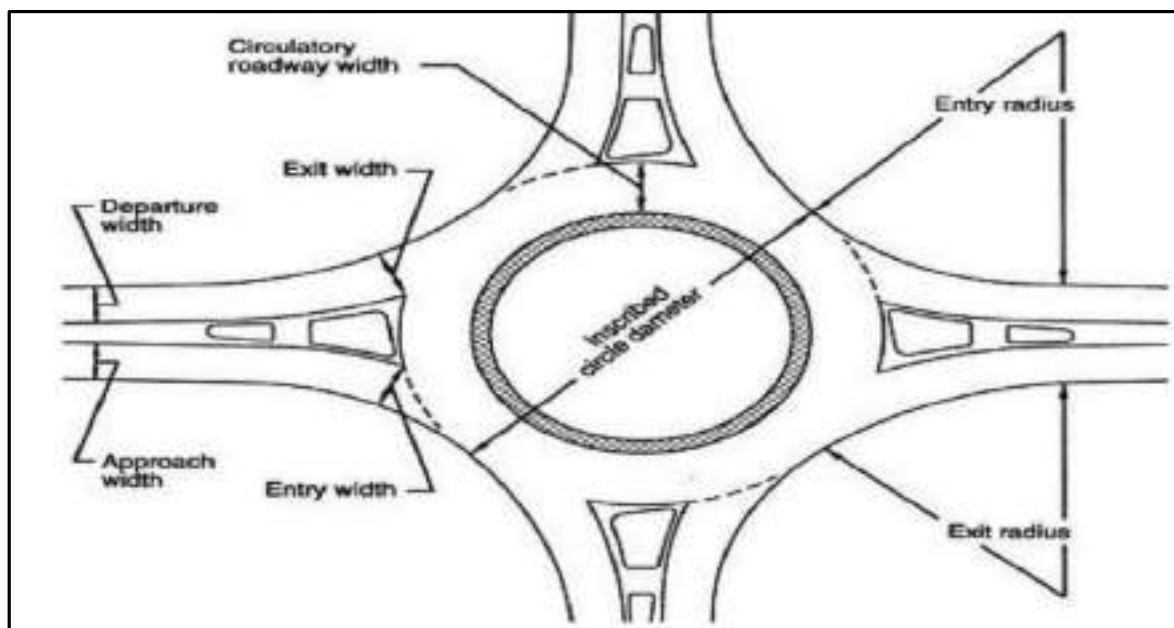
Según The highway capacity manual (TBR, 2010) las rotondas son intersecciones no semaforizadas con una calzada circulatoria y una isla central, en la cual los vehículos entrantes ceden el paso al tráfico circulante. Uno de sus principales objetivos es mejorar la seguridad vial, pues colocar una rotonda en lugar de una intersección común reduce la cantidad de accidentes debido a que los puntos de conflicto son menores (HWCA, 2010).

Asimismo, este manual indica que se reduce el tiempo de circulación de los vehículos dentro de una rotonda en comparación con una intersección semaforizada, por lo que se disminuye la cantidad de paradas y ciclos de aceleración y desaceleración y se mejora el desempeño de la intersección; esta característica también tiene una buena respuesta ambiental debido a que se mejora la calidad del aire por la reducción de ciclos de aceleración y desaceleración y se reduce el ruido ocasionado por los vehículos.

En cuanto a las condiciones geométricas de las rotondas, también son consideradas como grandes ventajas debido a que los vehículos se ven obligados a reducir la velocidad para realizar las próximas maniobras (TBR, 2010). Esta acción permite a los peatones encontrar más oportunidades de cruce, con lo que también se benefician los usuarios vulnerables. Sin embargo, según investigaciones realizadas por Guth et al. (2005), los vehículos reducen su velocidad en los carriles de entrada y aumentan la velocidad en los carriles de salida, lo que califica a un óvalo como una intersección que puede generar conflictos entre los usuarios.

### 2.3.2. Variables geométricas de una rotonda

Las variables geométricas en una rotonda se muestran en la siguiente figura NCHRP (2004):



*Figura 11: Variables geométricas de una rotonda.  
Fuente: NCHRP (2004).*

- **Diámetro del círculo inscrito (Inscribed circle diameter):** El diámetro del círculo inscrito es un parámetro clave utilizado para definir el tamaño de la rotonda. Es medido entre los bordes exteriores de la calzada circular.
- **Ancho de la calzada circular (Circulating roadway width):** El ancho de la calzada circular define el ancho de la calzada para la circulación de todos los vehículos alrededor de la isla central.
- **Ancho de la calzada de aproximación (Approach width):** El ancho de la calzada de aproximación es el ancho de la calzada utilizada por los vehículos cuando se aproximan aguas arriba de cualquier cambio de ancho asociado a la rotonda.





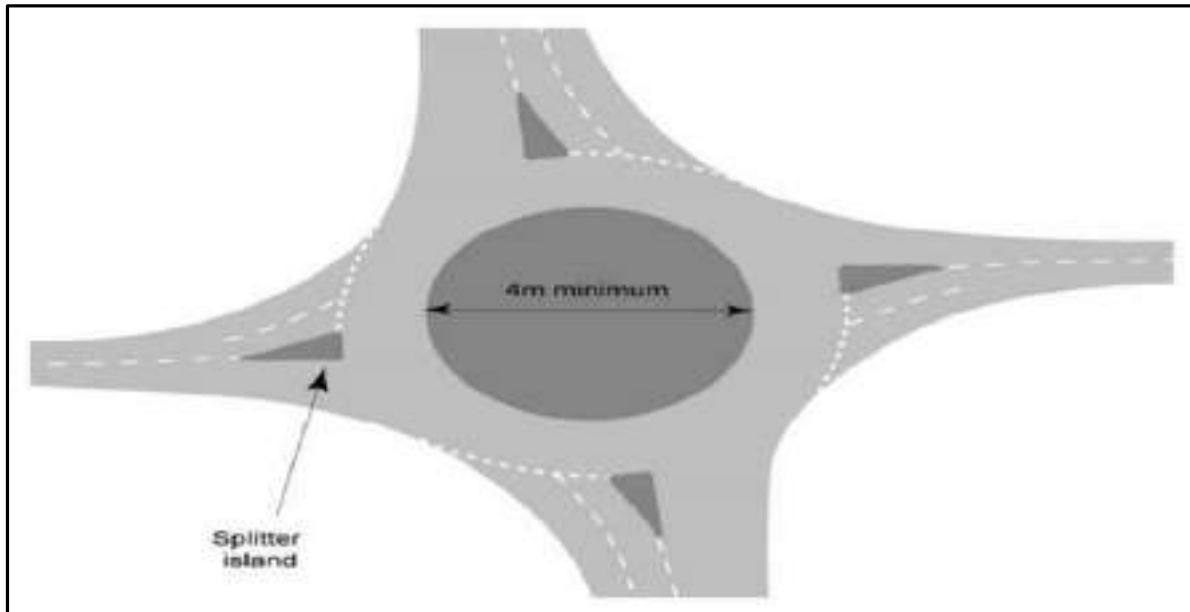
- **Ancho de calzada de desviación (Departure width):** El ancho de la calzada de desviación es el ancho de la calzada utilizada por los vehículos de salida aguas debajo de cualquier cambio en el ancho asociado a la rotonda.
- **Ancho de la calzada de entrada (Entry width):** El ancho de la calzada de entrada se define como el ancho de entrada donde se encuentra con el círculo inscrito. Se mide perpendicularmente desde el borde derecho de la entrada hasta el punto de la línea del borde izquierdo.
- **Ancho de salida (Exit width):** El ancho de la calzada de salida se define como el ancho de salida donde se encuentra el círculo inscrito. Se mide de manera perpendicular desde el borde derecho de la salida hasta el punto de la línea del borde izquierdo.
- **Radio de curvatura de entrada (Entry radius):** Es el mínimo radio de curvatura del borde exterior de la entrada.
- **Radio de curvatura de salida (Exit radius):** Es el mínimo radio de curvatura del borde exterior de salida.
- **Ángulo de entrada:** Es el ángulo entre la proyección del carril de ingreso y la curva de ingreso a la rotonda.

### 2.3.3. Tipos de Rotondas

Según DESIGN MANUAL FOR ROADS AND BRIDGES (DMRB, 2007):

#### 2.3.3.1. Rotondas Normales

Tiene una isla central al menos 4 metros de diámetro (figura 16). Sus enfoques pueden ser carreteras de doble calzadas o individuales. Por lo general, una rotonda normal se ha intensificado entradas y salidas para permitir que dos o tres vehículos que entran o salen de la rotonda en un brazo se administren al mismo tiempo. Si es así, su calzada circulatoria debe ser lo suficientemente amplia para dos o tres vehículos para viajar junto al otro en la misma rotonda. Si una rotonda normal tiene más de cuatro brazos, se hace grande con la probabilidad de que una mayor velocidad de circulatorios resultará. Ya sea una rotonda doble o una rotonda señalizada es una solución potencial en estas circunstancias.



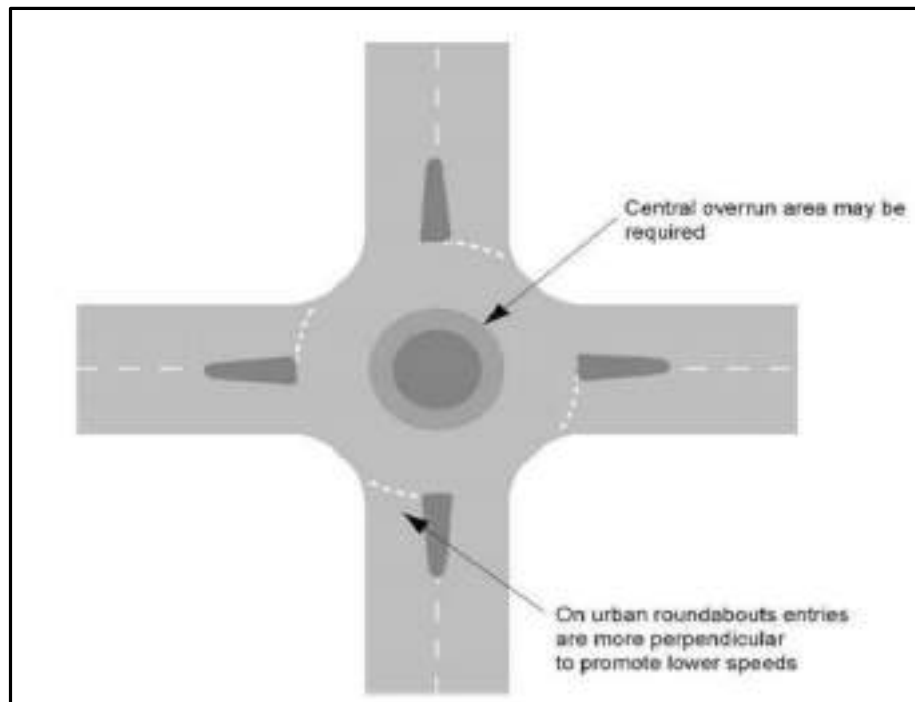
*Figura 12: Rotondas Normales.  
Fuente: DMRB (2007).*

### **2.3.3.2. Rotondas Compactos**

Tiene entradas de carril individuales y salidas en cada brazo. La anchura de la calzada circulatorio es tal que no es posible para dos coches pasen entre sí.

En las carreteras con un límite de velocidad de 40 mph o menos a 100 metros de la línea de manera de dar en todos los enfoques, compactas rotondas pueden tener bajos valores de entrada y salida radios en combinación con altos valores de desviación de entrada. Este diseño tiene menos capacidad que la de normales rotondas, pero es particularmente adecuado cuando existe una necesidad de acomodar el movimiento de los peatones y los ciclistas. Las entradas no-acampanado / salidas dan el diseñador más flexibilidad en el emplazamiento de los pasos de peatones.

En las carreteras con límites de velocidad superior a 40 mph, el diseño de rotondas compactas es similar al de las rotondas normales, pero las entradas de un solo carril y las salidas se mantienen. (DMRB, 2007).



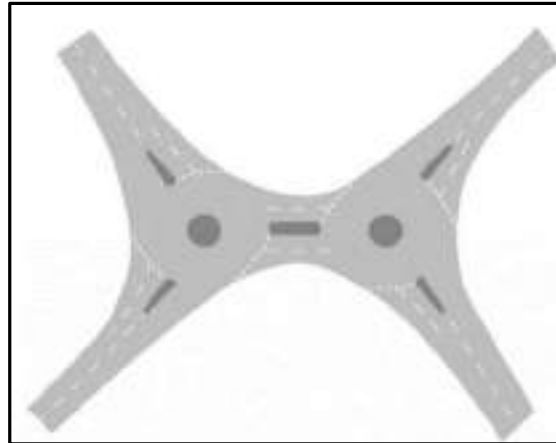
*Figura 13: Rotondas Compactas  
Fuente: DMRB (2007).*

#### **2.3.3.3. Mini Rotondas**

Es aquella que cuentan con una isleta central con un diámetro entre 1 y 4m a nivel del suelo o un poco elevada (5mm). Sin embargo, se debe tener en cuenta que estas rotondas o glorietas solo deben ser implementadas si las velocidades son menores a 50 km/h; asimismo, por su tamaño, estas glorietas deben estar libres de todo el mobiliario posible y contar solo con lo imprescindible (DMRB, 2007).

#### **2.3.3.4. Rotondas Dobles**

Pueden ser una gran alternativa ya que es una intersección compuesta por dos glorietas que pueden ser mini-glorietas, glorietas compactas o normales (Figura 18). Este tipo de rotondas puede ser implementado para unir dos carreteras paralelas separadas por un obstáculo como una autopista o ferrocarril; también pueden ser utilizadas para aumentar la capacidad de una glorieta individual. Una gran ventaja de las glorietas dobles es que brindan mejores condiciones de seguridad ya que los vehículos se ven obligados a desplazarse a menores velocidades. (DMRB, 2007).



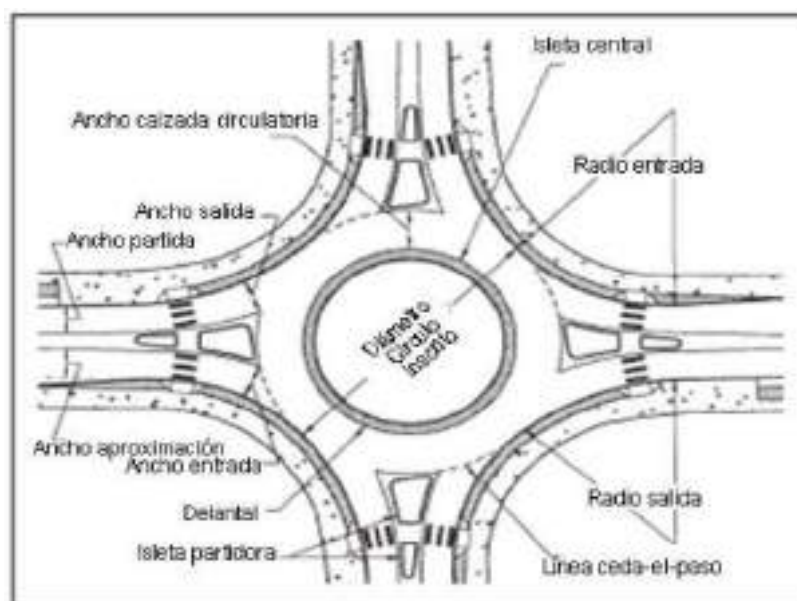
*Figura 14: Rotondas Dobles.  
Fuente: DMRB (2007).*

### 2.3.3.5. Rotondas Modernas

Entendemos como rotonda moderna un tipo especial de intersección circular, que se caracteriza por la manera en que se tratan los tramos que confluyen en él, ya que se comunican a través de una calzada anular en la que se establece una circulación giratoria alrededor de una isleta central. (FHWA, 2010).

### 2.3.3.6. Elementos

Los siguientes elementos, son los más representativos en una rotonda moderna y podrán ser identificados en la Figura 19.



*Figura 15: Elementos básicos de una rotonda moderna.  
Fuente: US Dept. of Transportation, Federal Highway Administration (2011)*



a) Calzada circulatoria o Anillo de Circulación

También llamado calzada anular, el anillo de circulación es la zona, generalmente asfaltada, comprendida entre el diámetro exterior de la rotonda y el islote central. En la mayoría de casos adopta una forma de corona circular (menos cuando la rotonda es elíptica). Es la zona de la intersección destinada al tránsito de los vehículos en sentido giratorio, recoge el tráfico entrante en la intersección y lo reconduce hacia las salidas.

b) Islote Central

Es la zona no destinada a la circulación de vehículos que queda comprendida en el interior del anillo de circulación, de manera que la calzada anular lo bordea. Suele ser circular y en algunos casos oval o elíptico.

c) Entradas y Salidas

Se llama entrada a la zona de la vía que desemboca en la intersección y que está separada de esta por la línea de ceda el paso. Se diseñan de manera que los conductores que se aproximan a la rotonda tomen plena conciencia de la proximidad de la intersección y estén obligados a reducir la velocidad facilitando el cumplimiento de la regla de prioridad del anillo.

El diseño de las salidas es completamente diferente, ya que se pretende que la maniobra de abandono de la calzada anular sea lo más expeditiva posible y se realice en las mejores condiciones de seguridad posibles. Para ello hacen falta radios de salida mayores que las de las entradas, así como carriles de salida más anchos.

d) Isletas deflectoras

Se encuentran situadas en el punto de unión entre los brazos de la rotonda (ramales), acostumbran a tener forma triangular y separan los dos sentidos de circulación de la intersección.

Las isletas deflectoras cumplen múltiples funciones por un lado señalan la proximidad de la rotonda y generan una inflexión en las trayectorias de los vehículos entrantes (y salientes) induciendo a la reducción de la velocidad a la vez que estos adoptan un ángulo de entrada adecuado con respecto a las trayectorias de circulación de la calzada anular.

e) Cruces accesibles a los peatones

En las rotondas diseñadas con sendas peatonales, típicamente ellas se ubican retiradas hacia atrás de la línea de entrada, y la isleta partidora suele cortarse para permitir que los peatones,



sillas de ruedas, cochecitos de niños y bicicletas pasen a través. Los cruces peatonales deben ser accesibles con pendientes y advertencias detectables apropiadas.

#### **2.3.3.7. Características Generales**

Muchas jurisdicciones están buscando métodos alternativos de control de intersecciones para mejorar la seguridad y aumentar la capacidad sin ampliar los caminos. Las rotondas son cada vez más populares por las múltiples ventajas para la seguridad, operaciones y estética vial. En tanto los organismos viales se familiarizan cada vez más con estos tipos de intersecciones, es importante entender sus ventajas y desventajas. (FHWA, 2010).

#### **2.3.3.8. Seguridad**

Las rotondas demostraron ser más seguras para los vehículos automotores y peatones que otras formas de intersecciones a nivel.

Los buenos diseños de las rotondas alientan el control de la velocidad.

El desempeño de seguridad de una rotonda es producto de su diseño. En las rotondas los vehículos viajan en el mismo sentido, eliminando los conflictos de giro en ángulo recto a la izquierda asociados con las intersecciones tradicionales. Además, el buen diseño de una rotonda asigna alta prioridad al control de la velocidad mediante las características geométricas, dispositivos de control de tránsito, o por la interacción con otro tránsito. Debido a esto, el control de la velocidad se puede alcanzar en todo momento del día. (FHWA, 2010).

#### **2.3.3.9. Decisiones de los Usuarios**

Generalmente, las decisiones de los usuarios -conductores, peatones y ciclistas- son más simples en las rotondas que en otros tratamientos de intersección. Sin embargo, las rotondas también otorgan mayor responsabilidad sobre las personas para tomar decisiones en lugar de dirigitas mediante un dispositivo de control de tránsito. (FHWA, 2010).

#### **2.3.3.10. Operaciones de Tránsito**

La operación del tránsito vehicular en una rotonda está determinada por la aceptación de claros: los vehículos que entran buscan y aceptan claros en la circulación de tránsito. Las bajas velocidades de la rotonda de facilitan este proceso de aceptación de claros. Por otra parte, la eficiencia operativa (capacidad) de las rotondas es mayor a velocidad de circulación baja, debido a los dos fenómenos siguientes:



1.- A mayor velocidad del tránsito, más grandes serán los claros que el tránsito entran-te aceptará con comodidad. Esto se traduce en menos claros aceptables y, por lo tanto, más casos de vehículos que entran quieren entrar, detenidos en la línea de ceda el paso.

2.- El tránsito entrante y que primero estuvo detenido en la línea de ceda el paso re-quiére claros más grandes aún en el tránsito circulante para acelerar y convergir con el tránsito que circula. A mayor velocidad del tránsito, más grande debe ser el claro. Esto se traduce en menos claros aceptables y, por lo tanto, en demoras mayores para el tránsito que entra. (FHWA, 2010).

#### **2.3.3.11. Requerimiento de Espacio**

A menudo, las rotondas requieren más espacio en la vecindad de la intersección que las intersecciones comparables controladas por pare o por semáforos. Esta necesidad de espacio es dictado por una serie de factores, incluyendo el tamaño y la forma de la rotonda (por ejemplo, circular en comparación con no circular). Sin embargo, como se discutió previamente en el contexto de un corredor, el espacio adicional necesario en las inmediaciones de una rotonda puede ser compensado por el reducido espacio necesario entre las intersecciones.

En la medida en que una rotonda comparable supere a un semáforo en términos de menores demoras y colas más cortas, requerirá menos espacio de almacenamiento de colas en los ramales de acceso. Si una intersección semaforizada requiere largos o múltiples carriles de giro para proveer suficiente capacidad de almacenamiento, una rotonda con capacidad similar puede requerir menos espacio en las aproximaciones. (FHWA, 2010).

#### **2.3.3.12. Administración de Acceso**

Las rotondas se pueden utilizar en las principales intersecciones públicas y privadas para facilitar los movimientos más importantes y mejorar la administración de acceso. Los puntos de accesos públicos y privados secundarios entre las rotondas pueden acomodarse mediante intersecciones parcial o totalmente controladas por señales pare en los dos sentidos, con las rotondas proveyendo oportunidades de giros en U. La mayor parte de los principios utilizados para la administración de acceso en las intersecciones convencionales también se pueden aplicar en las rotondas. (FHWA, 2010).

#### **2.3.3.13. Factores Ambientales**

Las rotondas pueden proporcionar beneficios ambientales si se reducen las demo-ras vehiculares y el número y la duración de las detenciones en comparación con otros tipos de intersecciones. Incluso cuando haya grandes volúmenes, los vehículos continúan avanzando



lentamente en las colas en lugar de llegar a una completa detención. Esto puede reducir significativamente el impacto del ruido, la contaminación del aire y el consumo de combustible al reducir el número de ciclos de aceleración/desaceleración y el tiempo dedicado al punto muerto. (FHWA, 2010).

#### **2.3.3.14. Costos de Operación y Mantenimiento**

Los costos de proyecto y construcción de una rotonda pueden variar significativamente en función del tamaño de la rotonda, la disponibilidad de zona de camino, los requisitos de iluminación nocturna, y el diseño de otras características estéticas que puedan desearse. Una rotonda nueva de un solo carril en un entorno no edificado puede tener costos de construcción comparables con una intersección semaforizada. Al crecer el tamaño de la rotonda, sobre todo en una zona comercial o residencial completamente edificada, el costo de la construcción de la rotonda puede ser mayor que el de una intersección semaforizada. Sin embargo, las operaciones y el costo de mantenimiento de una rotonda pueden ser menores que el de una intersección semaforizada, con la posible excepción de mayores necesidades de iluminación nocturna de la rotonda. Aunque el costo inicial de construcción pueda ser mayor, una rotonda puede tener menores costos de operación y mantenimiento que una intersección semaforizada, y su vida útil es significativamente más larga, de aproximadamente 25 años, en comparación con 10 años de una intersección semaforizada típica. (FHWA, 2010).

#### **2.3.3.15. Apaciguamiento del Tránsito**

Las rotondas pueden apaciguar el tránsito vial al reducir la velocidad de los vehículos mediante el diseño geométrico, en lugar de dispositivos de control de tránsito o volumen de tránsito. En consecuencia, la reducción de velocidad se puede realizar a cualquier hora del día y en calles y caminos de cualquier volumen de tránsito. (FHWA, 2010).

#### **2.3.4. Análisis Operacional**

Un análisis operacional se utiliza para evaluar el funcionamiento de una rotonda, el análisis operacional produce dos tipos de estimaciones:

- a) La capacidad de una instalación, es decir, la capacidad de dar cabida a diversas corrientes de usuarios.
- b) El nivel de funcionamiento, usando una o más medidas de efectividad, como demoras y colas.

En nuestra Tesis se utilizará el método del Manual de Capacidad de Caminos (HCM, 2010) para el cálculo de capacidad, control de demoras, nivel de servicio, y longitudes de cola solo



para los Óvalos Modernos ya que el manual no aplica para los óvalos Abiertos.

### 2.3.4.1. Recopilación, análisis de datos, determinación de índices de flujo en la rotonda y ajustes por flota mixta de vehículos

Para rotondas modernas existentes, los movimientos de giro se recogen con una variedad de técnicas como grabación en directo de los patrones de movimiento de giro con observadores de campo, técnicas de estudio origen-destino, etc. Se requieren cálculos de índices de flujo de entrada, circulación y salida para cada ramal de rotonda. El índice de flujo que circula en oposición en una determinada entrada se define como el flujo en conflicto con el flujo de entrada de ese ramal. Los movimientos de una rotonda moderna están ilustrados en la Figura 16.

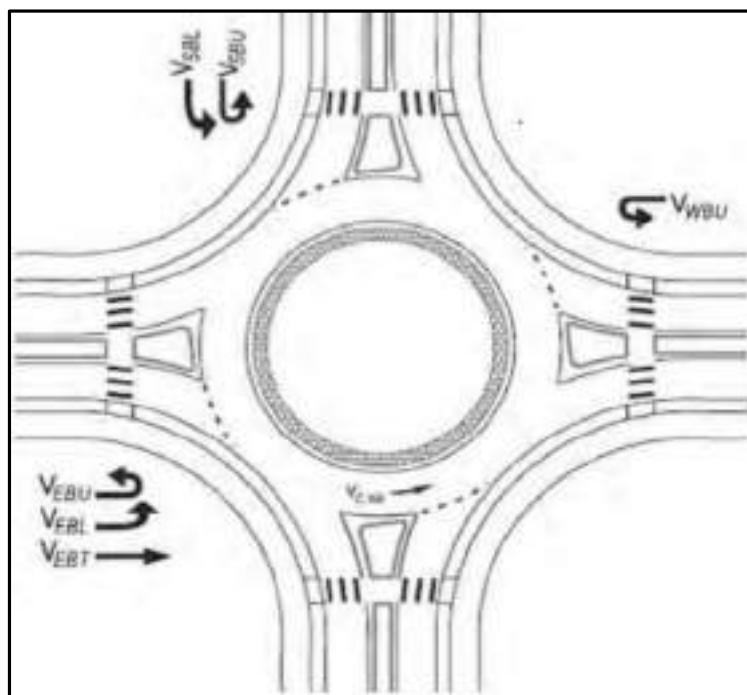


Figura 16: Cálculo del caudal circulante

Fuente: US Dept. Of Transportation, Federal Highway Administration (2011)

Para tener en cuenta las características de flujo de vehículos, se ajusta la tasa de flujo para cada movimiento con los factores indicados en la Tabla 2. Se debe tener en cuenta que las ecuaciones de capacidad señaladas en este capítulo incorporan implícitamente estos factores.

Tabla 1: Equivalencias de los vehículos de pasajeros

Tipo de Vehículo	Equivalencia de los vehículos de pasajeros ( $E_T$ )
Coche de pasajeros	1.0
Vehículos pesados	2.0
Bicicleta	0.5

Fuente: US Dept. of Transportation, Federal Highway Administration (2011)



El cálculo para incorporar los valores de la Tabla 1 se da en la Ecuación 1 y Ecuación 2 (HCM, 2010).

$$v_{i,pce} = \frac{v_i}{f_{HV}} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1+P_T(E_T-1)} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

$v_{i,pce}$  = Tasa de flujo de la demanda de movimiento  $i$ , cp/h

$v_i$  = Volumen de la demanda de movimiento  $i$ , veh/h

FHV = Factor de ajuste de vehículos pesados

PT = Proporción de volumen de la demanda que consiste en vehículos pesados

ET = Equivalencia de los vehículos de pasajeros para los vehículos pesados

#### 2.3.4.2. Método HCM 2010

La FHWA – Roundabouts an Informational Guide 2da Edition (2011) propone como metodología de análisis operacional el manual de capacidad de caminos conocido como HCM 2010. La capacidad de un carril de entrada con la oposición de un carril de circulación (p.ej., una entrada de un solo carril en una rotonda de un solo carril, o cualquier carril de una entrada de dos carriles en conflicto con un carril de circulación) se basa en el flujo en conflicto. La ecuación de capacidad de rotondas de la HCM2010 se basa en una ecuación de regresión de los datos observados en 31 sitios en los EE.UU. Y se obtiene lo señalado en la Ecuación 15.

$$C_{e,pce} = 1.130e^{(-1.0 \times 10^{-3})v_{c,pce}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

$C_{e,pce}$  = Capacidad de carril, ajustado para los vehículos pesados

$v_{c,pce}$  = Flujo de conflicto en el carril de circulación

La Ecuación 4 y Ecuación 5 dan la capacidad de los carriles de la derecha e izquierda, respectivamente, de una entrada de rotonda de dos carriles con la oposición de dos carriles en conflicto:



$$C_{e,R,pce} = 1.130e^{(-0.70 \times 10^{-3})v_{c,pce}}$$

Ecuación 4

$$C_{e,L,pce} = 1.130e^{(-0.75 \times 10^{-3})v_{c,pce}}$$

Ecuación 5

Dónde:

$C_{e,R,pce}$  = Capacidad de la vía de entrada a la derecha, ajustado para los vehículos pesados, cp/h

$C_{e,L,pce}$  = Capacidad de la vía de entrada a la izquierda, ajustado los vehículos pesados, cp/h

$V_{c,pce}$  = Flujo de conflicto en el carril de circulación, cp/h

#### 2.3.4.3. Relación Volumen – Capacidad

La relación volumen-capacidad es una comparación de la demanda en la entrada de la rotonda con la capacidad de la misma y proporciona una evaluación directa de la eficacia de un diseño dado. Para un carril determinado, la relación volumen-capacidad,  $x$ , se calcula dividiendo la capacidad calculada del carril por su tasa de flujo de demanda, como se muestra en la Ecuación 6.

$$X = \frac{v}{c}$$

Ecuación 6

Dónde:

$V$  = volumen [veh/h]

$C$  = capacidad [veh/h]

Mientras que el HCM no define un estándar para la relación volumen capacidad, la experiencia internacional sugiere que las tasas de volumen capacidad en el rango de 0.85 a 0.90 representan un umbral aproximado para un funcionamiento satisfactorio.

#### 2.3.4.4. Control de demora

El HCM identifica el control de demora como la principal medida de la calidad de servicio de intersecciones semaforizadas y no semaforizadas. La demora es un parámetro estándar utilizado para medir el funcionamiento de una intersección, es el tiempo que le lleva a un conductor desacelerar hacia una cola, estar en la cola, esperar un claro aceptable en el flujo de circulación mientras está en la parte delantera de la cola, y acelerar a la salida de la cola.

La Ecuación 7 es la que debe utilizarse para estimar el control de demora media para cada carril en una aproximación de la rotonda.



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

Ecuación 7

Dónde:

d = promedio de control de demora, s/veh

x = relación de volumen a la capacidad del carril

c = capacidad del carril, veh/h

T = período de tiempo (T = 1 para 1 hora, T = 0.25 para 15 min)

### 2.3.4.5. Calidad de servicio y nivel de servicio

El HCM define calidad de servicio como cuán bien funciona una instalación de transporte o servicio desde la perspectiva de un viajero. Y define los niveles de servicio (NdS) como una estratificación cuantitativa de una medida del funcionamiento o medidas que representan la calidad del servicio. Como señala la Tabla 2, se asigna NdS F si la relación de volumen-capacidad de un carril es superior a 1.0 independientemente del control de demora. Para evaluar los NdS en la aproximación y en la intersección, los NdS se basan únicamente en el control de demora.

Tabla 2: Criterios de niveles de servicio. De enfoques y evaluación a nivel de intersección, NDS se define únicamente por el control de demora

Control de demora (s/veh)	Nivel de servicio por la relación Volumen-Capacidad	
	v/c ≤ 1.0	v/c > 1.0
0 - 10	A	F
>10 - 15	B	F
>15 - 25	C	F
>25 - 35	D	F
>35 - 50	E	F
>50	F	F

Fuente: US Dept. of Transportation, Federal Highway Administration (2011)

### 2.3.4.6. Longitud de cola

La longitud de cola es aquel parámetro que permite medir el flujo de saturación en cada intersección, por tal motivo es importante al evaluar la adecuación del diseño geométrico de las aproximaciones de la rotonda. La duración estimada de una cola también proporciona información adicional sobre las prestaciones de funcionamiento de una rotonda. La cola de 95 percentil de un carril en una aproximación determinada se calcula utilizando la Ecuación 8:



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

Ecuación 8

Dónde:

Q95 = Cola de 95 percentil, veh

x = relación de volumen y capacidad del carril

c = capacidad del carril, veh/h

T = período de tiempo, h (T = 0.25 para 15 min)

### 2.3.5. Rotondas Abiertas

Son un tipo especial de intersección que se utiliza sobre todo entre vías con intensidades de tráfico muy diferentes. No se pueden considerar como rotondas ya que su funcionamiento es completamente diferente al de éstas, en realidad se asemejan más a una intersección convencional. A nivel geométrico la intersección es muy similar a una rotonda salvo por que la calzada de la carretera o vía principal atraviesa el islote central, partiéndolo en dos mitades. Así lo que podría parecer la calzada anular se encuentra interrumpida por la vía principal por la que los vehículos circulan sin pérdida de prioridad. La rotonda tan sólo es rodeada por los vehículos que desean realizar un giro a izquierdas y por los que circulan por la vía secundaria. Su utilidad radica en que permite las mismas maniobras que la glorieta sin introducir cambios en la trayectoria de los vehículos que desean permanecer en la vía principal. Es por esto por lo que generalmente se ubican fuera de poblado para dar acceso a una carretera de menor importancia a través de la principal, sin embargo también existen numerosas rotondas de este estilo en zonas urbanas y periurbanas, generalmente semaforizadas.

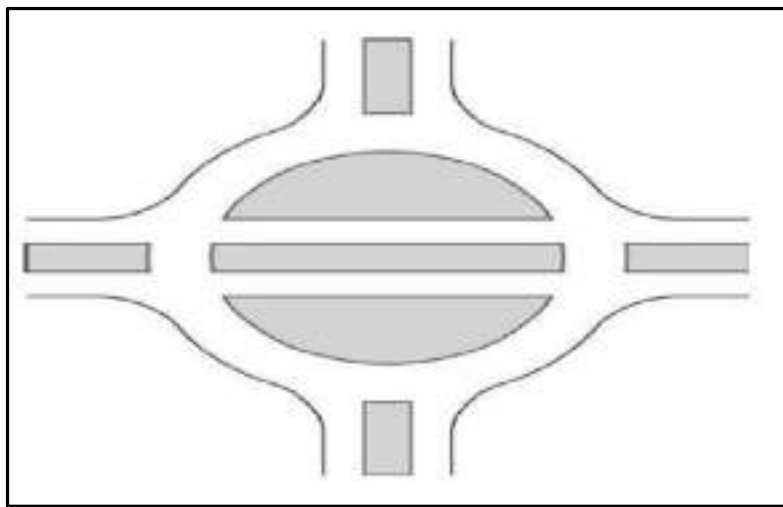
Como principal inconveniente hay que destacar que esta maniobrabilidad no es gratuita, para algunos movimientos es preciso cruzar la vía principal, por la que los vehículos circulan más frecuentemente y a mayores velocidades, con el peligro que ello supone, de ahí que una buena visibilidad y una correcta señalización sean de vital importancia. (Darder Gallardo, Víctor, Tesina “Funciones de las rotondas urbanas y requerimientos urbanísticos de organización” (2005).

Una rotonda con una isla central transición generalmente se llama una “rotonda hamburguesa” (el nombre proviene de la vista aérea: las dos mitades de la isla central se ven como el “pan”, y la isla divisoria entre dos caminos representa la “carne”), pero el término “Split-rotonda”, y



“sobre pasante”, y rotonda “cut-through” también están en uso. La rotonda hamburguesa es un tipo de rotonda con una sección recta a través de la calzada en relación con las carreteras principales. Cuenta con una isla central dividida con una isla divisoria entre las dos mitades de la isla central. La anchura de la isla divisor es igual a la longitud de un vehículo pesado o un bus (o más, pero no menos). El diámetro circular inscrito de la rotonda hamburguesa es de unos 60 m o más.

En el Reino Unido e Irlanda este tipo de rotonda se encuentra todavía en uso frecuente, y también es muy común en España y Portugal. Este tipo de rotonda hamburguesa grado en la a menudo es la señal de tráfico controlada debido a la gran cantidad de puntos de conflicto. (T. Tollazzi, Tipos alternativos de rotondas, Springer Tracts en Transporte y Tráfico (2015)).



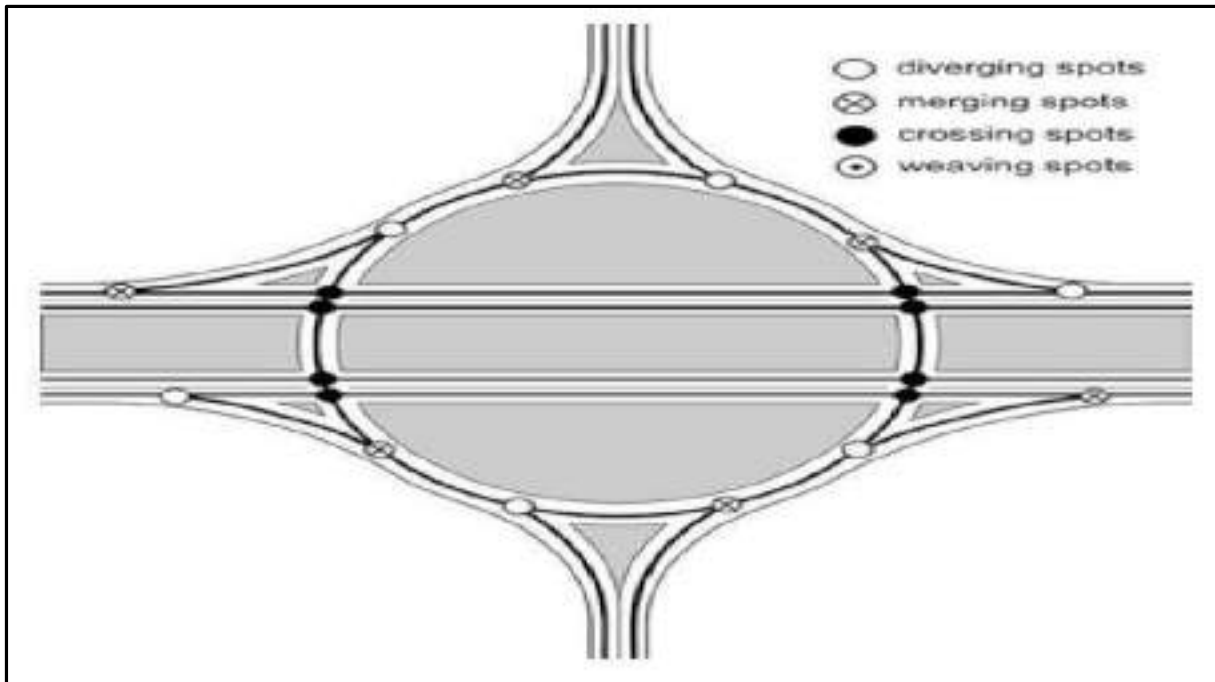
*Figura 17: Bosquejo de Rotonda Abierta*

*Fuente: T. Tollazzi, Tipos alternativos de rotondas, Springer Tracts en Transporte y Tráfico (2015)*

#### **2.3.5.1. Puntos de Conflicto**

Este tipo de rotonda hamburguesa grado en veces es tráfico-signal controlada debido a la alta cantidad de puntos de conflicto, y siempre iluminación:





*Figura 18: Bosquejo de Rotonda Abierta*

*Fuente: T. Tollazzi, Tipos alternativos de rotondas, Springer Tracts en Transporte y Tráfico (2015)*

### **2.3.6. Niveles de servicio**

El HCM 2010 ha creado una medida cualitativa para definir los diferentes tipos o capacidades de servicio que tiene una vía a los cuales se denomina niveles de servicio (LOS).

El HCM denomina a los niveles de servicio como “una medida de calidad que describe las condiciones de funcionamiento dentro de un flujo de tráfico, por lo general en términos de medidas de servicio tales como la velocidad y el tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia.

Según el HCM especifica que hay 6 diferentes niveles de servicio a los cuales los designa con las letras A hasta la F, siendo el nivel “A” el que presta mejores condiciones de funcionamiento y la “F” el de peor.

En el libro de ingeniería de carreteras volumen I de Carlos Kraemer se describe cada uno de los de los niveles de servicio los cuales se presenta a continuación

#### **2.3.6.1. Nivel de servicio A**

La velocidad de los vehículos es prácticamente igual a la que libremente elegirían sus conductores si no se vieran obligados a modificarla a causa de otros vehículos. Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarlo con facilidad sin sufrir ninguna demora.



Este nivel corresponde a unas condiciones de circulación libre.

#### **2.3.6.2. Nivel de servicio B**

La velocidad de los vehículos, especialmente la de los más rápidos, se ve influenciada por otros vehículos, y puede verse demorados durante ciertos intervalos por otros más lentos, pero no llegan a formarse colas. Este nivel corresponde a unas condiciones de circulación estable.

#### **2.3.6.3. Nivel de servicio C**

La mayor parte de los conductores deberán ajustar su velocidad teniendo en cuenta la de los vehículos que les preceden, porque las posibilidades de adelantamiento son reducidas y se forman grupos de vehículos que circulan a la misma velocidad. La circulación sigue siendo estable, porque las perturbaciones debidas a los cambios de velocidad se suelen disipar sin llegar a producir una detención total.

#### **2.3.6.4. Nivel de servicio D**

Todos los vehículos deben regular su velocidad teniendo en cuenta la marca de los vehículos precedentes. La velocidad media se reduce y se forman largas caravanas, ya que resulta difícil adelantar a otros vehículos. La circulación se aproxima a la inestabilidad, y cualquier incremento en la intensidad del tráfico puede dar lugar a la detención de la circulación.

#### **2.3.6.5. Nivel de servicio E**

La velocidad media de todos los vehículos es prácticamente igual, y se forman largas caravanas con separaciones muy pequeñas entre vehículos, ya que es imposible rebasar. Son frecuentes las detenciones bruscas debidas a cualquier tipo de accidente. La intensidad alcanza la capacidad de la carretera.

#### **2.3.6.6. Nivel de servicio F**

Corresponde a congestión, se ira formando una cola de vehículos que avanzaran muy lentamente. La velocidad media es muy baja e incluso en ocasiones nula. La situación resulta completamente impecable.

Para la determinación de los niveles de servicio, en la reciente versión (HCM, 2010), se añade al criterio de demoras por control la relación volumen capacidad ( $v/c$ ).

Como se observa a continuación, en la Tabla 8, si la relación  $v/c$  supera el valor de 1.0 el nivel de servicio será por defecto “F” sin importar el criterio de demora

Tabla 3: Criterio para determinación de los niveles de servicio

Nivel de Servicio		Demora por Control
$v/c \leq 1$	$v/c > 1$	(s/Vehículos)
A	F	$\leq 10$
B	F	$> 10 - 20$
C	F	$> 20 - 35$
D	F	$> 35 - 55$
E	F	$> 55 - 80$
F	F	$> 80$

Fuente: HCM (2010)

### 2.3.7. Los Círculos Semaforizados

Son intersecciones circulares de viejo estilo usadas en algunas ciudades de los EUA, donde se usan semáforos para controlar una o más entradas. Como resultado, los círculos semaforizados tienen características operacionales claramente diferentes de las rotondas controladas por ceda-el-paso, con almacenamiento de los vehículos que esperan dentro de la calzada circulatoria, y progresión de semáforos. (FHWA, 2010).



Figura 19: Ejemplo de un Círculo de Tránsito Semaforizado  
Fuente: (FHWA, 2010).

En nuestro medio podemos apreciar la presencia de vías circulares como el ovalo libertadores y el ovalo Pachacutec. Óvalos de mucha importancia y gran flujo vehicular



*Figura 20: Óvalo Libertadores (Cusco, Perú)  
Fuente: Google Earth*



*Figura 21: Óvalo Pachacutec (Cusco, Perú)  
Fuente: Google Earth*

A nivel nacional en la ciudad de Piura, se puede apreciar la presencia de óvalos modernos como el Óvalo Grau.

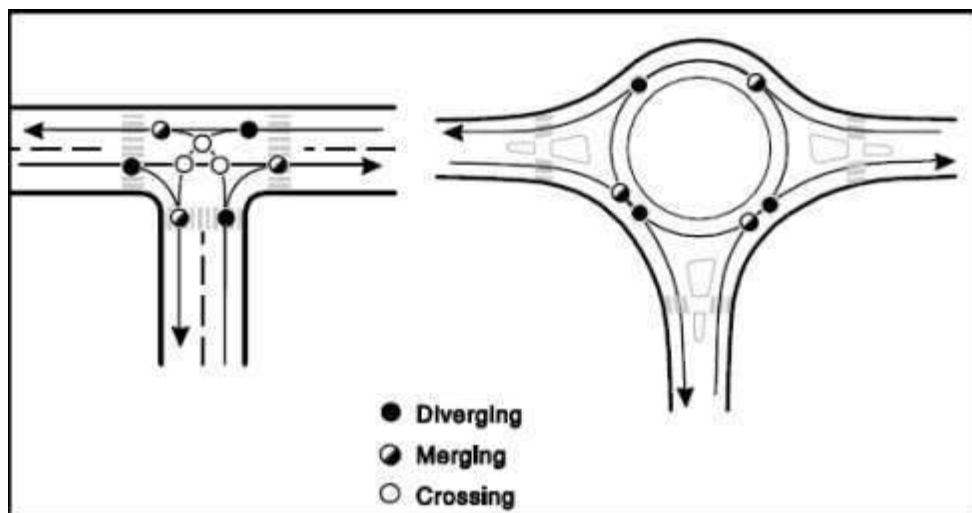




*Figura 22: Óvalo Grau (Piura, Perú)  
Fuente: Google Maps*

### 2.3.8. Análisis de conflictos

La Figura 23 presenta un diagrama de puntos de conflicto vehículo-vehículo para una intersección tradicional de tres ramas (T) y una rotonda de tres ramales. Como muestra la figura, el número de puntos de conflicto vehículo-vehículo de rotondas disminuye de nueve a seis en las intersecciones de tres ramas.



*Figura 23: Vehículo de conflictos para T-cruces con un solo carril  
Fuente: US Dept. Of Transportation, Federal Highway Administration (2010).*

Una rotonda de cuatro ramales y carril único tiene 75% menos puntos de conflicto, y ningún punto de conflicto por cruce en comparación con una intersección convencional.

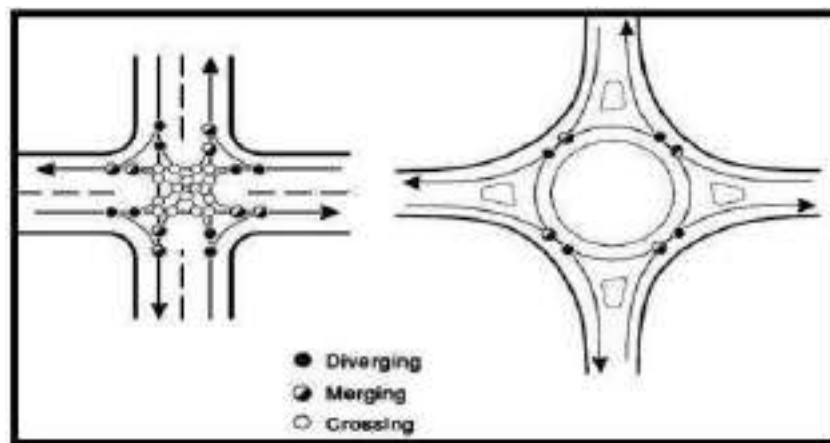
La Figura 24 presenta esquemas similares para una intersección convencional de cuatro ramas (X o cruz) y una rotonda de cuatro ramales. El número de puntos de conflicto vehículo-vehículo



de rotondas disminuye de treinta y dos a ocho con las intersecciones de cuatro ramas.

Los conflictos pueden dividirse en cuatro categorías básicas<sup>24</sup>, en los que el grado de gravedad varía, según se indica:

1. Conflictos por formación de colas. Estos conflictos son causados por un vehículo circulando en la parte trasera de una cola de vehículos en una aproximación.
2. Conflictos por divergencias. Estos conflictos son causados por la separación de dos flujos de tránsito.
3. Conflictos por convergencias. Estos conflictos son causados por la unión de dos corrientes de tránsito. Los tipos más comunes de accidentes debido a conflictos por convergencia son choques laterales y por colisión parte trasera.
4. Conflictos por cruce. Estos conflictos se producen cuando se cruzan los recorridos de dos corrientes de tránsito. Estos son los más graves de todos los conflictos y los más propensos a involucrar heridos o muertes. (FHWA,2010)



*Figura 24: Puntos de conflicto vehiculares en intersecciones T con aproximaciones de un solo carril.*

*Fuente: US Dept. Of Transportation, Federal Highway Administration (2010)*

### **2.3.9. Funcionalidad Operacional:**

El funcionamiento de una rotonda existente o prevista. Los métodos permiten a un analista de transporte evaluar el funcionamiento operacional de una instalación, teniendo en cuenta la información sobre el uso de la instalación y sus elementos de diseño geométrico. Un análisis operacional produce dos tipos de estimaciones: (1) la capacidad de una instalación (es decir, la capacidad de dar cabida a diversas corrientes de usuarios) y (2) el nivel de funcionamiento, usando una o más medidas de efectividad, tales como demora y colas.

El Highway Capacity Manual (HCM) (1) define la capacidad de una instalación como “máximo flujo horario de personas o vehículos que puede razonablemente esperarse que atraviesen un punto o una sección uniforme de un carril o calzada durante un lapso especificado, para unas





condiciones dadas de calzada y geometría, tránsito, y control". Si bien la capacidad es una medida específica que se puede definir y estimar, el nivel de servicio (NdS) es una medida cualitativa que "caracteriza las condiciones operacionales dentro de un flujo de tránsito y su percepción por conductores y pasajeros". Para cuantificar los NdS, el HCM define las medidas específicas de efectividad para cada tipo de instalación de la carretera.

Si bien el análisis operacional se utiliza para evaluar el funcionamiento de una rotonda existente en un año base o futuro, su función más común en los EUA es evaluar diseños de rotondas nuevas (FHWA, 2010)

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

Los Óvalos Modernos, son más óptimos operacionalmente que los Óvalos Abiertos, en cuanto a las demoras, longitud de cola y nivel de servicio actual y proyectado.

### **2.4.2. Sub hipótesis**

**Sub Hipótesis 1:** La geometría de los Óvalos Modernos, implica mejor nivel de servicio, menores demoras y longitud de cola, que en los Óvalos Abiertos para el análisis actual y proyectado.

**Sub Hipótesis 2:** - El grado de congestión actual y proyectado de los Óvalos Modernos, es menor en comparación con los Óvalos Abiertos.

**Sub Hipótesis 3:** Las demoras que producen los sistemas de control (semafóricos y no semafóricos) para el tráfico actual y proyectado son menores para los Óvalos Modernos respecto a los Óvalos Abiertos.

**Sub Hipótesis 4:** - La demanda Vehicular actual y proyectado de los Óvalos Modernos, es mayor en comparación con los Óvalos Abiertos.

## **2.5. Definición de variables**

### **2.5.1. Variables**

- **Geometría del Óvalo:** Son las dimensiones geométricas de los óvalos, los sus elementos, sistemas de seguridad vial que definen las condiciones de circulación sobre el eje a estudiar.



- **Grado de congestión:** Es una comparación de la demanda en la entrada de la rotonda con la capacidad de la misma y proporciona una evaluación directa de la eficacia de un diseño dado.
- **Sistemas de control:** Sistemas de señalización y su funcionamiento para restringir acciones en las vías urbanas. Pueden ser horizontales y verticales.
- **Demanda vehicular:** Es el número y el comportamiento de unidades vehiculares que circulan durante un determinado periodo de tiempo.
- **Nivel de servicio:** Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de tránsito, basada en la velocidad, tiempo de viaje, maniobras, y confort.
- **Longitud de cola:** La longitud de cola es aquel parámetro que permite medir el flujo de saturación en cada intersección.
- **Demoras:** La demora es un parámetro estándar utilizado para medir el funcionamiento de una intersección, es el tiempo que le lleva a un conductor desacelerar hacia una cola, estar en la cola, esperar un claro aceptable en el flujo de circulación mientras está en la parte delantera de la cola, y acelerar a la salida de la cola.

### **2.5.2. Indicadores de Variables**

- Ancho de carriles
- Número de carriles
- Relación volumen - capacidad
- Señales semafóricas
- Señales no semafóricas
- volumen de vehículos por hora
- Nivel de servicio
- Cola
- Tiempo



### 2.5.3. Cuadro de Operacionalización de Variables

Tabla 4: Cuadro Operacional de Variables.

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLES	DEFINICIÓN	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTO
- Nivel de servicio.	Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de tránsito, basada en la velocidad, tiempo de viaje, maniobras, y confort.	- Nivel de servicio	-(NDS)	- Fichas de recolección de datos de campo y gabinete
-Longitud de cola.	La longitud de cola es aquel parámetro que permite medir el flujo de saturación en cada intersección.	- Cola	-Metros	
-Demoras	La demora es un parámetro estándar para medir el funcionamiento de una intersección, es el tiempo que le lleva a un conductor desacelerar hacia una cola, estar en la cola, esperar un claro aceptable en el flujo de circulación mientras está en la parte delantera de la cola, y acelerar a la salida de la cola.	-Tiempo	-Seg.	
-Geometría del ovalo	Son las dimensiones geométricas de los óvalos, sus elementos, sistemas de seguridad vial que definen las condiciones de circulación sobre el eje a estudiar.	-Ancho de carriles -Número de carriles	-Metros (m) -Numero	
-Grado de congestión	Es una comparación de la demanda en la entrada de la rotonda con la capacidad de la misma y proporciona una evaluación directa de la eficacia de un diseño dado	- Relación volumen - capacidad	- Volumen/Capacidad	
-Sistemas de control	Sistemas de señalización y su funcionamiento para restringir acciones en las vías urbanas. Pueden ser horizontales y verticales.	-Señales semaforicas -Señales no semaforicas	-Señal	
- Demanda vehicular	Es el número y el comportamiento de unidades vehiculares que circulan durante un determinado periodo de tiempo.	- volumen de vehiculos por hora	-Vehículo/hora.	

Fuente: Elaboración Propia



## CAPÍTULO III - METODOLOGIA

### 3.1. Metodología de la Investigación:

#### 3.1.1. Enfoque de la Investigación:

Según (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006) en el libro Metodología de la Investigación, indica sobre enfoque cuantitativo que este utiliza la recolección de información o datos para probar hipótesis planteadas, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

Esta investigación tiene un enfoque CUANTITATIVO, ya que procesaremos los datos recabados para la determinación de capacidad vial, nivel de servicio, relación Volumen/Capacidad, demoras, flujo vehicular.

#### 3.1.2. Nivel de Investigación:

La investigación alcanza el nivel descriptivo debido a que se describió situaciones y/o eventos. Se especificó propiedades importantes de la geometría de la vía como anchos de carril, tráfico, sistemas de control, que están en cada uno de los Óvalos. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista, 2006).

#### 3.1.3. Método de Investigación:

El método establecido para la investigación será el HIPOTÉTICO - DEDUCTIVO, el cual “Consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos” (Cesar A. Bernal, 2010).

En la presente investigación se plantean las hipótesis generales y específicas para que, al obtener los resultados se aseveren o refuten tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones de la investigación.

### **Método Hipotético – Deductivo**

“El método hipotético-deductivo toma como premisa una hipótesis, inferida de principios o leyes teóricas, o sugerida por el conjunto de datos empíricos.” (Fería, Blanco y Valledro ,2019)

#### **¿Cuál es el hecho científico descubierto?**

Conocer el funcionamiento operacional de los óvalos abiertos que se encuentran en el P.I.P ya que no son muy conocidos en nuestro medio es por ello con la tesis recién pudimos conocer cómo operan estos y compararlos con los óvalos modernos que existen en nuestro medio.

#### **¿Cuál es el hecho científico desconocido?**



Se desconoce el funcionamiento operacional de los óvalos abiertos ya que en nuestro medio no existen por ende no podemos determinar si funcionarían mejor o no al compararlos con los óvalos modernos que existen en nuestro medio.

### **¿De qué teoría deriva su hipótesis general?**

La rotonda moderna constituye un mejoramiento significativo en términos de operaciones y seguridad, en comparación con las antiguas intersecciones rotatorias y círculos de tránsito. Por lo tanto, muchos países adoptaron la rotonda moderna como una forma de intersección común, y algunos desarrollaron guías amplias de diseño y los métodos para evaluar el rendimiento operativo de las rotondas modernas.

Las rotondas modernas dan mejores características operacionales y de seguridad que los antiguos círculos de tránsito y rotatorias. (FHWA, 2010)

Una rotonda con una isla central transición generalmente se llama una “rotonda hamburguesa” (el nombre proviene de la vista aérea: las dos mitades de la isla central se ven como el “pan”, y la isla divisoria entre dos caminos representa la “carne”), pero el término “Split-rotonda”, y “sobre pasante”, y rotonda “cut-through” también están en uso. La rotonda hamburguesa es un tipo de rotonda con una sección recta a través de la calzada en relación con las carreteras principales.

En el Reino Unido e Irlanda este tipo de rotonda se encuentra todavía en uso frecuente, y también es muy común en España y Portugal. Este tipo de rotonda hamburguesa grado en la a menudo es la señal de tráfico controlada debido a la gran cantidad de puntos de conflicto. (FHWA, 2010)

### **¿Cuál ha sido la eficacia predictiva de su hipótesis?**

Se cumple en nuestra hipótesis general y específicas que los óvalos modernos con respecto a los óvalos abiertos en cuanto a longitud de cola, nivel de servicio y demoras desde el diseño geométrico, sistemas de control, grado de congestión y demanda vehicular son operacionalmente más óptimo.

## **3.2. Diseño de la Investigación:**

### **3.2.1. Diseño Metodológico:**

Según Carrasco Díaz (2006), en la investigación no experimental las variables independientes carecen de manipulación intencional, analizan y estudian los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia.

Según Hernández Sampieri (2013), el diseño longitudinal busca conocer los hechos y fenómenos de la realidad, ya sea en su esencia individual o en su relación a través del tiempo,



pudiendo ser dos, tres o más años.

En el desarrollo de la presente tesis se divide en dos etapas; la primera etapa es NO EXPERIMENTAL ya que no se tiene un contacto directo con las variables independientes debido a que los hechos ya han ocurrido y/o no son manipulables; a su vez presenta un diseño LONGITUDINAL debido a que se recoge información en diferentes tiempos además se consigue información de diferentes periodos (años) para ver la evolución del problema de investigación.

En la segunda etapa presenta un diseño CUASI EXPERIMENTAL ya que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes, para analizar los resultados que esta manipulación tiene sobre una o más variables dependientes, dentro de una situación de control. (Hernández Sampieri, 2013)

### **3.2.2. Diseño de Ingeniería**

Dicho esquema fue de elaboración propia de acuerdo a los criterios que se tiene que hacer para el cálculo de las Demoras, Longitud de cola y nivel de servicio tanto por el método de microsimulación y del HCM 2010.



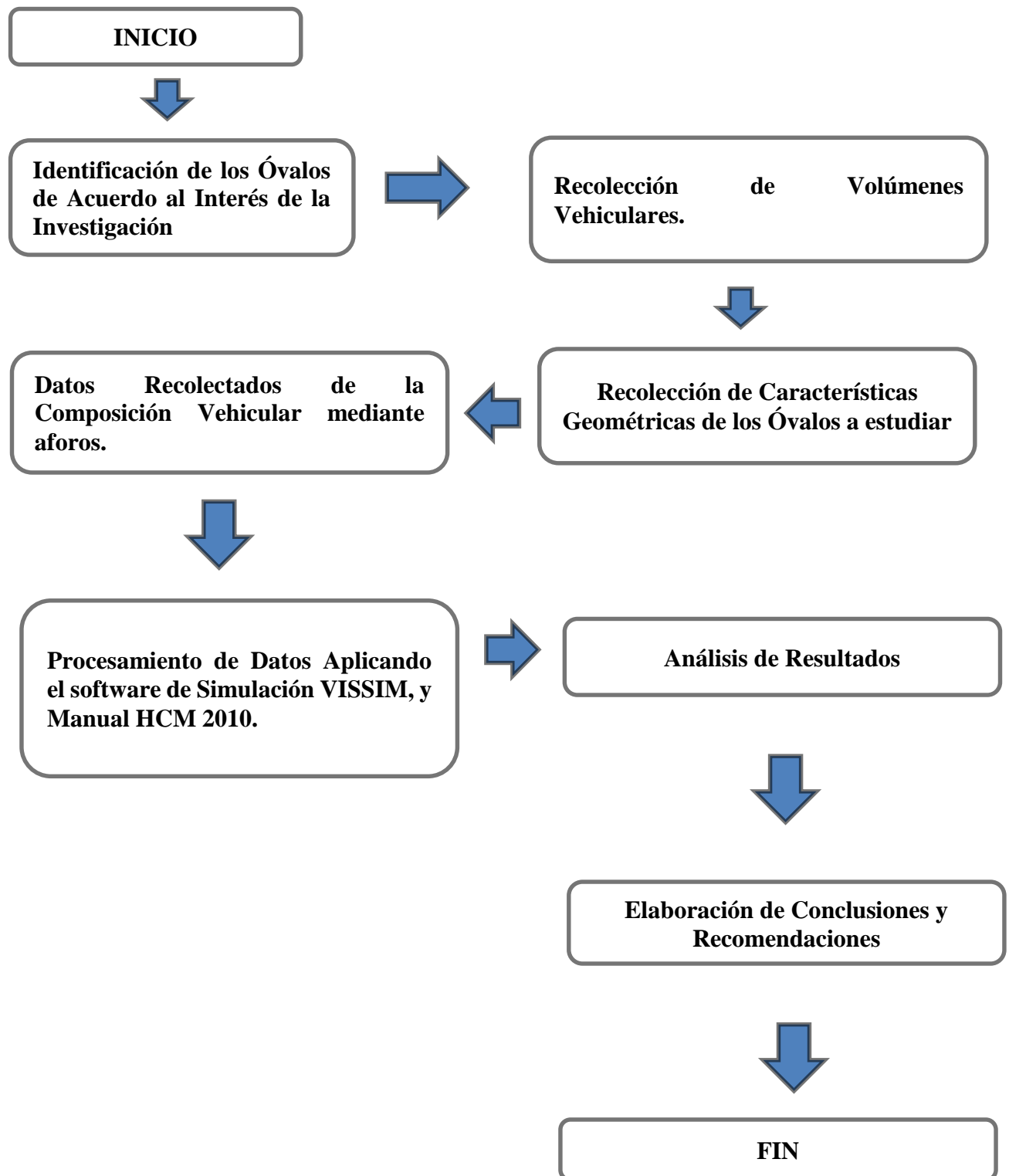


Figura 25: Diseño de Ingeniería  
Fuente: Elaboración Propia



### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

##### **3.3.1.1. Descripción de la Población**

Según Malhotra (2004), se define población como el conjunto de todos los elementos que comparten características similares, que representa el universo para el propósito del problema de investigación.

La población de esta investigación fueron las intersecciones que están en el corredor vial denominado vía Expresa que abarca los distritos de Wanchaq, San Sebastián y San Jerónimo, de forma específica los óvalos Abiertos existentes en el expediente técnico del proyecto.

##### **3.3.1.2. Cuantificación de la Población**

La población está compuesta por las 08 intersecciones tipo Óvalo Abierto a lo largo del sistema vial en estudio.

- La intersección -Óvalo de la Av. Brasil con Vía Expresa.
- La intersección-Óvalo de la Av. Perú con Vía Expresa.
- La intersección -Óvalo de la Av. Tomás Tuyro Túpac con Vía Expresa.
- La intersección-Óvalo de la Av. Palmeras con Vía Expresa.
- La intersección-Óvalo de la Av. Tomas Katari con Vía Expresa.
- La intersección-Óvalo de la Av. Diego Túpac Amaru con Vía Expresa.
- La intersección -Óvalo de la Av. Los Geranios con Vía Expresa.
- La intersección -Óvalo Parque Zonal II: Final de Aeropuerto con Vía Expresa.

#### **3.3.2. Muestra**

##### **3.3.2.1. Descripción de la Muestra**

La muestra seleccionada para esta investigación fueron las intersecciones tipo Óvalo Abierto con alto tránsito vehicular recabados del P.I.P “Mejoramiento Integral de la Vía Expresa de la ciudad del Cusco”.

- La intersección-Óvalo de la Av. Perú con Vía Expresa.
- La intersección-Óvalo de la Av. Palmeras con Vía Expresa.



- La intersección-Óvalo de la Av. Tomas Katari con Vía Expresa.
- La intersección-Óvalo de la Av. Diego Túpac Amaru con Vía Expresa.

### **3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra:**

Las muestras a analizar fueron 04 intersecciones tipo Óvalo Abierto en el corredor vial.

- La intersección-Óvalo de la Av. Perú con Vía Expresa.
- La intersección-Óvalo de la Av. Palmeras con Vía Expresa.
- La intersección-Óvalo de la Av. Tomas Katari con Vía Expresa.
- La intersección-Óvalo de la Av. Diego Túpac Amaru con Vía Expresa.

### **3.3.2.3. Método de Muestreo:**

El método de muestreo utilizado en el presente estudio es el NO PROBABILÍSTICO. Según (Hernández Sampieri, 2014), las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización. Se utilizan en diversas investigaciones cuantitativas y cualitativas. Seleccionan individuos o casos “típicos” sin intentar que sean estadísticamente representativos de una población determinada.

### **3.3.2.4. Criterios de Evaluación de Muestra:**

Se evaluaron las cuatro intersecciones tipo Óvalo Abierto mediante los criterios expuestos por, Highway Capacity Manual 2010 (HCM2010):

- Determinación de las características geométricas.
- Determinación de las características del tránsito.
- Determinación de las características semafóricas.

### **3.3.3. Criterios de Inclusión:**

Los criterios que determinamos para la inclusión son:

- Intersecciones viales que estén dentro de la tipología de intersecciones tipo óvalo abierto o partido.
- Intersecciones viales con gran flujo vehicular (demanda).
- Intersecciones viales que ofrezcan mayor infraestructura vial (oferta).



### 3.4. Instrumentos:

#### 3.4.1. Instrumentos Metodológicos

##### 3.4.1.1. Ficha de Aforo Vehicular

Nos ayudó a determinar el número de vehículos que transitan en las intersecciones en estudio de la Vía Expresa en intervalos de tiempo determinado, y de esta manera poder clasificarlos.

Tabla 5: Ficha de Aforo Vehicular

HORA		AUTOS		CAMIONETAS		MICRO	OMNIBUS			CAMION			SEMITRAILERIS			TRAYLER				TOTAL	PORCENTAJE	
		PICKUP	RURAL Combi	2E	>= 3 E	2E	3E	4E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2	>3T3	Σ	%				
08:00	09:00																					
09:00	10:00																					
10:00	11:00																					
11:00	12:00																					
12:00	13:00																					
13:00	14:00																					
14:00	15:00																					
15:00	16:00																					
16:00	17:00																					
17:00	18:00																					
TOTAL																						
PORCENTAJE (%)																						

Fuente: Elaboración Propia

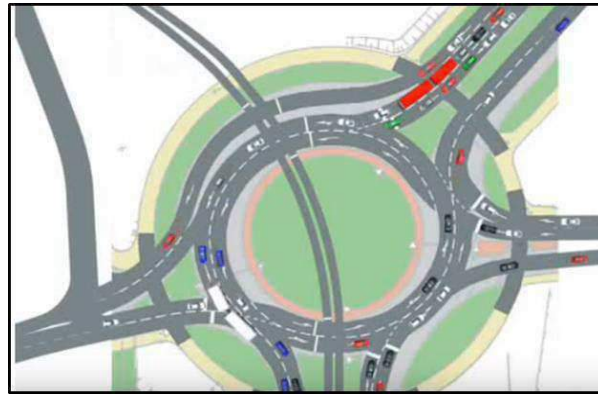
#### 3.4.2. Instrumentos de Ingeniería:

##### 3.4.2.1. Cámara filmadora

Este instrumento se usó para registrar los flujos vehiculares. En el nuestro caso se grabó de puntos donde se vea todos los accesos a las intersecciones en estudio.

##### 3.4.2.2. Software VISSIM educacional:

Instrumento utilizado para realizar la simulación de transporte en los óvalos de estudio.



*Figura 26: Vissim educacional  
Fuente: Vissim*

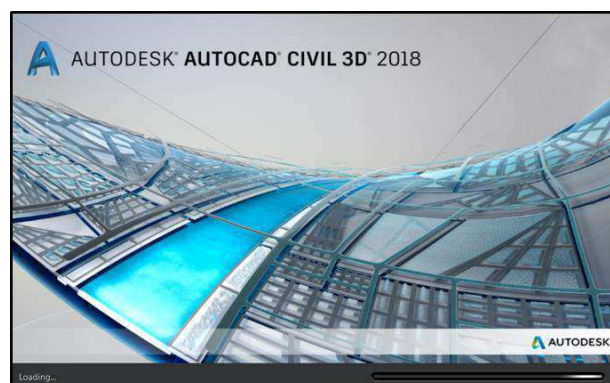
### 3.4.2.3. Software SYNCHRO



*Figura 27: Software Synchro  
Fuente: Synchro*

### 3.4.2.4. Civil 3D educacional

Instrumento utilizado para procesar los puntos levantados.



*Figura 28: Civil 3D educacional  
Fuente: Civil*



### 3.5. Procedimientos de Recolección de Datos:

#### 3.5.1. Equipo Utilizado

- Cámara filmadora
- Fichas de registro
- Estación total
- Personal humano

#### 3.5.2. Identificación de Puntos de Aforo



Figura 29: Estaciones de aforo en la vía Expresa  
Fuente: Google Maps.





Tabla 6: Estaciones de aforo.

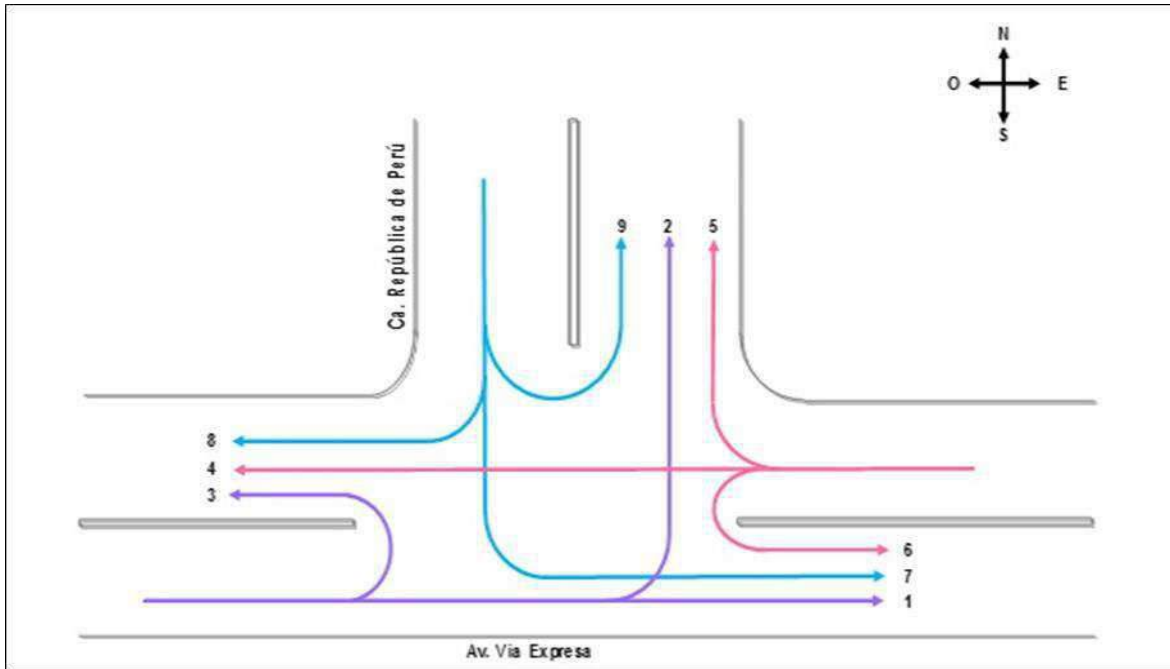
Nombre de Estación	Descripción
<b>Estación: E-1</b>	Intersección: Vía Expresa/Av. República de Perú Ubicación : Av. República de Perú Fecha :04,06 y 08 de enero del 2021 Resultados : Anexos
<b>Estación: E-2</b>	Intersección: Vía Expresa/Av. Palmeras Ubicación : Av. Palmeras Fecha :11,13 y 15 de enero del 2021 Resultados : Anexos
<b>Estación: E-3</b>	Intersección: Vía Expresa/Ca.Tomas Katari Ubicación : Ca.Tomas Katari Fecha :18,20 y 22 de enero del 2021 Resultados : Anexos
<b>Estación: E-4</b>	Intersección: Vía Expresa/Av. Diego Túpac Amaru Ubicación : Av. Diego Túpac Amaru Fecha :25,27 y 29 de enero del 2021 Resultados : Anexos

Fuente: *Elaboración Propia.*

### 3.5.3. Recolección de Datos de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.

#### 3.5.3.1. Codificación de Movimientos Vehiculares

En las intersecciones de estudio se identificaron los sentidos de circulación con el fin de unificar los movimientos vehiculares y codificar los ramales de ingreso a cada intersección, esto facilito el procesamiento de datos. La nomenclatura utilizada se observa en el siguiente gráfico.



*Figura 30: Codificación de movimiento y flujos vehiculares E1.  
Fuente: Elaboración Propia*

### 3.5.3.2. Aforos Vehiculares

Con la ayuda de la cámara filmadora se procedió a la recolección de los aforos vehiculares de los días Lunes, Miércoles y Viernes desde las 8:00 am hasta la 6:00 pm, se realizaron en tales horarios por el tema de toque de queda que rige en nuestra región por la pandemia, mostrados en la tabla N°7, N°8, N°9, con la finalidad de establecer el día de máxima demanda vehicular.



Tabla 7: Aforo Vehicular día Lunes 04 de enero de 2021.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA														ESUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DE LA FUNCIONALIDAD OPERACIONAL DE CANCHOS MODERNOS VERSUS CANCHOS ABERTOS MODERNOS EN EL P.U.P. N° 24563 REFERIDO AL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO PROPONIDO POR PIR PLAN CORPESIC USANDO EL SOFTWARE VISUM																				
INTRODUCCION		Av. La Expresa - Av. Republica del Peru																		
SEMIOTI																				
UBICACION		Via Expresa - Av Republica Del Peru / Wanchaq																		
AUTORES:		ROMAN LEON ROJAS MARI																		
		CARRIVIA/AV. REPUBLICA																		
		FECHA																		
		MAY/2021																		
HORA		CAMIONETAS			CAMIONES			CAMION			SEMIBOVILLEROS			BUSES				TOTAL		
		PICK UP/UBI/Carro			2T			3T			20T			21T			22T			
INICIO	FIN																			
08:00	09:00	781	31	38	45	28	25	39	27	5	3	4	4	25	0	0	0	0	0	
09:00	10:00	601	31	33	48	31	35	35	28	8	2	3	2	16	0	0	0	0	0	
10:00	11:00	497	100	22	44	31	22	30	28	9	2	1	1	16	0	0	0	0	0	
11:00	12:00	841	41	48	48	23	15	35	21	5	4	4	3	15	0	0	0	0	0	
12:00	13:00	571	23	24	24	23	20	24	24	3	1	1	4	17	0	0	0	0	0	
13:00	14:00	821	81	33	43	23	35	29	27	8	2	2	1	18	0	0	0	0	0	
14:00	15:00	630	38	31	38	27	14	46	24	9	1	2	1	20	0	0	0	0	0	
15:00	16:00	534	38	28	38	23	17	38	43	8	2	4	3	21	0	0	0	0	0	
16:00	17:00	807	38	38	39	22	17	35	41	8	2	2	1	17	0	0	0	0	0	
17:00	18:00	588	35	19	28	23	21	23	11	2	2	2	1	16	0	0	0	0	0	
TOTAL		6450	319	545	478	230	165	380	206	34	23	28	21	155	0	0	0	0	0	
PORCENTAJE (%)		63.52	1.48	3.32	4.63	2.85	1.63	6.02	2.89	0.82	0.22	0.25	0.21	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Aforo Vehicular día Miércoles 06 de enero de 2021.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA														ESUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DE LA FUNCIONALIDAD OPERACIONAL DE CANCHOS MODERNOS VERSUS CANCHOS ABERTOS MODERNOS EN EL P.U.P. N° 24563 REFERIDO AL MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LA VIA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO PROPONIDO POR PIR PLAN CORPESIC USANDO EL SOFTWARE VISUM																				
INTRODUCCION		Av. La Expresa - Av. Republica del Peru																		
SEMIOTI																				
UBICACION		Via Expresa - Av Republica Del Peru / Wanchaq																		
AUTORES:		ROMAN LEON ROJAS MARI																		
		CARRIVIA/AV. REPUBLICA																		
		FECHA																		
		MAY/2021																		
HORA		CAMIONETAS			CAMIONES			CAMION			SEMIBOVILLEROS			BUSES				TOTAL		
		PICK UP/UBI/Carro			2T			3T			20T			21T			22T			
INICIO	FIN																			
08:00	09:00	778	30	33	43	24	15	23	22	8	4	3	4	15	0	0	0	0	0	
09:00	10:00	627	22	24	40	27	10	22	22	6	0	2	2	11	0	0	0	0	0	
10:00	11:00	610	09	27	44	25	4	00	20	0	2	1	1	14	0	0	0	0	0	
11:00	12:00	870	39	35	45	25	8	39	10	7	5	3	2	19	0	0	0	0	0	
12:00	13:00	593	38	29	44	23	14	30	14	8	2	1	0	14	0	0	0	0	0	
13:00	14:00	810	60	15	4	24	11	21	24	4	4	3	1	11	0	0	0	0	0	
14:00	15:00	610	20	25	49	20	0	21	20	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	
15:00	16:00	571	35	23	48	23	8	18	30	7	3	2	2	17	0	0	0	0	0	
16:00	17:00	610	36	21	47	28	12	21	21	1	2	1	1	11	0	0	0	0	0	
17:00	18:00	624	37	14	31	25	10	24	20	6	3	3	1	13	0	0	0	0	0	
TOTAL		6310	344	254	458	254	109	228	258	30	38	38	13	123	0	0	0	0	0	
PORCENTAJE (%)		63.82	1.88	3.80	4.73	2.85	1.11	6.83	2.89	0.38	0.22	0.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 10: Recolección de puntos del Levantamiento Topográfico Intersección Vía Expresa-Av. República de Perú.

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA								
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
Estudio:		Levantamiento Topografico								
Ubicación		Interseccion Vía Expresa-Av. Perú								
Instrumento:		Estacion total								
Responsables:		Bach. Aranivar Ascue Reyvin Mario								
		Bach.Rojas Leon Ronny Ivan								
PUNTO	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Descrip.	PUNTO	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Descrip.	
1	181845.504	8501863.841	3296.27	EST.	47	181796.245	8501821.15	3296.756	P	
2	181835.504	8501904.382	3293.84	REF.	48	181807.069	8501822.44	3296.776	P	
3	181826.202	8501901.003	3298.361	P	49	181835.841	8501825.88	3296.157	P	
4	181824.700	8501900.311	3298.429	P	50	181838.795	8501837.14	3296.136	P	
5	181830.171	8501893.26	3297.781	P	51	181829.185	8501846.63	3296.368	P	
6	181829.425	8501890.875	3297.637	P	52	181825.151	8501848.6	3296.334	P	
7	181837.819	8501894.744	3297.507	P	53	181807.82	8501846.74	3296.516	P	
8	181840.703	8501893.477	3297.562	P	54	181806.027	8501856.03	3296.538	P	
9	181841.986	8501894.113	3297.636	P	55	181805.472	8501859.96	3296.57	P	
10	181833.932	8501885.7	3297.285	P	56	181817.112	8501857.64	3296.416	P	
11	181833.918	8501885.733	3297.286	P	57	181818.101	8501860.2	3296.573	P	
12	181833.922	8501885.695	3297.284	P	58	181820.727	8501860.53	3296.46	P	
13	181833.879	8501885.72	3297.301	P	59	181821.314	8501864.75	3296.841	P	
14	181833.871	8501885.703	3297.301	P	60	181825.486	8501867.99	3296.774	P	
15	181835.588	8501884.782	3297.262	P	61	181825.709	8501869.05	3296.83	P	
16	181834.248	8501883.908	3297.337	P	62	181825.409	8501869.89	3296.884	P	
17	181845.303	8501881.869	3296.782	P	63	181822.565	8501874.76	3297.18	P	
18	181848.204	8501883.061	3297.091	P	64	181821.117	8501874.07	3297.212	P	
19	181852.881	8501868.811	3296.147	P	65	181812.715	8501893.27	3298.082	P	
20	181858.997	8501866.051	3295.952	P	66	181808.524	8501896.34	3298.51	P	
21	181855.619	8501870.347	3296.139	P	67	181809.635	8501898.52	3298.402	P	
22	181864.568	8501863.196	3295.792	P	68	181815.732	8501901.88	3298.36	P	
23	181864.504	8501866.866	3295.879	P	69	181821.69	8501891.73	3297.744	P	
24	181876.62	8501864.766	3295.625	P	70	181823.026	8501892.43	3297.935	P	
25	181875.921	8501868.313	3295.739	P	71	181823.838	8501889.08	3297.625	P	
26	181890.31	8501866.343	3295.465	P	72	181828.185	8501890	3297.627	P	
27	181889.577	8501869.997	3295.61	P	73	181830.011	8501891.99	3297.707	P	
28	181891.74	8501856.57	3295.313	P	74	181830.052	8501894.17	3297.855	P	
29	181866.609	8501853.798	3295.684	P	75	181827.404	8501898.59	3298.178	P	
30	181855.2	8501849.428	3295.937	P	76	181828.221	8501882.7	3297.299	P	
31	181853.128	8501841.123	3295.979	P	77	181827.746	8501881.02	3297.189	P	
32	181856.336	8501829.123	3295.641	P	78	181829.575	8501877.8	3297.024	P	
33	181863.595	8501827.34	3295.688	P	79	181837.465	8501864.14	3296.259	P	
34	181874.47	8501828.626	3295.613	P	80	181838.929	8501861.67	3296.171	P	
35	181890.264	8501830.452	3295.381	P	81	181843.506	8501860.95	3296.079	P	
36	181891.208	8501822.857	3295.225	P	82	181846.464	8501865.77	3296.208	P	
37	181890.91	8501820.84	3295.471	P	83	181843.291	8501887.96	3297.132	P	
38	181874.987	8501820.839	3295.637	P	84	181838.621	8501871.56	3297.442	P	
39	181866.583	8501817.846	3295.882	P	85	181836.31	8501871.84	3296.42	P	
40	181866.137	8501819.794	3295.723	P	86	181824.602	8501871.21	3297.202	P	
41	181852.365	8501818.094	3295.945	P	87	181824.562	8501847.83	3296.646	POSTE	
42	181852.021	8501816.139	3296.117	P	88	181871.637	8501829.48	3295.922	POSTE	
43	181833.549	8501815.83	3296.151	P	89	181868.526	8501853.57	3296.061	POSTE	
44	181833.432	8501813.816	3296.416	P	90	181864.671	8501863.98	3295.918	POSTE	
45	181796.644	8501811.417	3296.676	P	91	181853.709	8501869.49	3296.471	POSTE	
46	181795.046	8501809.221	3296.943	P						

Fuente: Elaboración Propia



### 3.5.4. Recolección de Datos de la intersección Av. Las Palmeras – Vía Expresa.

#### 3.5.4.1. Codificación de Movimientos Vehiculares

En las intersecciones de estudio se identificaron los sentidos de circulación con el fin de unificar los movimientos vehiculares y codificar los ramales de ingreso a cada intersección, esto facilito el procesamiento de datos. La nomenclatura utilizada se observa en el siguiente gráfico.

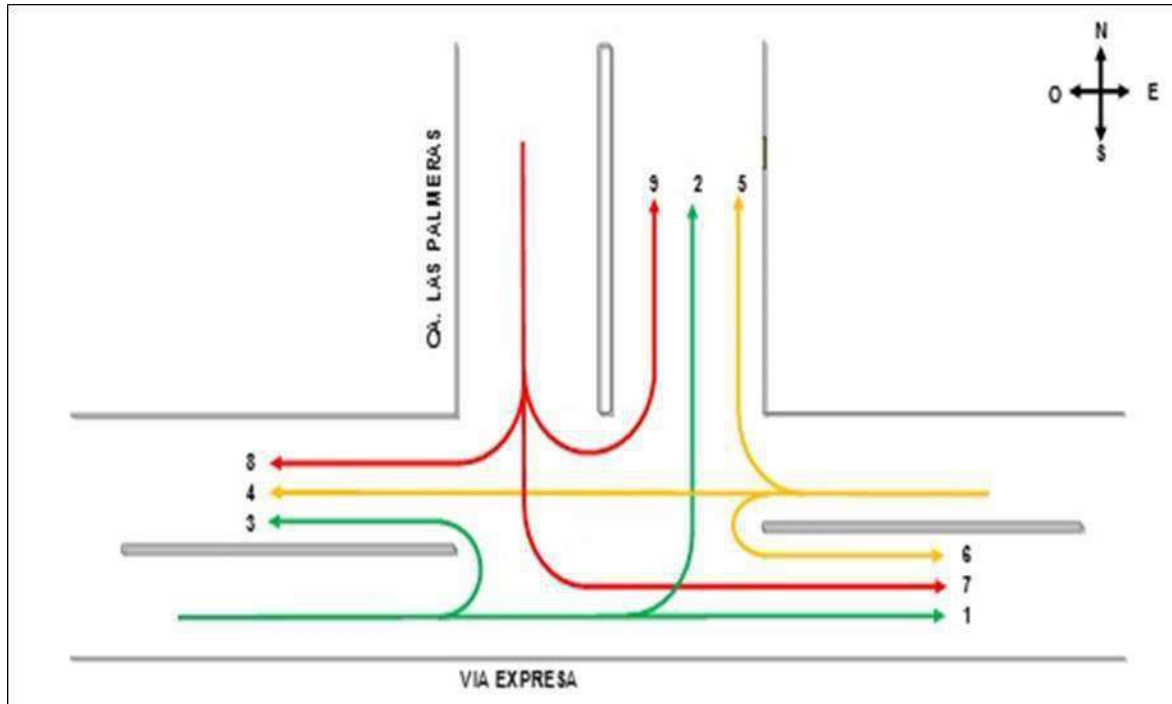


Figura 31: Codificación de movimiento y flujos vehiculares E2.

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.5.4.2. Aforos Vehiculares

Con la ayuda de la cámara filmadora se procedió a la recolección de los aforos vehiculares de los días Lunes, Miércoles y Viernes desde las 8:00 am hasta la 6:00 pm, se realizaron en tales horarios por el tema de toque de queda que rige en nuestra región por la pandemia, mostrados en la tabla N°11, N°12, N°13 con la finalidad de establecer el día de máxima demanda vehicular.







Tabla 13: Aforo Vehicular día Viernes 15 de enero de 2021.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																			
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS																			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS																			
TÍTULO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FUNCIONALIDAD OPERACIONAL DE VALORES MODERADOS Y VALORES ALTERNOS MENDIADOS EN EL P.L.P. REFERIDO AL MEDICAMENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO PREPARADO POR PLAN DESECCO USANDO EL SOFTWARE VESSEM"																			
INTERSECCIÓN		Av. Vía Expresa - Av. Palmeras																	
OBJETIVO		Tráfico de Flujos																	
UBICACIÓN		Vía Expresa - Av. Palmeras												DÍA		MES			
AFOROS		MAYORÍA EN HORARIO																	
		MAYORÍA EN HORARIO																	
														FECHA		MES			
HORA	AUTOS	CAMBIOS				UNIBUS				SEMIUNIBUS				TAXI					
		PERU	LIBRE	COLE	MICRO	20	10-15	20	25	30	20	25	30	35	40	45	50		
INICIO	FIN																		
00:00	00:15	226	18	54	0	4	8	41	50	0	8	8	0	0	8	8	8	8	
00:15	00:30	304	48	23	11	8	8	48	11	0	8	8	0	1	8	8	8	8	
00:30	00:45	308	51	35	11	9	1	42	14	0	8	8	0	1	8	8	8	8	
00:45	01:00	248	18	21	0	2	1	44	16	0	8	8	0	0	8	8	8	8	
01:00	01:15	314	16	38	0	0	0	43	50	0	8	8	0	1	8	8	8	8	
01:15	01:30	274	40	35	0	4	8	48	11	0	8	8	0	0	8	8	8	8	
01:30	01:45	258	34	22	0	4	1	27	10	0	8	8	0	1	8	8	8	8	
01:45	02:00	338	48	24	0	5	8	27	10	0	8	8	0	0	8	8	8	8	
02:00	02:15	278	37	25	0	3	8	18	11	0	8	8	0	1	8	8	8	8	
02:15	02:30	240	17	16	0	1	8	43	14	0	8	8	0	1	8	8	8	8	
TOTAL		2983	462	232	109	58	3	481	153	0	8	8	0	6	8	8	8	8	4296
PORCENTAJE (%)		62.37	10.50	5.28	2.72	1.14	0.07	3.20	3.48	0.00	0.08	0.08	0.00	0.04	0.08	0.08	0.08	0.08	100.00

Fuente: Elaboración Propia


### 3.5.4.3. Recolección de las características geométricas de la intersección Av. Las Palmeras

Para poder obtener los datos reales de la infraestructura vial donde se construirá el proyecto integral de la Vía Expresa. Se realizó el levantamiento topográfico de campo, considerando las siguientes características:

- Ancho de calzada
- N° de carriles
- Ancho de carriles



Tabla 14: Recolección de puntos del Levantamiento Topográfico Intersección Vía Expresa-Av. Las Palmeras.

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 									
<b>Estudio:</b>		Levantamiento Topografico							
<b>Ubicación</b>		Interseccion Vía Expresa-Av.Las Palmeras							
<b>Instrumento:</b>		Estacion total							
<b>Responsables:</b>		Bach. Aranivar Ascue Reyvín Mario Bach.Rojas Leon Ronny Ivan							
PUNTO	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Descrip.	PUNTO	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Descrip.
1	182896.00	8501762.00	3254.00	EST.	43	182923.79	8501724.13	3254.008	P
2	182879.00	8501718.00	3253.50	REF.	44	182924.01	8501716.53	3253.92	P
3	182878.18	8501715.89	3254.655	P	45	182924.17	8501714.38	3254.04	P
4	182841.98	8501724.31	3255.771	P	46	182898.17	8501737.26	3254.377	P
5	182842.32	8501718.74	3255.217	P	47	182898.13	8501740.24	3254.289	P
6	182842.20	8501715.41	3255.319	P	48	182880.78	8501737.28	3254.733	P
7	182842.10	8501713.29	3255.423	P	49	182880.79	8501739.88	3254.767	P
8	182847.26	8501713.30	3255.367	P	50	182880.83	8501737.36	3254.739	P
9	182847.46	8501715.45	3255.26	P	51	182886.88	8501740.21	3254.263	P
10	182847.9	8501718.57	3255.121	P	52	182887.22	8501737.39	3254.289	P
11	182848.35	8501723.22	3255.185	P	53	182897.14	8501749.81	3253.739	P
12	182854.16	8501723.26	3255.09	P	54	182902.45	8501749.57	3253.982	P
13	182854.70	8501718.52	3255.027	P	55	182903.05	8501757.9	3253.718	P
14	182853.83	8501715.54	3255.082	P	56	182901.64	8501760.16	3253.795	P
15	182861.96	8501713.59	3255.153	P	57	182912.33	8501757.78	3253.53	P
16	182863.35	8501713.64	3255.115	P	58	182912.81	8501750.08	3253.598	P
17	182864.14	8501713.6	3255.105	P	59	182923.35	8501750.15	3253.434	P
18	182864.36	8501715.69	3254.931	P	60	182923	8501758.01	3253.384	P
19	182864.31	8501723.36	3254.953	P	61	182922.7	8501764.14	3253.926	P
20	182872.17	8501723.43	3254.913	P	62	182908.18	8501764.31	3254.145	P
21	182872.35	8501718.95	3254.637	P	63	182908.43	8501775.25	3254.254	P
22	182871.98	8501715.79	3254.784	P	64	182901.4	8501775.1	3254.061	P
23	182871.81	8501713.65	3254.961	P	65	182896.27	8501773.99	3254.022	P
24	182878.42	8501713.75	3254.827	P	66	182896.32	8501764.02	3253.904	P
25	182878.74	8501715.79	3254.674	P	67	182896.34	8501759.19	3253.834	P
26	182878.47	8501719.18	3254.498	P	68	182894.32	8501757.55	3253.866	P
27	182878.93	8501723.65	3254.717	P	69	182892.27	8501758.65	3253.888	P
28	182878.94	8501724.95	3255.227	P	70	182885.16	8501757.48	3253.933	P
29	182880.73	8501723.88	3254.648	P	71	182886.96	8501759.3	3253.925	P
30	182889.97	8501715.97	3254.477	P	72	182886.92	8501767.25	3254.031	P
31	182889.99	8501713.88	3254.641	P	73	182892.08	8501763.79	3253.953	P
32	182897.51	8501713.98	3254.494	P	74	182891.94	8501770.91	3254.06	P
33	182897.68	8501716.02	3254.321	P	75	182886.9	8501770.95	3254.07	P
34	182898.12	8501723.99	3254.321	P	76	182880.53	8501757.38	3253.953	P
35	182909.52	8501724.09	3254.218	P	77	182880.09	8501749.57	3253.952	P
36	182909.50	8501724.49	3254.302	P	78	182863.14	8501749.27	3254.296	P
37	182909.22	8501716.27	3254.153	P	79	182862.96	8501748.69	3254.651	P
38	182909.29	8501714.14	3254.302	P	80	182867.23	8501757.26	3254.349	P
39	182917.63	8501714.25	3254.164	P	81	182872.99	8501749.53	3254.158	P
40	182917.92	8501716.35	3254.014	P	82	182872.94	8501749.55	3254.127	P
41	182918.30	8501724.27	3254.116	P	83	182894.68	8501756.12	3253.799	POSTE
42	182920.47	8501725.56	3254.594	P					

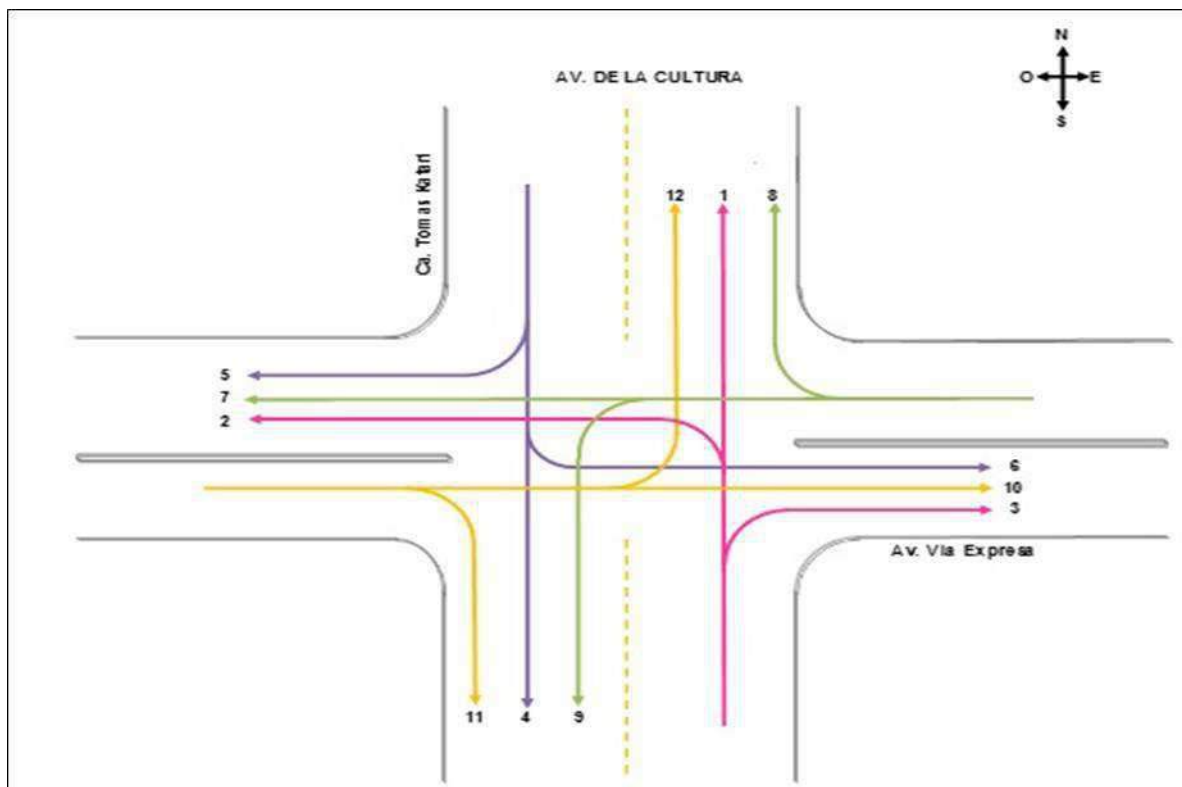
Fuente: Elaboración Propia



### 3.5.5. Recolección de Datos de la intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa.

#### 3.5.5.1. Codificación de Movimientos Vehiculares

En las intersecciones de estudio se identificaron los sentidos de circulación con el fin de unificar los movimientos vehiculares y codificar los ramales de ingreso a cada intersección, esto facilito el procesamiento de datos. La nomenclatura utilizada se observa en el siguiente gráfico.



*Figura 32: Codificación de movimiento y flujos vehiculares E3.  
Fuente: Elaboración Propia*

#### 3.5.5.2. Aforos Vehiculares

Con la ayuda de la cámara filmadora se procedió a la recolección de los aforos vehiculares de los días lunes, miércoles y viernes desde las 8:00 am hasta la 6:00 pm, se realizaron en tales horarios por el tema de toque de queda que rige en nuestra región por la pandemia, mostrados en la tabla N°15, N°16, N°17 con la finalidad de establecer el día de máxima demanda vehicular.





Tabla 15: Aforo Vehicular día Lunes 18 de enero de 2021.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INSTITUTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA														ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TEMAS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FUNCIONALIDAD OPERATIVA DE VÍAS DE MODERNAS VERSUS VÍAS ABIERTAS MENCIONADAS EN EL P.I.P. N°24563 REFERIDO AL NE JOGAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DE CUSCO PROPORCIONADO POR PER PLAN CORP SOD USANDO EL SOFTWARE VISSIM *																				
INTERSECCIÓN		Av. Vía Expresa - Av. Antonio Roca I																		
SENTIDO		Toda las Dire.																		
UBICACIÓN		Vía Expresa - Av. Antonio Roca I														DÍA		LUNES		
AFOROS		RECUERDO POR VÍA														FECHA		2021		
HORA	MIN	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS			CAMION			SEMIVALETES				TRAYLER				TOTAL
		PKX	UP	PKX		PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	
08:00	08:30	435	83	41	44	1	0	00	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	08:30	442	85	41	43	1	0	00	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	09:00	435	81	58	45	1	0	00	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	09:30	471	81	46	45	1	0	00	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	10:00	452	84	53	43	1	0	00	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	10:30	452	81	51	45	1	0	00	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	11:00	450	81	52	45	1	0	00	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	11:30	452	77	53	45	1	0	00	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	12:00	451	81	52	45	1	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	12:30	450	81	48	45	1	0	00	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		4500	859	430	448	1	0	00	77	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PORCENTAJE (%)		62.72	11.89	6.01	6.20	0.04	0.00	0.17	1.07	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Aforo Vehicular día Miércoles 20 de enero de 2021.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		INSTITUTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA														ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TEMAS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FUNCIONALIDAD OPERATIVA DE VÍAS DE MODERNAS VERSUS VÍAS ABIERTAS MENCIONADAS EN EL P.I.P. N°24563 REFERIDO AL NE JOGAMIENTO INTEGRAL DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DE CUSCO PROPORCIONADO POR PER PLAN CORP SOD USANDO EL SOFTWARE VISSIM *																				
INTERSECCIÓN DE		Av. Vía Expresa - Av. Antonio Roca I																		
SENTIDO		Toda las Dire.																		
UBICACIÓN		Vía Expresa - Av. Antonio Roca I														DÍA		MIÉRCOLES		
AFOROS		RECUERDO POR VÍA														FECHA		2021		
HORA	MIN	CAMIONETAS			MICRO	OMNIBUS			CAMION			SEMIVALETES				TRAYLER				TOTAL
		PKX	UP	PKX		PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX	PKX		
08:00	08:30	430	80	52	45	1	0	00	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	09:00	445	85	45	47	1	0	00	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	09:30	430	80	45	47	1	0	00	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	10:00	438	82	42	30	2	0	00	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	10:30	464	81	50	46	1	0	00	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	11:00	468	79	47	42	1	0	00	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	11:30	452	88	50	43	1	0	00	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	12:00	450	87	42	30	1	0	00	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	12:30	440	84	54	40	1	0	00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08:00	13:00	452	75	48	40	1	0	00	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		4581	851	469	444	2	0	00	77	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PORCENTAJE (%)		63.30	11.79	6.72	6.00	0.04	0.00	0.17	1.06	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 17: Aforo Vehicular día Viernes 23 de enero de 2021.







Tabla 18: Recolección de puntos del Levantamiento Topográfico Intersección Vía Expresa-Av. Tomas Katari

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
Estudio:		Levantamiento Topografico								
Ubicación		Interseccion Vía Expresa-Av. Tomas Katari								
Instrumento:		Estacion total								
Responsables:		Bach. Aranivar Ascue Reyvin Mario Bach.Rojas Leon Ronny Ivan								
PUNTO	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Descrip.	PUNTO	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Descrip.	
1	184742.975	8501834.119	3256.28	EST.	31	184746.778	8501831.988	3256.227	P	
2	184714.148	8501798.839	3250.39	REF.	32	184747.404	8501828.354	3255.836	P	
3	184742.975	8501834.119	3256.28	P	33	184744.887	8501829.809	3255.938	P	
4	184714.148	8501798.839	3250.39	P	34	184744.745	8501833.015	3256.234	P	
5	184702.109	8501784.161	3255.474	P	35	184737.98	8501841.664	3256.298	P	
6	184700.303	8501787.012	3256.498	P	36	184736.646	8501840.53	3256.285	P	
7	184714.966	8501793.856	3255.785	P	37	184725.051	8501834.031	3256.103	P	
8	184712.556	8501796.183	3256.085	P	38	184719.721	8501841.58	3256.387	P	
9	184716.609	8501797.98	3255.934	P	39	184725.946	8501826.036	3255.948	P	
10	184721.039	8501792.617	3255.663	P	40	184712.643	8501817.303	3256.046	P	
11	184718.58	8501789.455	3255.72	P	41	184715.051	8501815.517	3255.894	P	
12	184724.643	8501787.966	3255.474	P	42	184706.409	8501825.838	3256.203	P	
13	184721.462	8501785.704	3255.578	P	43	184693.104	8501822.139	3256.672	P	
14	184730.441	8501793.139	3255.537	P	44	184694.073	8501822.73	3256.59	P	
15	184724.195	8501801.348	3255.684	P	45	184695.081	8501821.584	3256.614	P	
16	184733.537	8501809.293	3255.65	P	46	184693.701	8501821.403	3256.674	P	
17	184744.419	8501816.365	3255.654	P	47	184706.282	8501805.367	3256.15	P	
18	184748.995	8501810.538	3255.548	P	48	184708.758	8501802.266	3256.023	P	
19	184753.26	8501804.128	3255.517	P	49	184706.157	8501800.196	3256.16	P	
20	184757.718	8501798.561	3255.35	P	50	184707.826	8501802.827	3256.177	P	
21	184762.226	8501805.068	3255.258	P	51	184699.166	8501794.977	3256.446	P	
22	184754.359	8501815.185	3255.535	P	52	184715.888	8501795.178	3255.88	P	
23	184756.541	8501817.61	3255.763	P	53	184717.36	8501792.676	3255.788	P	
24	184751.205	8501819.692	3255.691	P	54	184734.535	8501800.754	3256.315	P	
25	184751.037	8501822.111	3255.806	P	55	184737.407	8501804.438	3256.223	P	
26	184752.919	8501823.645	3255.841	P	56	184738.555	8501803.193	3256.62	P	
27	184753.651	8501822.842	3256.052	P	57	184748.198	8501810.281	3255.749	POSTE	
28	184757.003	8501826.102	3256.046	P	58	184755.447	8501815.884	3255.732	POSTE	
29	184757.319	8501825.132	3256.275	P	59	184745.445	8501829.987	3256.172	POSTE	
30	184750.037	8501829.995	3255.922	P						

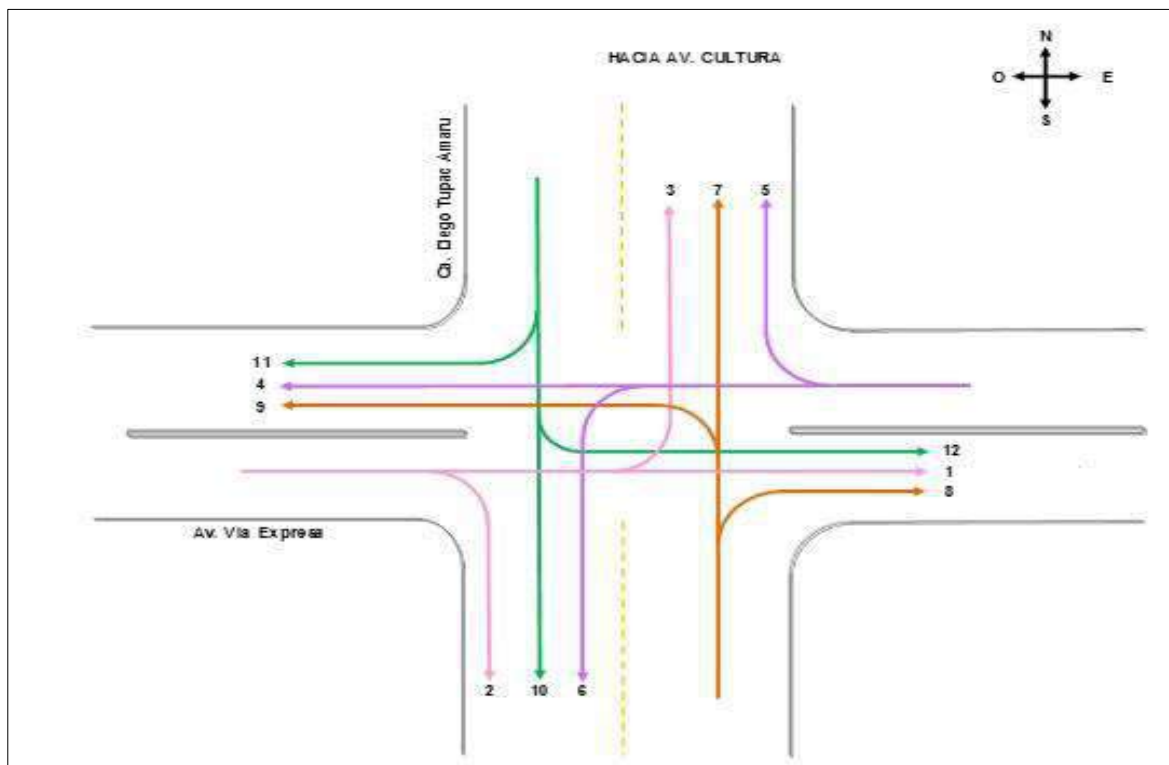
Fuente: Elaboración Propia



### 3.5.6. Recolección de Datos de la intersección Av. Diego Túpac Amaru – Vía Expresa.

#### 3.5.6.1. Codificación de Movimientos Vehiculares

En las intersecciones de estudio se identificaron los sentidos de circulación con el fin de unificar los movimientos vehiculares y codificar los ramales de ingreso a cada intersección, esto facilito el procesamiento de datos. La nomenclatura utilizada se observa en el siguiente gráfico.



*Figura 33: Codificación de movimiento y flujos vehiculares E4.  
Fuente: Elaboración Propia*

#### 3.5.6.2. Aforos Vehiculares

Con la ayuda de la cámara filmadora se procedió a la recolección de los aforos vehiculares de los días lunes, miércoles y viernes desde las 8:00 am hasta la 6:00 pm, se realizaron en tales horarios por el tema de toque de queda que rige en nuestra región por la pandemia, mostrados en la tabla N°19, N°20, N°21 con la finalidad de establecer el día de máxima demanda vehicular.





Tabla 21: Aforo Vehicular día Viernes 29 de enero de 2021.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
TÍTULO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PLANIFICACIÓN OPERACIONAL DE UNAS INTERSECCIONES EN LOS ENTORNOS METROPOLITANOS DE LA VÍA EXPRESA REFERIDO AL RECORRIDO DE LA VÍA EXPRESA DE LA CIUDAD DEL CUSCO PROPUESTO PARA EL EJERCICIO DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA CIVIL																	
INTERSECCIÓN:	Av. Vía Expresa - Av. Diego Túpac Amaru																
CENTRO:	Todo el grupo																
SEMAFORO:	Sin semáforo - vía libre																
SEMAFORO:	SEMAFORO ROJO VERDE		SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO												
SEMAFORO:	SEMAFORO VERDE VERDE		SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO												
SEMAFORO:	SEMAFORO VERDE VERDE		SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO												
HORA	VEHICULOS	CARRILES			SEMAFORO			SEMAFORO			SEMAFORO			SEMAFORO			
		PKC BP	RAMA DERECHA	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	
INICIO	FIN	PKC BP	RAMA DERECHA	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO	SEMAFORO
07:00	07:05	401	127	21	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:05	07:10	411	136	24	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:10	07:15	481	132	28	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:15	07:20	451	132	22	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:20	07:25	455	130	28	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:25	07:30	421	130	25	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:30	07:35	411	128	25	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:35	07:40	441	127	22	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:40	07:45	411	118	26	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:45	07:50	421	118	28	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		4461	1290	227	431	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROCESAR EN		46 39	13 11	242	7 10	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.6.3. Recolección de las características geométricas de la intersección Av. Diego Túpac Amaru



Para poder obtener los datos reales de la infraestructura vial donde se construirá el proyecto integral de la Vía Expresa. Se realizó el levantamiento topográfico de campo, considerando las siguientes características:

- Ancho de calzada
- N° de carriles
- Ancho de carriles





Tabla 22: Recolección de puntos del Levantamiento Topográfico Intersección Vía Expresa-Av. Diego Túpac Amaru

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA								
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
Estudio:		Levantamiento Topografico								
Ubicación		Interseccion Vía Expresa-Av.Diego Tupac Amaru								
Instrumento:		Estacion total								
Responsables:		Bach. Aranivar Ascue Reyvin Mario								
		Bach.Rojas Leon Ronny Ivan								
PUNTO	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Descrip.	PUNTO	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Descrip.	
1	185174.27	8501512.805	3246.24	EST	40	185196.17	8501519.44	3246.274	P	
2	185187.86	8501467.018	3242.72	REF	41	185197.959	8501522.26	3246.653	P	
3	185187.851	8501467.117	3245.908	P	42	185193.886	8501521.67	3246.35	P	
4	185187.887	8501472.459	3245.696	P	43	185194.07	8501522.9	3246.434	P	
5	185179.315	8501480.159	3245.801	P	44	185195.554	8501524.78	3246.522	P	
6	185176.598	8501477.243	3246.047	P	45	185197.613	8501523.34	3246.686	P	
7	185168.988	8501489.532	3245.821	P	46	185199.36	8501529.63	3246.586	P	
8	185167.559	8501489.438	3245.817	P	47	185200.988	8501527.57	3246.725	P	
9	185164.886	8501486.343	3245.806	P	48	185194.192	8501533.53	3246.622	P	
10	185165.215	8501486.021	3245.909	P	49	185192.28	8501535.42	3246.857	P	
11	185162.091	8501482.177	3245.847	P	50	185189.894	8501528.11	3246.54	P	
12	185163.346	8501480.198	3246.153	P	51	185188.794	8501531.09	3246.72	P	
13	185157.967	8501477.008	3245.849	P	52	185188.833	8501527.04	3246.563	P	
14	185159.336	8501475.024	3246.154	P	53	185187.65	8501527.3	3246.547	P	
15	185152.068	8501481.029	3245.818	P	54	185184.167	8501530.55	3246.484	P	
16	185150.227	8501482.737	3246.181	P	55	185185.513	8501533.65	3246.663	P	
17	185160.577	8501491.676	3245.826	P	56	185176.299	8501537.64	3246.509	P	
18	185158.447	8501493.025	3246.196	P	57	185177.864	8501540.53	3246.64	P	
19	185162.661	8501494.392	3245.857	P	58	185170.886	8501532.08	3246.629	P	
20	185162.66	8501494.897	3245.862	P	59	185180.145	8501523.61	3246.438	P	
21	185162.208	8501495.756	3245.84	P	60	185181.24	8501522.01	3246.291	P	
22	185152.127	8501504.972	3245.94	P	61	185180.909	8501521.27	3246.27	P	
23	185147.626	8501503.251	3246.184	P	62	185179.558	8501522.32	3246.457	P	
24	185149.318	8501507.572	3245.927	P	63	185166.114	8501504.57	3246.014	P	
25	185145.891	8501504.806	3246.396	P	64	185167.147	8501503.41	3245.881	P	
26	185154.022	8501513.658	3245.934	P	65	185174.815	8501495.46	3245.873	P	
27	185165.503	8501503.369	3245.859	P	66	185176.284	8501495.02	3246.01	P	
28	185166.655	8501503.058	3245.84	P	67	185190.175	8501512.73	3246.391	P	
29	185168.655	8501505.394	3245.962	P	68	185188.932	8501513.62	3246.252	P	
30	185176.158	8501497.242	3245.893	P	69	185178.162	8501524.6	3246.604	POS	
31	185174.573	8501495.056	3245.832	P	70	185185.849	8501530.75	3246.678	POS	
32	185178.305	8501491.585	3245.858	P	71	185198.169	8501527.56	3246.952	POS	
33	185181.809	8501504.583	3246.046	P	72	185211.252	8501507.06	3246.148	POS	
34	185189.214	8501513.922	3246.261	P	73	185203.832	8501501.57	3246.365	POS	
35	185190.301	8501514.16	3246.253	P	74	185186.599	8501501.26	3246.309	POS	
36	185194.559	8501510.314	3246.267	P	75	185176.837	8501493.98	3246.096	POS	
37	185203.671	8501502.046	3246.098	P	76	185172.731	8501482.95	3246.073	POS	
38	185210.555	8501506.349	3246.059	P	77	185162.473	8501480.86	3246.14	POS	
39	185212.92	8501504.062	3245.983	P	78	185151.304	8501516.67	3246.343	POS	

Fuente: Elaboración Propia



### 3.6. Procedimientos de Análisis de Datos

#### 3.6.1. Análisis de datos para la Intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.

##### 3.6.1.1. Determinación de la Variación Diaria

Se puede obtener el volumen vehicular diario, sumando el conteo horario para cada día. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes diarios.



Figura 34: Variación diaria de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa. Fuente: Elaboración propia

Conclusión: Como se observa en la figura 30, se determinó que el día de mayor demanda vehicular es el día **LUNES**.

##### 3.6.1.2. Variación Horaria

Se procedió a sumar los volúmenes vehiculares por hora del día lunes, esto con la finalidad de determinar la hora de mayor afluencia vehicular. En la figura siguiente se aprecian dichos datos.

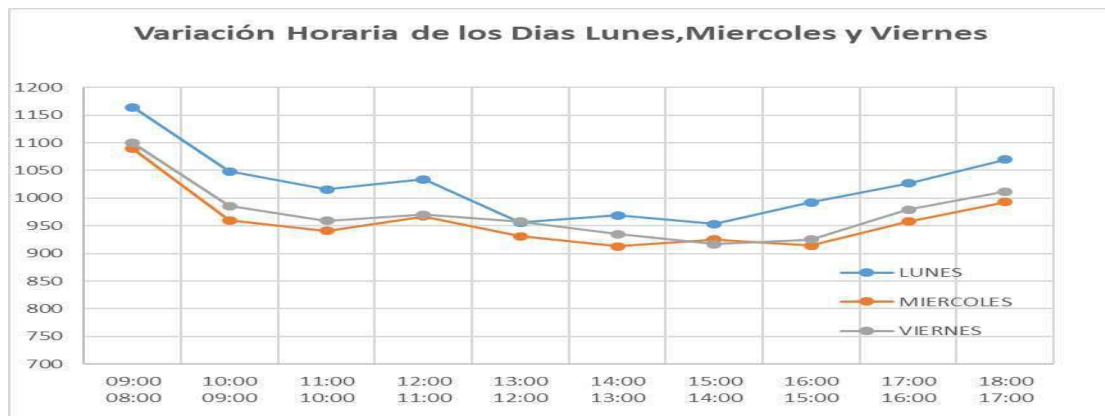


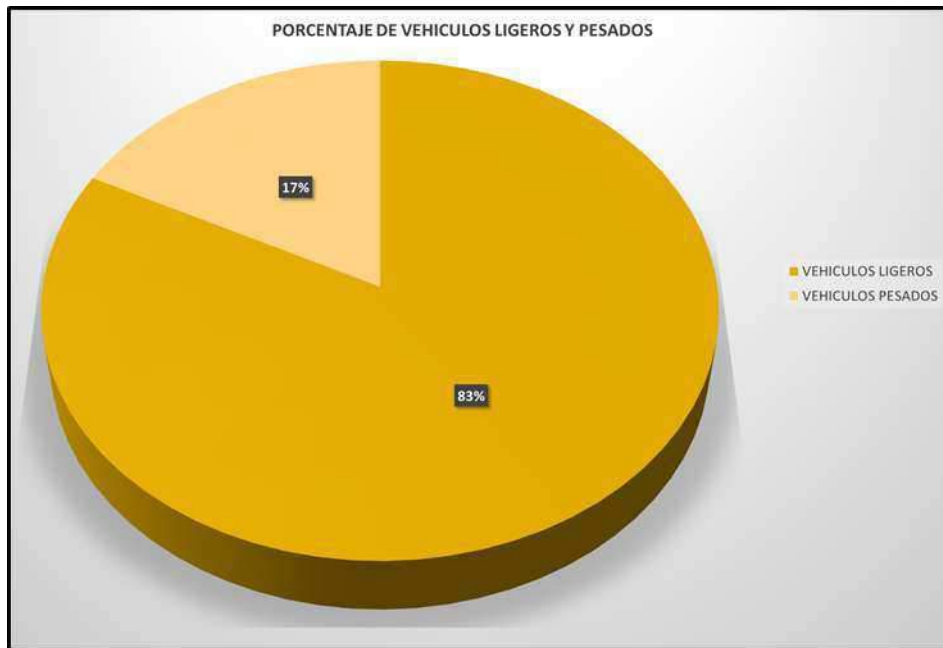
Figura 35: : Variación Horaria de los días Lunes, Miércoles y Viernes Fuente: Elaboración propia

Conclusión: Como se aprecia en las figuras 30 y 31, se determinó que el día y la hora de mayor afluencia vehicular corresponde al día lunes de 08:00 am a 09:00 am cuya variación horaria se





### 3.6.1.4. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado):



*Figura 38: Composición vehicular de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa (ligero-pesado)*

*Fuente: Elaboración propia*

Conclusión: En la figura 34 se puede observar que el mayor porcentaje de vehículos son los LIGEROS, solo el 17 % pertenece a vehículos pesados.

### 3.6.1.5. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:

Para la determinación de este factor se halla el volumen total de vehículos mixtos que pasan en la hora de máxima demanda en este caso de 08:00 AM– 09:00 AM, así mismo se determina el mayor volumen que pasa en 15 min (tabla 23); con estos datos se aplica la siguiente formula:

$$PHF = \frac{n_{60}}{4 n_{15}}$$

**Dónde:**

**PHF** : Factor de hora pico.

**n<sub>60</sub>** : Recuento de vehículos durante un período de 1 h (veh /hr).

**n<sub>15</sub>** : Recuento de vehículos durante el período de pico de 15 min (veh).

*Tabla 23: Volumen cada 15 min de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.*



HORA DE CONTROL		VEHICULOS CADA 15 MIN
08:00	08:15	296
08:15	08:30	288
08:30	08:45	305
08:45	09:00	275
<b>TOTAL</b>		1164

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 24: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.

<b>PHF=</b>	$n60/4n15$
<b>n60=</b>	1164
<b>n15=</b>	305
<b>PHF=</b>	0.95
<b>VHMDn15=</b>	291

*Fuente: Elaboración propia*

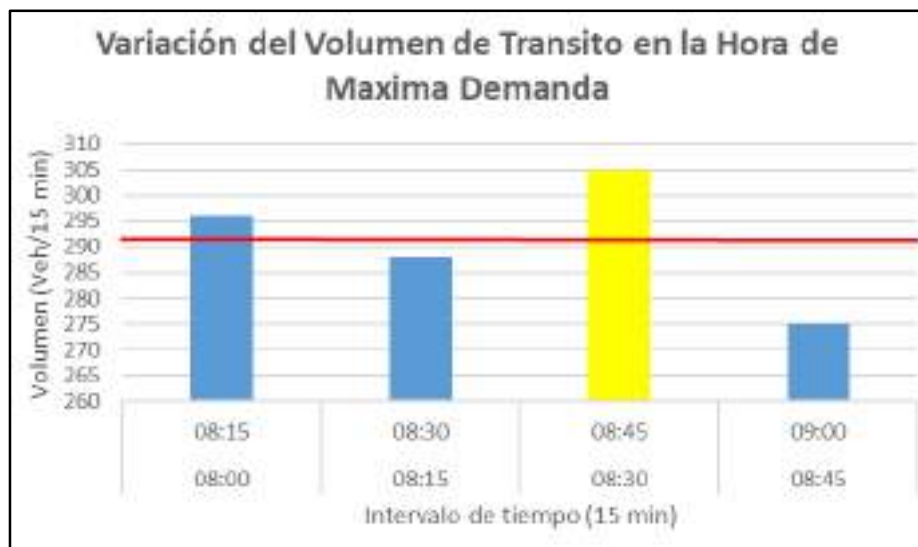


Figura 39: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.

*Fuente: Elaboración propia*

Conclusión: El factor de hora pico para esta intersección es 0.95. A partir de la obtención de dicho factor (PHF) se pudo hallar el volumen horario de máxima demanda (VHMD) como se aprecia en la figura 34.



### 3.6.1.6. Proyección de Volúmenes Vehiculares.

Se realizó la proyección de volúmenes vehiculares para cada intersección de estudio, utilizando la tasa de crecimiento poblacional para los vehículos de pasajeros (livianos) y la tasa de crecimiento del PBI para vehículos de carga (pesados).

Determinación del tráfico actual

F.C.E. Vehículos Ligeros 1.179586

F.C.E. Vehículos Pesados 1.087123

*Tabla 25: Determinación del Tráfico Actual de la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.*

TIPO DE VEHICULO	TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
AUTOS	19163	6388	1.179586	7535
PICK UP	2712	904	1.179586	1066
RURAL COMBI	939	313	1.179586	369
MICRO	1387	462	1.179586	545
OMNIBUS 2E	798	266	1.087123	289
OMNIBUS >= 3 E	375	125	1.087123	136
CAMION 2E	2489	830	1.087123	902
CAMION 3E	804	268	1.087123	291
CAMION 4E	281	94	1.087123	102
SEMITRAYLERS 2S1/2S2	86	29	1.087123	31
SEMITRAYLERS 2S3	70	23	1.087123	25
SEMYTRAYLERS 3S1/3S2	62	21	1.087123	22
SEMYTRAYLERS >= 3S3	395	132	1.087123	143
TRAYLER 2T2	0	0	1.087123	0
TRAYLER 2T3	0	0	1.087123	0
TRAYLER 3T2	0	0	1.087123	0
TRAYLER >3T3	0	0	1.087123	0
<b>TOTAL</b>	<b>29561</b>	<b>9854</b>		<b>11458</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Proyección Vehicular

$r_{pob} = 0.75$  Tasa de Crecimiento Anual de la Población.

$r_{PBI} = 4.43$  Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional.

**Demanda Proyectada:**

$$T_n = T_o(1 + r)^n$$

Dónde:

Tn = Tránsito total para el año proyectado (veh/hr).



$T_0$  = Tránsito actual o año base (veh/hr).

n = Cantidad de años proyectados.

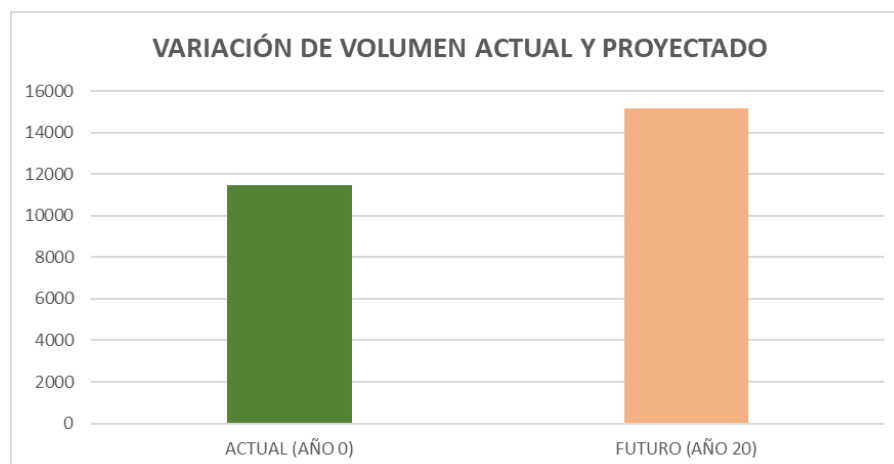
Se realizó la proyección para 20 años:

Tabla 26: Proyección Vehicular para la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.

TIPO DE VEHICULO	ACTUAL (AÑO 0)	FUTURO (AÑO 20)
AUTOS	7535	8749
PICK UP	1066	1238
RURAL COMBI	369	429
MICRO	545	633
OMNIBUS 2E	289	336
OMNIBUS $\geq$ 3 E	136	158
CAMION 2E	902	2146
CAMION 3E	291	693
CAMION 4E	102	242
SEMITRAYLERS 2S1/2S2	31	74
SEMITRAYLERS 2S3	25	60
SEMYTRAYLERS 3S1/3S2	22	53
SEMYTRAYLERS $\geq$ 3S3	143	341
TRAYLER 2T2	0	0
TRAYLER 2T3	0	0
TRAYLER 3T2	0	0
TRAYLER $>$ 3T3	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>11458</b>	<b>15154</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 40: Variación de Volúmenes Vehiculares para la intersección Av. Republica de Perú – Vía Expresa.



Fuente: Elaboración propia



Conclusión: En la tabla 26 se observa la proyección del tráfico dentro de 20 años, y en la figura 36 se observa la variación de volúmenes vehiculares para dicha intersección.

### 3.6.1.7. Determinación del Nivel de Servicio para Óvalo Moderno de Av. Republica de Perú – Vía Expresa.



Figura 41: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Moderno de Av. Republica de Perú – Vía Expresa.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.1.8. Determinación del Nivel de Servicio Para Óvalo Abierto de Av. Republica de Perú – Vía Expresa.



Figura 42: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Abierto de Av. Republica de Perú – Vía Expresa.

Fuente: Elaboración Propia





### 3.6.2. Análisis de datos para la Intersección Av. Palmeras – Vía Expresa.

#### 3.6.2.1. Determinación de la Variación Diaria

Se puede obtener el volumen vehicular diario, sumando el conteo horario para cada día. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes diarios.



Figura 43: Variación diaria de la intersección Av. Las Palmeras – Vía Expresa.  
Fuente: Elaboración propia

Conclusión: Como se observa en la figura 39, se determinó que el día de mayor demanda vehicular es el día **LUNES**.

#### 3.6.2.2. Variación Horaria

Se procedió a sumar los volúmenes vehiculares por hora del día lunes, esto con la finalidad de determinar la hora de mayor afluencia vehicular. En la figura siguiente se aprecian dichos datos.

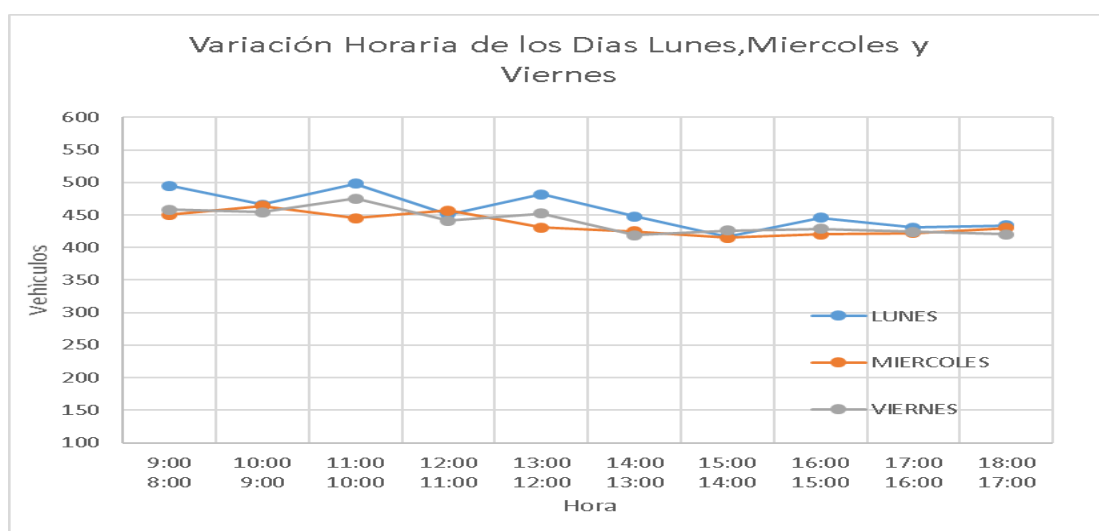


Figura 44: Variación Horaria de los días Lunes, Miércoles y Viernes  
Fuente: Elaboración propia



Conclusión: Como se aprecia en las figuras 39 y 40, se determinó que el día y la hora de mayor afluencia vehicular corresponde al día lunes de 10:00 am a 11:00 am cuya variación horaria se aprecia en la figura 41; hora en la cual se procedió a realizar los conteos vehiculares.

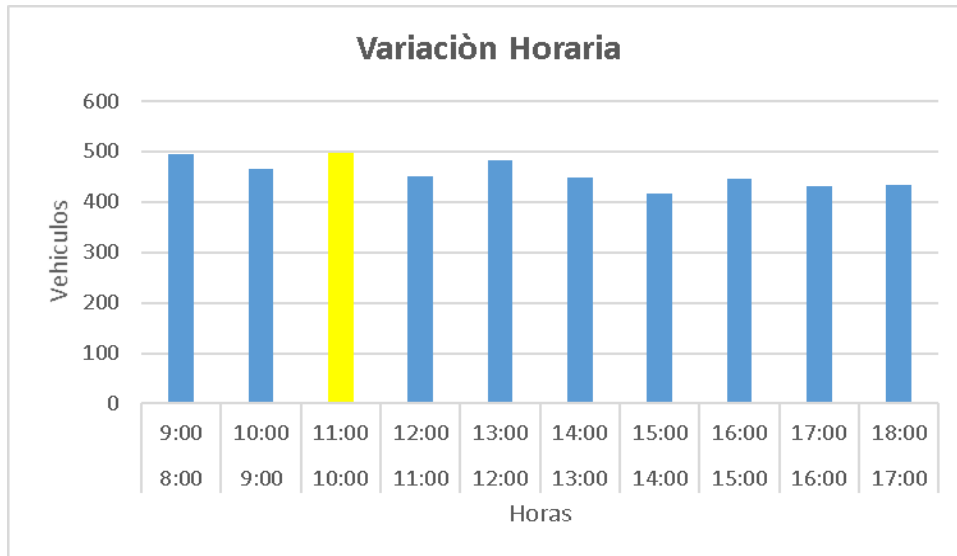


Figura 45: Variación Horaria del día Lunes  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6.2.3. Determinación de la Composición Vehicular

Se halló el volumen y porcentaje por cada tipo de vehículos que circula en la hora de mayor demanda.

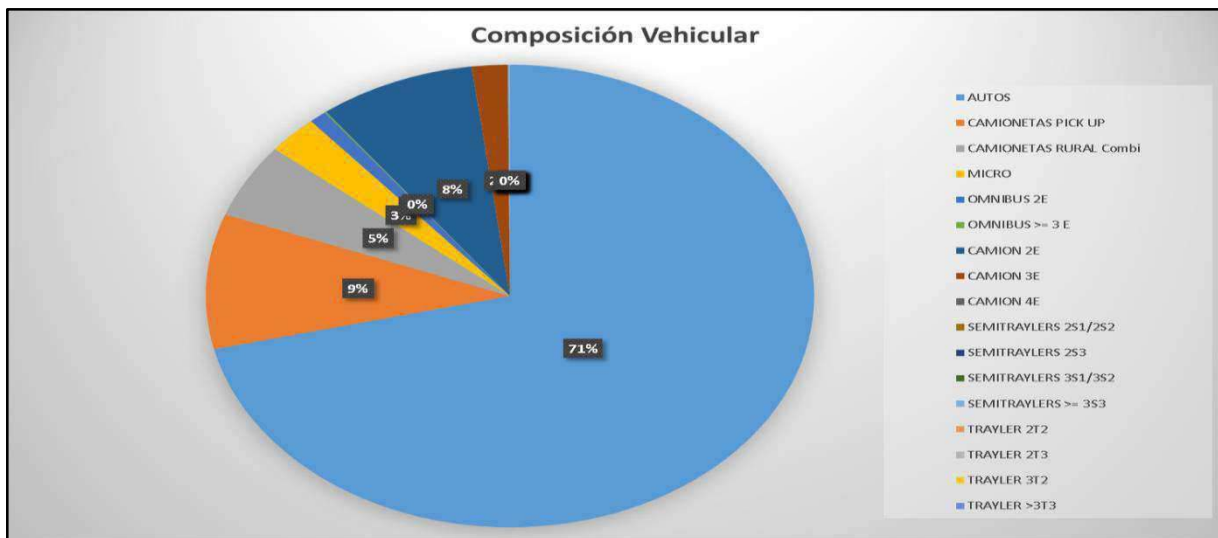


Figura 46: Composición vehicular de la intersección Av. Las Palmeras – Vía Expresa  
Fuente: Elaboración propia

Conclusión: En la figura 42 se puede se puede apreciar que el mayor volumen pertenece al de AUTO.

### 3.6.2.4. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado):

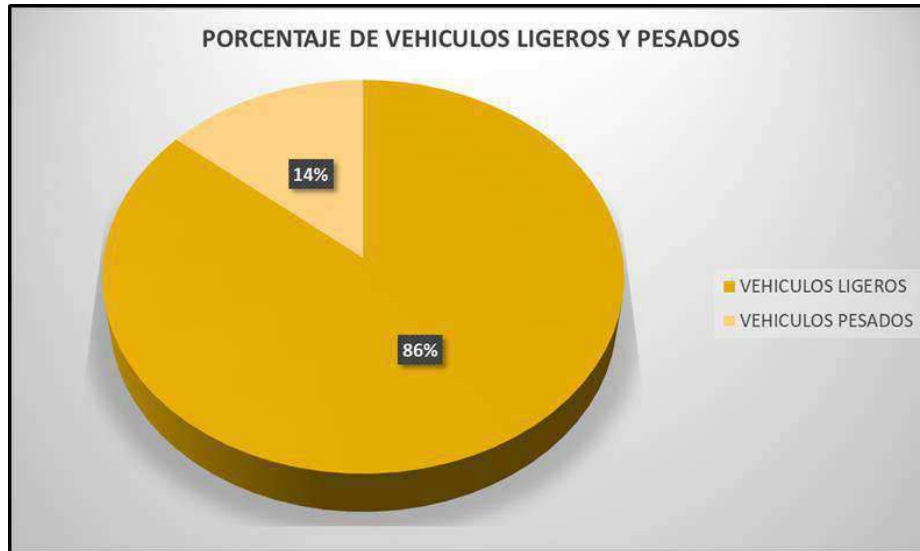


Figura 47: Composición vehicular de la intersección Av. Las Palmeras– Vía Expresa (ligero-pesado)  
Fuente: Elaboración propia

Conclusión: En la figura 43 se puede observar que el mayor porcentaje de vehículos son los LIGEROS, solo el 14 % pertenece a vehículos pesados.

### 3.6.2.5. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:

Para la determinación de este factor se halla el volumen total de vehículos mixtos que pasan en la hora de máxima demanda en este caso de 10:00 AM– 11:00 AM, así mismo se determina el mayor volumen que pasa en 15 min (tabla 27); con estos datos se aplica la siguiente formula:

$$PHF = \frac{n_{60}}{4 n_{15}}$$

Dónde:

**PHF** : Factor de hora pico.

**n<sub>60</sub>** : Recuento de vehículos durante un período de 1 h (veh /hr).

**n<sub>15</sub>** : Recuento de vehículos durante el período de pico de 15 min (veh).

Tabla 27: Volumen cada 15 min de la intersección Av. Palmeras – Vía Expresa.



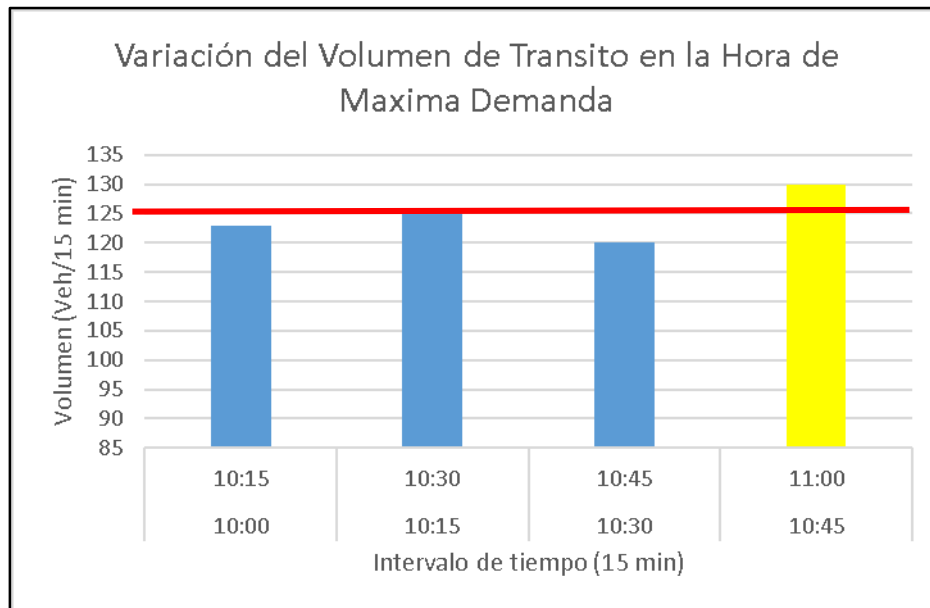
HORA DE CONTROL		VEHICULOS CADA 15 MIN
10:00	10:15	123
10:15	10:30	125
10:30	10:45	120
10:45	11:00	130
<b>TOTAL</b>		498

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 28: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Av. Palmeras – Vía Expresa.*

<b>PHF=</b>	$n60/4n15$
<b>n60=</b>	498
<b>n15=</b>	130
<b>PHF=</b>	0.96
<b>VHMDn15=</b>	125

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 48: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección Av. Las. Palmeras – Vía Expresa.*

*Fuente: Elaboración propia*

Conclusión: El factor de hora pico para esta intersección es 0.96. A partir de la obtención de dicho factor (PHF) se pudo hallar el volumen horario de máxima demanda (VHMD) como se aprecia en la figura 44.



### 3.6.2.6. Proyección de Volúmenes Vehiculares.

Se realizó la proyección de volúmenes vehiculares para cada intersección de estudio, utilizando la tasa de crecimiento poblacional para los vehículos de pasajeros (livianos) y la tasa de crecimiento del PBI para vehículos de carga (pesados).

-Determinación del tráfico actual

F.C.E. Vehículos Ligeros 1.179586

F.C.E. Vehículos Pesados 1.087123

*Tabla 29: Determinación del Trafico Actual de la intersección Av. Las Palmeras– Vía Expresa.*

TIPO DE VEHICULO	TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
AUTOS	9346	3115	1.179586	3675
PICK UP	1321	440	1.179586	519
RURAL COMBI	694	231	1.179586	273
MICRO	363	121	1.179586	143
OMNIBUS 2E	128	43	1.087123	46
OMNIBUS ≥ 3 E	10	3	1.087123	4
CAMION 2E	1138	379	1.087123	412
CAMION 3E	310	103	1.087123	112
CAMION 4E	0	0	1.087123	0
SEMITRAYLERS 2S1/2S2	0	0	1.087123	0
SEMITRAYLERS 2S3	0	0	1.087123	0
SEMYTRAYLERS 3S1/3S2	0	0	1.087123	0
SEMYTRAYLERS ≥ 3S3	15	5	1.087123	5
TRAYLER 2T2	0	0	1.087123	0
TRAYLER 2T3	0	0	1.087123	0
TRAYLER 3T2	0	0	1.087123	0
TRAYLER >3T3	0	0	1.087123	0
<b>TOTAL</b>	<b>13325</b>	<b>4442</b>		<b>5190</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Proyección Vehicular

$r_{pob} = 0.75$  Tasa de Crecimiento Anual de la Población.

$r_{PBI} = 4.43$  Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional.

**Demanda Proyectada:**

$$T_n = T_o(1 + r)^n$$

Dónde:

Tn = Tránsito total para el año proyectado (veh/hr).



To = Tránsito actual o año base (veh/hr).

n = Cantidad de años proyectados.

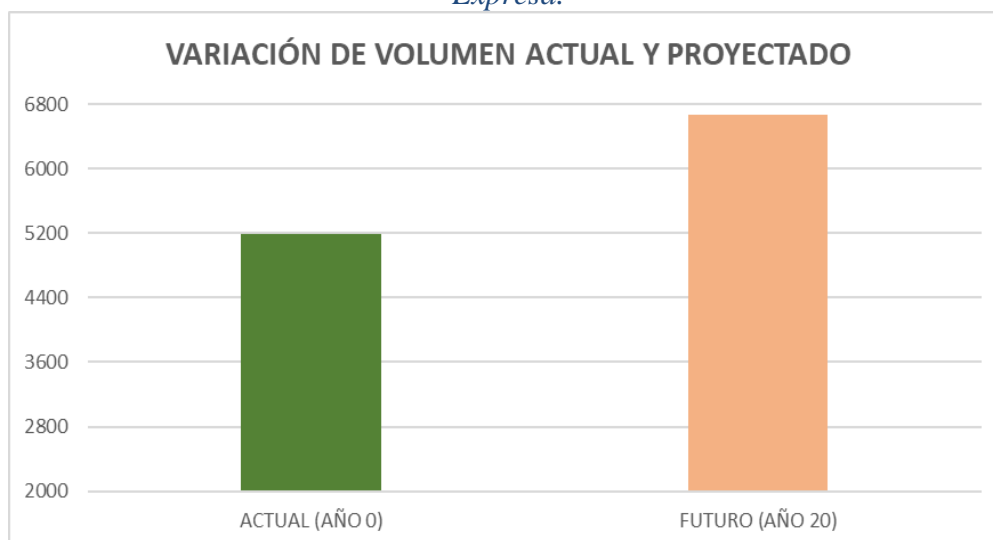
Se realizó la proyección para 20 años:

Tabla 30: Proyección Vehicular para la intersección Av. Las Palmeras– Vía Expresa.

TIPO DE VEHICULO	ACTUAL (AÑO 0)	FUTURO (AÑO 20)
AUTOS	3675	4267
PICK UP	519	603
RURAL COMBI	273	317
MICRO	143	166
OMNIBUS 2E	46	54
OMNIBUS $\geq$ 3 E	4	4
CAMION 2E	412	981
CAMION 3E	112	267
CAMION 4E	0	0
SEMITRAYLERS 2S1/2S2	0	0
SEMITRAYLERS 2S3	0	0
SEMYTRAYLERS 3S1/3S2	0	0
SEMYTRAYLERS $\geq$ 3S3	5	13
TRAYLER 2T2	0	0
TRAYLER 2T3	0	0
TRAYLER 3T2	0	0
TRAYLER $>$ 3T3	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>5190</b>	<b>6672</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 49: Variación de Volúmenes Vehiculares para la intersección Av. Las Palmeras – Vía Expresa.



Fuente: Elaboración propia





Conclusión: En la tabla 30 se observa la proyección del tráfico dentro de 20 años, y en la figura 45 se observa la variación de volúmenes vehiculares para dicha intersección.

### 3.6.2.7. Determinación del Nivel de Servicio para Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras – Vía Expresa.

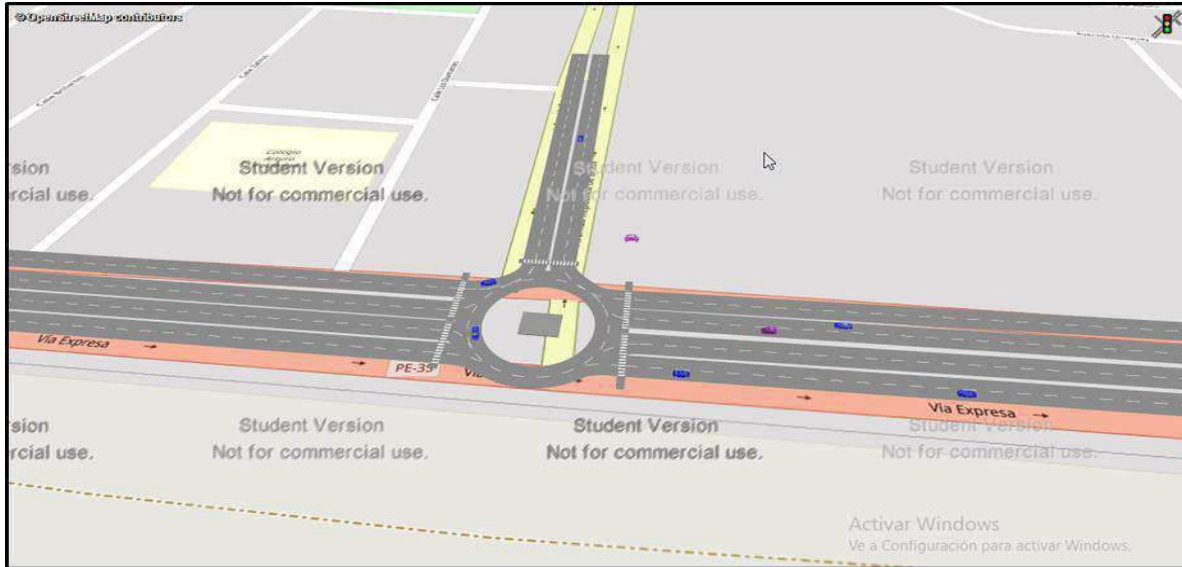


Figura 50: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras– Vía Expresa.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.2.8. Determinación del Nivel de Servicio para Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras– Vía Expresa.

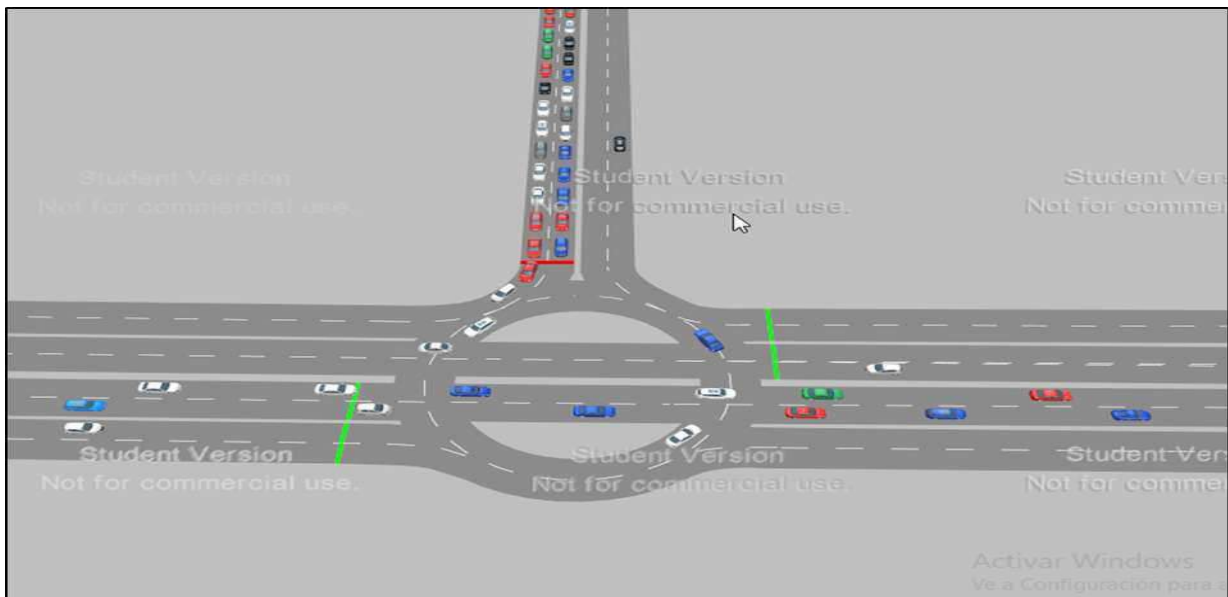


Figura 51: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Abierto de Av. Republica de Perú – Vía Expresa.

Fuente: Elaboración Propia



### 3.6.3. Análisis de datos para la Intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa.

#### 3.6.3.1. Determinación de la Variación Diaria

Se puede obtener el volumen vehicular diario, sumando el conteo horario para cada día. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes diarios.

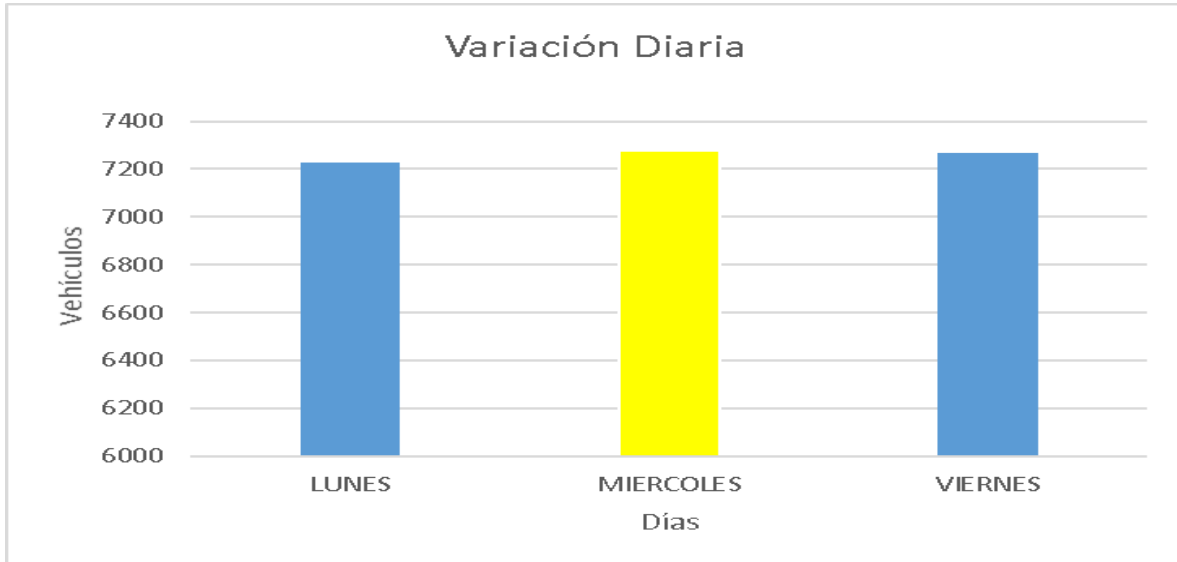


Figura 52: Variación diaria de la intersección Av. Tomas Katari– Vía Expresa. Fuente: Elaboración propia

Conclusión: Como se observa en la figura 48, se determinó que el día de mayor demanda vehicular es el día **MIERCOLES**.

#### 3.6.3.2. Variación Horaria

Se procedió a sumar los volúmenes vehiculares por hora del día miércoles, esto con la finalidad de determinar la hora de mayor afluencia vehicular. En la figura siguiente se aprecian dichos datos.



Figura 53: Variación Horaria de los días Lunes, Miércoles y Viernes Fuente: Elaboración propia



Conclusión: Como se aprecia en las figuras 48 y 49, se determinó que el día y la hora de mayor afluencia vehicular corresponde al día lunes de 09:00 am a 10:00 am cuya variación horaria se aprecia en la figura 50; hora en la cual se procedió a realizar los conteos vehiculares.

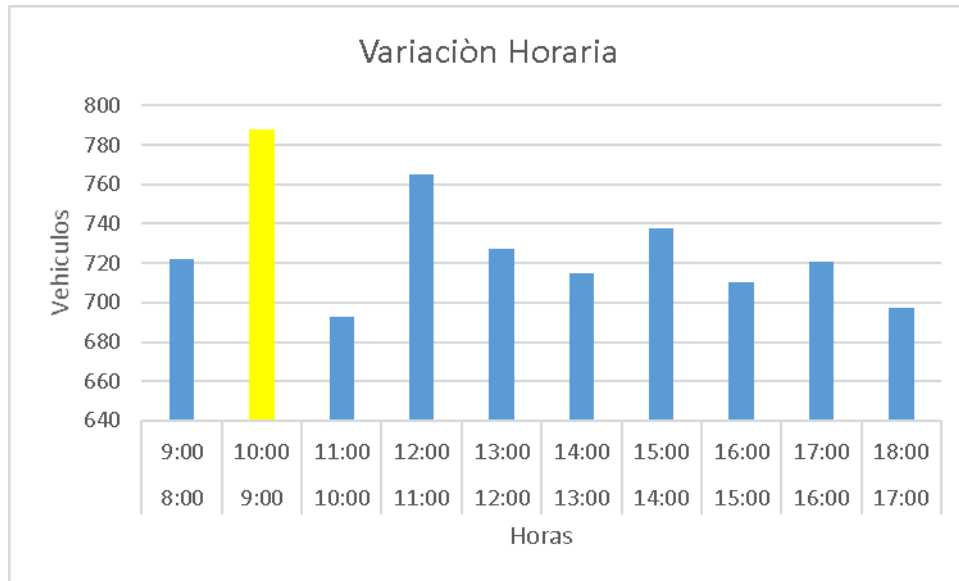


Figura 54: Variación Horaria del día Miércoles  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6.3.3. Determinación de la Composición Vehicular

Se halló el volumen y porcentaje por cada tipo de vehículos que circula en la hora de mayor demanda.

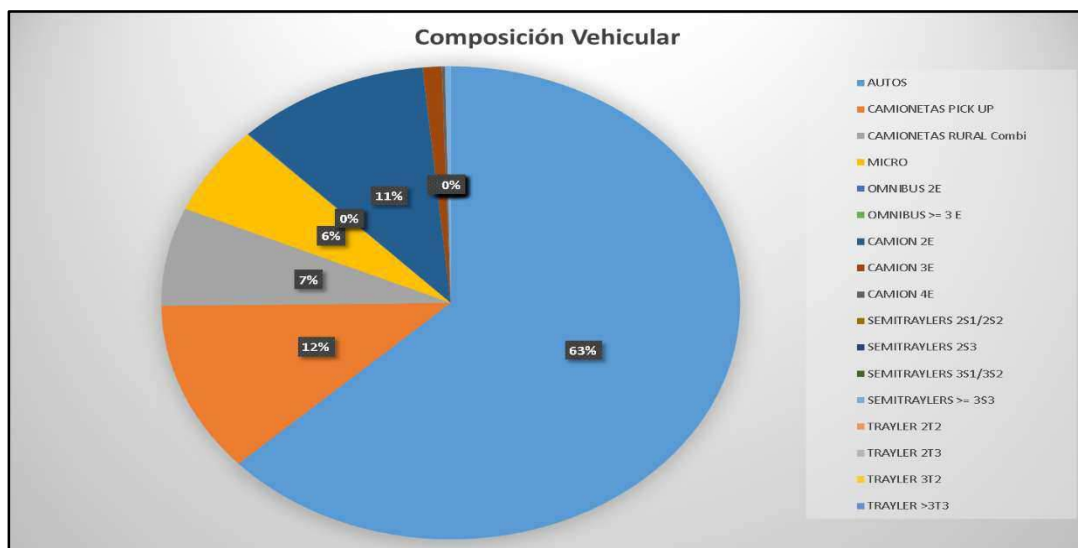


Figura 55: Composición vehicular de la intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa  
Fuente: Elaboración propia

Conclusión: En la figura 51 se puede se puede apreciar que el mayor volumen pertenece al de **AUTO**.

### 3.6.3.4. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado):

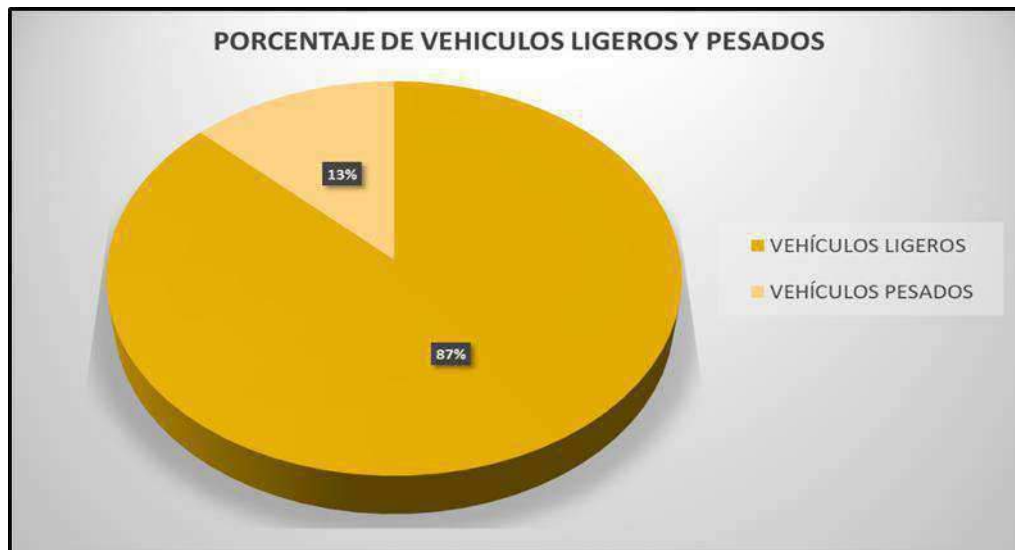


Figura 56: Composición vehicular de la intersección Av. Tomas Katari- Vía Expresa (ligero-pesado)

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: En la figura 52 se puede observar que el mayor porcentaje de vehículos son los LIGEROS, solo el 13 % pertenece a vehículos pesados.

### 3.6.3.5. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:

Para la determinación de este factor se halla el volumen total de vehículos mixtos que pasan en la hora de máxima demanda en este caso de 09:00 AM- 10:00 AM, así mismo se determina el mayor volumen que pasa en 15 min (tabla 31); con estos datos se aplica la siguiente formula:

$$PHF = \frac{n_{60}}{4 n_{15}}$$

Dónde:

**PHF** : Factor de hora pico.

**n<sub>60</sub>** : Recuento de vehículos durante un período de 1 h (veh /hr).

**n<sub>15</sub>** : Recuento de vehículos durante el período de pico de 15 min (veh).



Tabla 31: Volumen cada 15 min de la intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa.

HORA DE CONTROL		VEHICULOS CADA 15 MIN
09:00	09:15	204
09:15	09:30	190
09:30	09:45	194
09:45	10:00	200
<b>TOTAL</b>		<b>788</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa.

<b>PHF=</b>	$n_{60}/4n_{15}$
<b>n60=</b>	788
<b>n15=</b>	204
<b>PHF=</b>	0.97
<b>VHMDn15=</b>	197

Fuente: Elaboración propia

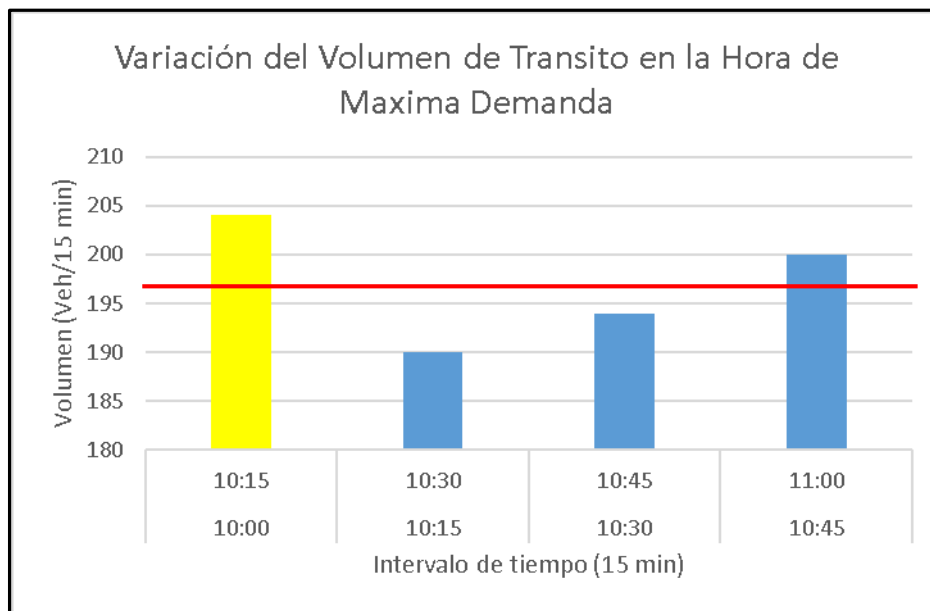


Figura 57: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección Av. Tomas Katari – Vía Expresa.

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: El factor de hora pico para esta intersección es 0.97. A partir de la obtención de dicho factor (PHF) se pudo hallar el volumen horario de máxima demanda (VHMD) como se



aprecia en la figura 53.

### 3.6.3.6. Proyección de Volúmenes Vehiculares.

Se realizó la proyección de volúmenes vehiculares para cada intersección de estudio, utilizando la tasa de crecimiento poblacional para los vehículos de pasajeros (livianos) y la tasa de crecimiento del PBI para vehículos de carga (pesados).

Determinación del tráfico actual

F.C.E. Vehículos Ligeros 1.179586

F.C.E. Vehículos Pesados 1.087123

Tabla 33: Determinación del Tráfico Actual de la intersección Av. Tomas Katari– Vía Expresa.

TIPO DE VEHICULO	TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
AUTOS	13671	4557	1.179586	5375
PICK UP	2565	855	1.179586	1009
RURAL COMBI	1474	491	1.179586	580
MICRO	1344	448	1.179586	528
OMNIBUS 2E	10	3	1.087123	4
OMNIBUS $\geq$ 3 E	0	0	1.087123	0
CAMION 2E	2367	789	1.087123	858
CAMION 3E	234	78	1.087123	85
CAMION 4E	35	12	1.087123	13
SEMITRAYLERS 2S1/2S2	0	0	1.087123	0
SEMITRAYLERS 2S3	0	0	1.087123	0
SEMYTRAYLERS 3S1/3S2	0	0	1.087123	0
SEMYTRAYLERS $\geq$ 3S3	70	23	1.087123	25
TRAYLER 2T2	0	0	1.087123	0
TRAYLER 2T3	0	0	1.087123	0
TRAYLER 3T2	0	0	1.087123	0
TRAYLER $>$ 3T3	0	0	1.087123	0
<b>TOTAL</b>	<b>21770</b>	<b>7257</b>		<b>8476</b>

Fuente: Elaboración propia

Proyección Vehicular

$r_{pob} = 0.75$  Tasa de Crecimiento Anual de la Población.

$r_{PBI} = 4.43$  Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional.

**Demanda Proyectada:**

$$T_n = T_o(1 + r)^n$$

Dónde:

$T_n$  = Tránsito total para el año proyectado (veh/hr).

$T_o$  = Tránsito actual o año base (veh/hr).

$n$  = Cantidad de años proyectados.

Se realizó la proyección para 20 años:



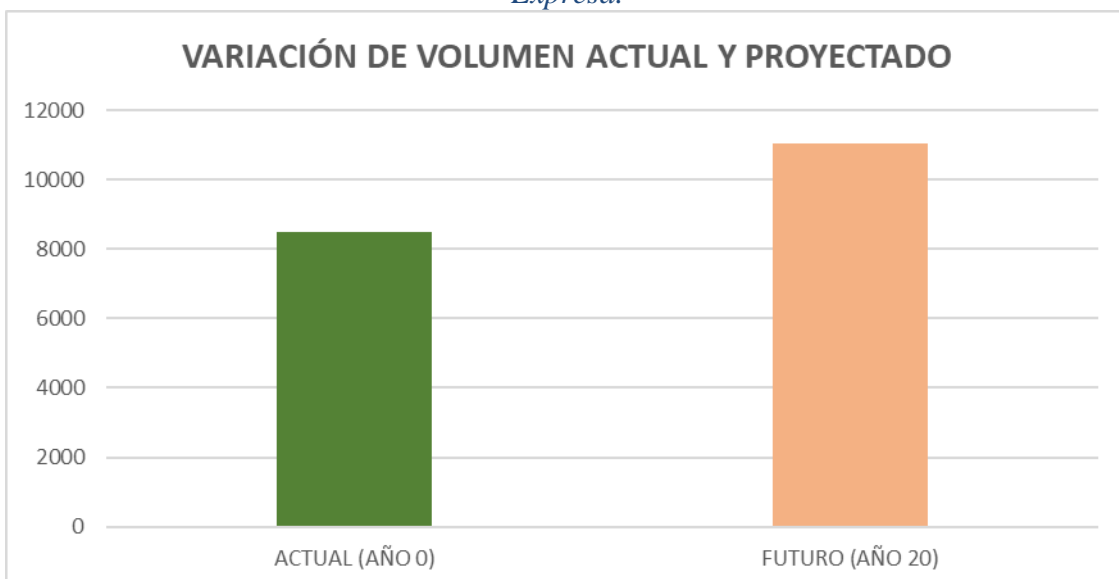


Tabla 34: Proyección Vehicular para la intersección Av. Tomas Katari– Vía Expresa.

TIPO DE VEHICULO	ACTUAL (AÑO 0)	FUTURO (AÑO 20)
AUTOS	5375	6242
PICK UP	1009	1171
RURAL COMBI	580	673
MICRO	528	614
OMNIBUS 2E	4	4
OMNIBUS $\geq$ 3 E	0	0
CAMION 2E	858	2041
CAMION 3E	85	202
CAMION 4E	13	30
SEMITRAYLERS 2S1/2S2	0	0
SEMITRAYLERS 2S3	0	0
SEMYTRAYLERS 3S1/3S2	0	0
SEMYTRAYLERS $\geq$ 3S3	25	60
TRAYLER 2T2	0	0
TRAYLER 2T3	0	0
TRAYLER 3T2	0	0
TRAYLER $>$ 3T3	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>8476</b>	<b>11037</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 58: Variación de Volúmenes Vehiculares para la intersección Av. Tomas Katari– Vía Expresa.



Fuente: Elaboración propia

Conclusión: En la tabla 34 se observa la proyección del tráfico dentro de 20 años, y en la figura 50 se observa la variación de volúmenes vehiculares para dicha intersección.

### 3.6.3.7. Determinación del Nivel de Servicio para Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari– Vía Expresa.



Figura 59: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari– Vía Expresa.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.3.8. Determinación del Nivel de Servicio para Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Vía Expresa.

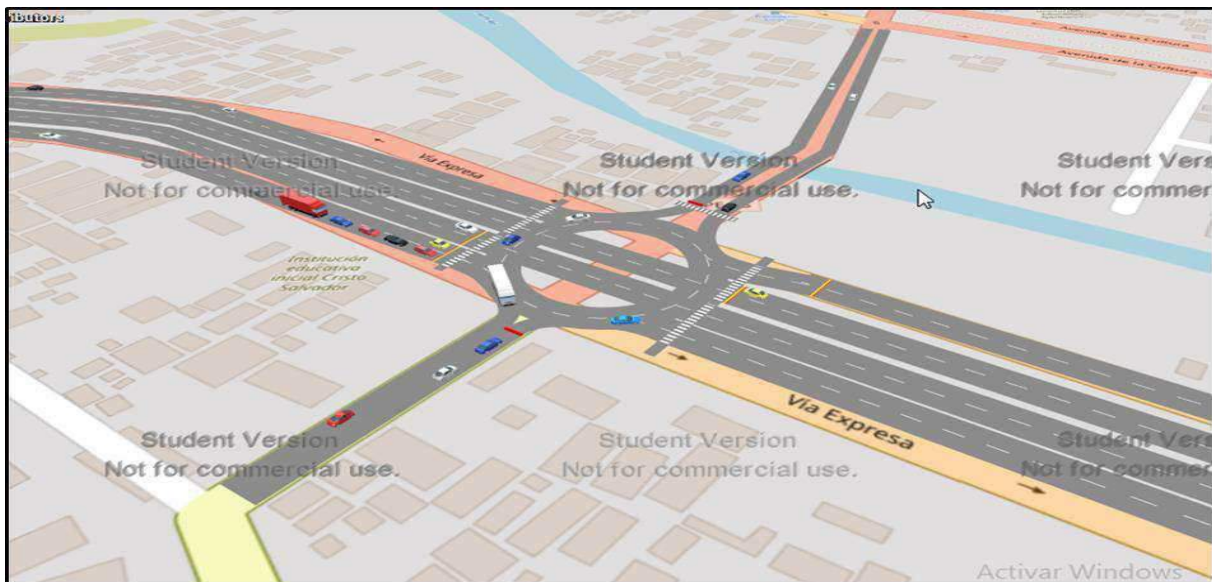


Figura 60: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari – Vía Expresa.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.4. Análisis de datos para la Intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.

#### 3.6.4.1. Determinación de la Variación Diaria

Se puede obtener el volumen vehicular diario, sumando el conteo horario para cada día. En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes diarios.

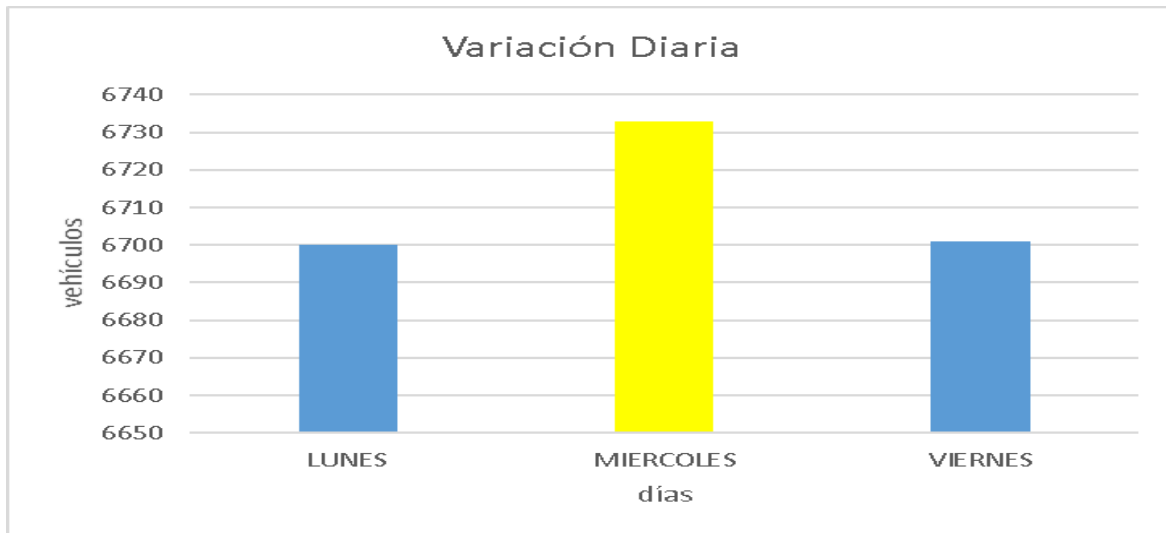


Figura 61: Variación diaria de la intersección Av. Diego Túpac Amaru – Vía Expresa.  
Fuente: Elaboración propia

Conclusión: Como se observa en la figura 57, se determinó que el día de mayor demanda vehicular es el día **MIERCOLES**.

### 3.6.4.2. Variación Horaria

Se procedió a sumar los volúmenes vehiculares por hora del día lunes, esto con la finalidad de determinar la hora de mayor afluencia vehicular. En la figura siguiente se aprecian dichos datos.

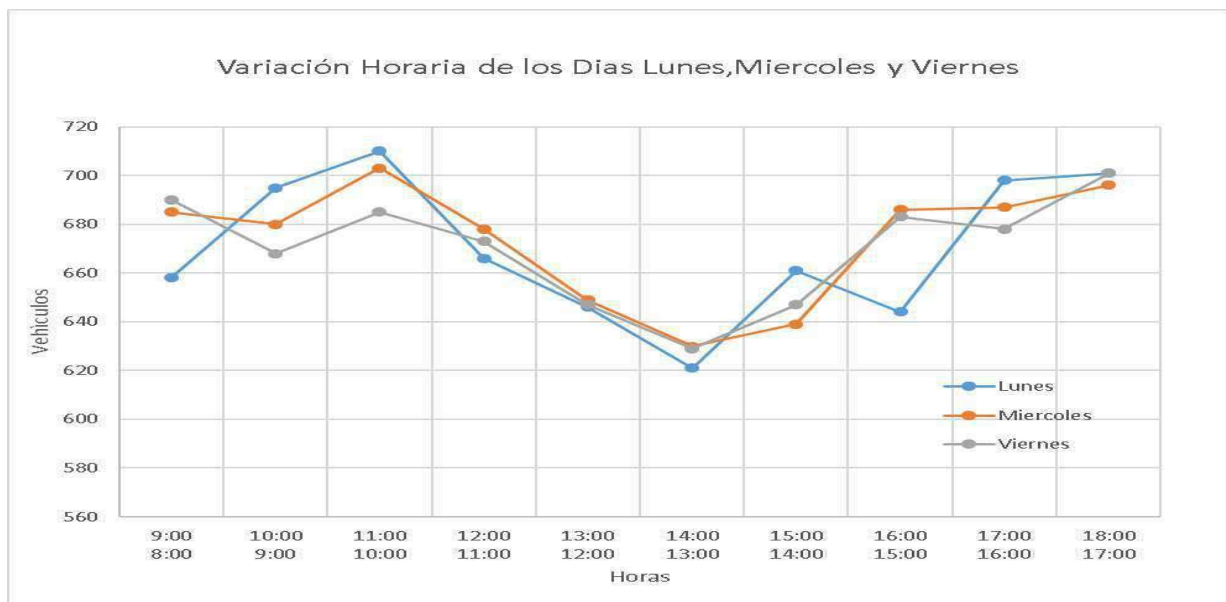


Figura 62: Variación Horaria de los días Lunes, Miércoles y Viernes  
Fuente: Elaboración propia

Conclusión: Como se aprecia en las figuras 57 y 58, se determinó que el día y la hora de mayor afluencia vehicular corresponde al día lunes de 10:00 am a 11:00 am cuya variación horaria se aprecia en la figura 47; hora en la cual se procedió a realizar los conteos vehiculares.

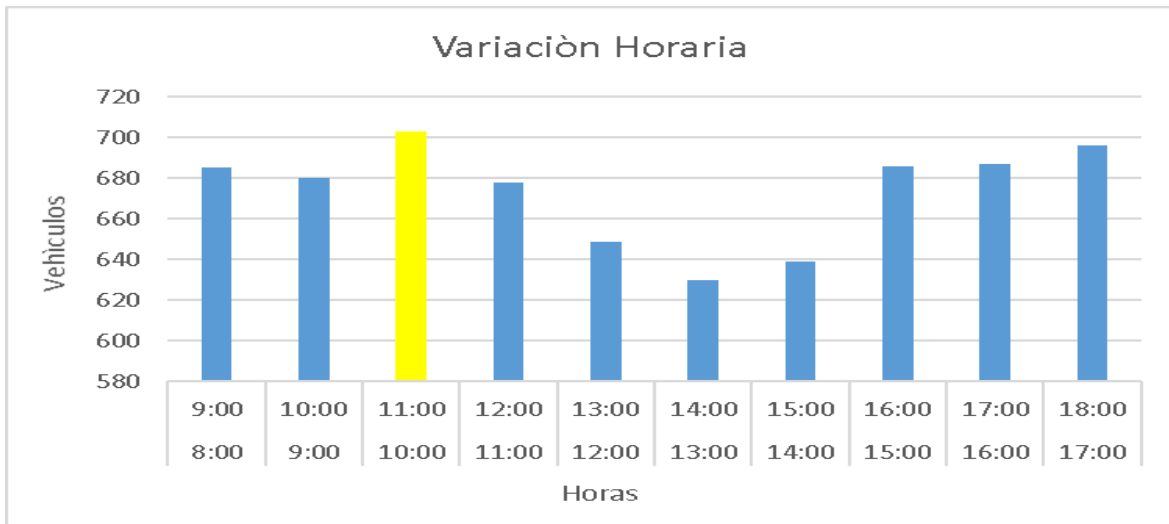


Figura 63: Variación Horaria del día Miércoles  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6.4.3. Determinación de la Composición Vehicular

Se halló el volumen y porcentaje por cada tipo de vehículos que circula en la hora de mayor demanda.

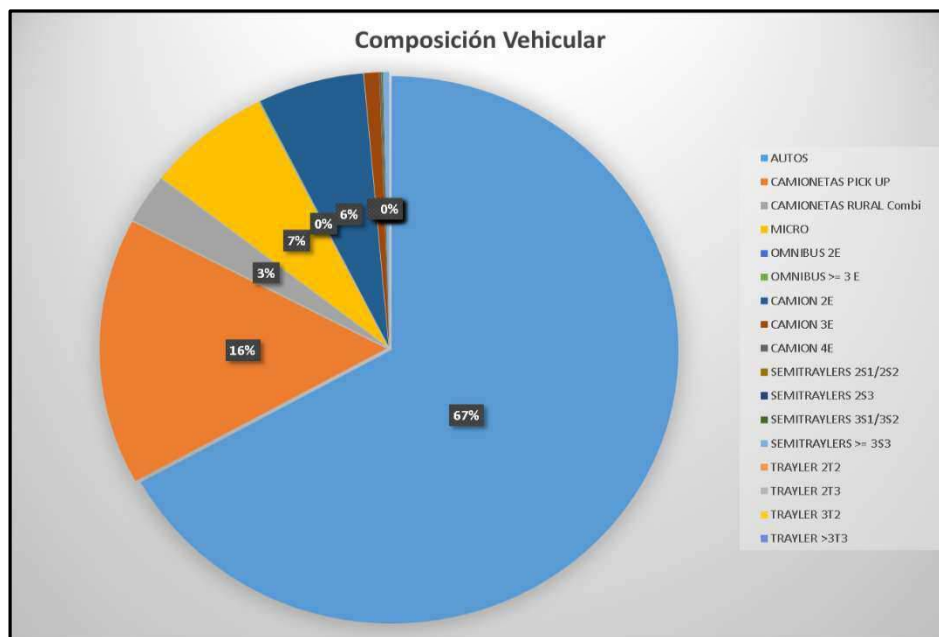
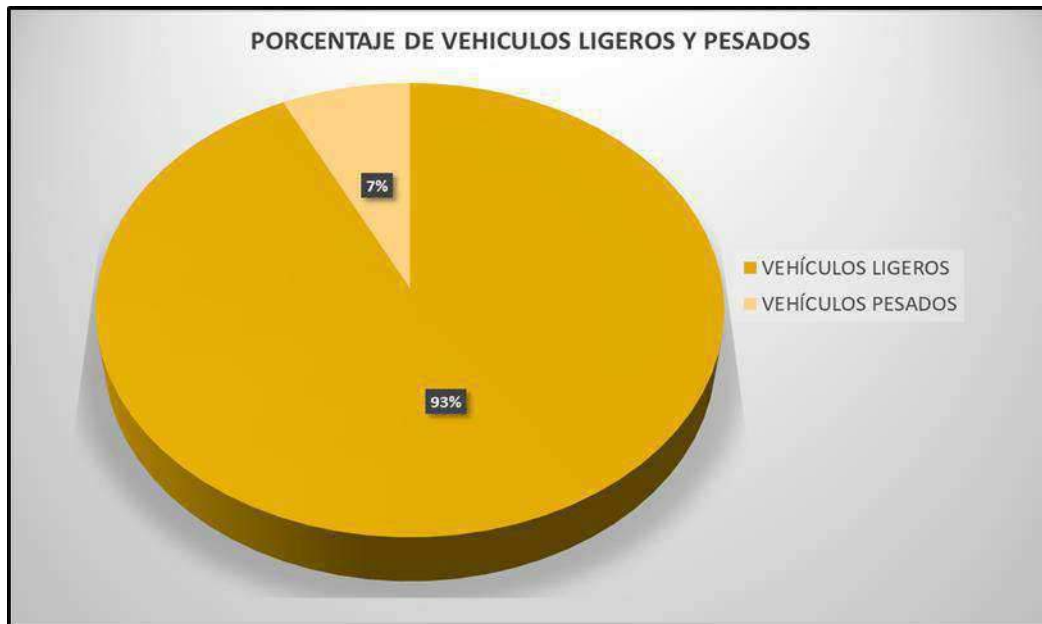


Figura 64: Composición vehicular de la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa  
Fuente: Elaboración propia

Conclusión: En la figura 60 se puede apreciar que el mayor volumen pertenece al de AUTO.

#### 3.6.4.4. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado):



*Figura 65: Composición vehicular de la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa (ligero-pesado)*

*Fuente: Elaboración propia*

Conclusión: En la figura 61 se puede observar que el mayor porcentaje de vehículos son los LIGEROS, solo el 7 % pertenece a vehículos pesados.

#### 3.6.4.5. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:

Para la determinación de este factor se halla el volumen total de vehículos mixtos que pasan en la hora de máxima demanda en este caso de 10:00 AM– 11:00 AM, así mismo se determina el mayor volumen que pasa en 15 min (tabla 35); con estos datos se aplica la siguiente formula:

$$PHF = \frac{n_{60}}{4 n_{15}}$$

**Dónde:**

**PHF** : Factor de hora pico.

**n<sub>60</sub>** : Recuento de vehículos durante un período de 1 h (veh /hr).

**n<sub>15</sub>** : Recuento de vehículos durante el período de pico de 15 min (veh).



Tabla 35: Volumen cada 15 min de la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.

HORA DE CONTROL		VEHICULOS CADA 15 MIN
10:00	10:15	175
10:15	10:30	181
10:30	10:45	177
10:45	11:00	170
<b>TOTAL</b>		703

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Av. Diego Túpac Amaru – Vía Expresa.

<b>PHF=</b>	$n_{60}/4n_{15}$
<b>n60=</b>	703
<b>n15=</b>	181
<b>PHF=</b>	0.97
<b>VHMDn15=</b>	176

Fuente: Elaboración propia

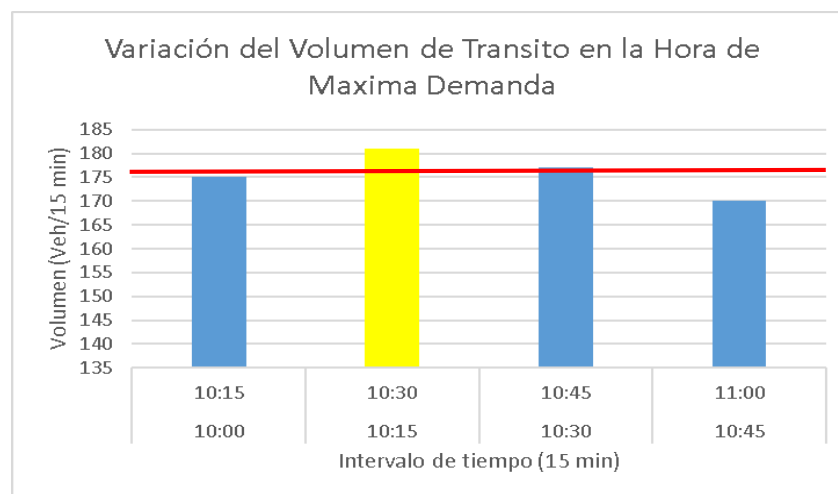


Figura 66: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección Av. Diego Túpac Amaru – Vía Expresa.

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: El factor de hora pico para esta intersección es 0.97. A partir de la obtención de dicho factor (PHF) se pudo hallar el volumen horario de máxima demanda (VHMD) como se aprecia en la figura 62.

### 3.6.4.6. Proyección de Volúmenes Vehiculares.

Se realizó la proyección de volúmenes vehiculares para cada intersección de estudio, utilizando





la tasa de crecimiento poblacional para los vehículos de pasajeros (livianos) y la tasa de crecimiento del PBI para vehículos de carga (pesados).

Determinación del tráfico actual

F.C.E. Vehículos Ligeros 1.179586

F.C.E. Vehículos Pesados 1.087123

*Tabla 37: Determinación del Trafico Actual de la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.*

TIPO DE VEHICULO	TOTAL SEMANA	IMDs	FC	IMDa
AUTOS	13494	4498	1.179586	5306
PICK UP	3123	1041	1.179586	1228
RURAL COMBI	527	176	1.179586	207
MICRO	1406	469	1.179586	553
OMNIBUS 2E	1	0	1.087123	0
OMNIBUS >= 3 E	2	1	1.087123	1
CAMION 2E	1273	424	1.087123	461
CAMION 3E	160	53	1.087123	58
CAMION 4E	26	9	1.087123	9
SEMITRAYLERS 2S1/2S2	11	4	1.087123	4
SEMITRAYLERS 2S3	7	2	1.087123	3
SEMYTRAYLERS 3S1/3S2	9	3	1.087123	3
SEMYTRAYLERS >= 3S3	95	32	1.087123	34
TRAYLER 2T2	0	0	1.087123	0
TRAYLER 2T3	0	0	1.087123	0
TRAYLER 3T2	0	0	1.087123	0
TRAYLER >3T3	0	0	1.087123	0
<b>TOTAL</b>	<b>20134</b>	<b>6711</b>		<b>7868</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Proyección Vehicular

$r_{pob} = 0.75$  Tasa de Crecimiento Anual de la Población.

$r_{PBI} = 4.43$  Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional.

**Demanda Proyectada:**

$$T_n = T_o(1 + r)^n$$

Dónde:

$T_n$  = Tránsito total para el año proyectado (veh/hr).

$T_o$  = Tránsito actual o año base (veh/hr).

$n$  = Cantidad de años proyectados.

Se realizó la proyección para 20 años

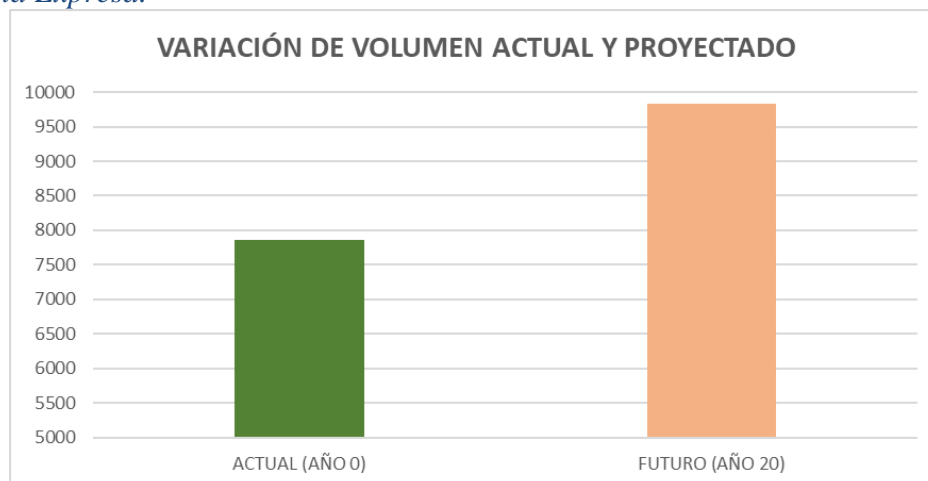


Tabla 38: Proyección Vehicular para la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.

TIPO DE VEHICULO	ACTUAL (AÑO 0)	FUTURO (AÑO 20)
AUTOS	5306	6161
PICK UP	1228	1426
RURAL COMBI	207	241
MICRO	553	642
OMNIBUS 2E	0	0
OMNIBUS >= 3 E	1	1
CAMION 2E	461	1098
CAMION 3E	58	138
CAMION 4E	9	22
SEMITRAYLERS 2S1/2S2	4	9
SEMITRAYLERS 2S3	3	6
SEMYTRAYLERS 3S1/3S2	3	8
SEMYTRAYLERS >= 3S3	34	82
TRAYLER 2T2	0	0
TRAYLER 2T3	0	0
TRAYLER 3T2	0	0
TRAYLER >3T3	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>7868</b>	<b>9834</b>

Fuente: Elaboración propia

Figura 67: Variación de Volúmenes Vehiculares para la intersección Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.



Fuente: Elaboración propia

Conclusión: En la tabla 38 se observa la proyección del tráfico dentro de 20 años, y en la figura 63 se observa la variación de volúmenes vehiculares para dicha intersección



### 3.6.4.7. Determinación del Nivel de Servicio para Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.



Figura 68: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.4.8. Determinación del Nivel de Servicio para Óvalo Abierto de Av. Diego Tupac Amaru– Vía Expresa.



Figura 69: Micromodelación con VISSIM – Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Vía Expresa.

Fuente: Elaboración Propia



### 3.6.5. Análisis Operacional Actual

#### 3.6.5.1. Tráfico

El desarrollo del estudio de tráfico se inició con la recopilación de la información para la cual se realizó actividades de trabajo en campo, fueron necesaria la elaboración de formatos para los conteos. Los vehículos han sido clasificados según su tamaño y número de líneas de rotación (ejes).

*Tabla 39: Flujo de la intersección Vía Expresa – Av. República de Perú*

Vehículo	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú								
	Ca. República de Perú			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Giro en 'U'	Directo	Izquierda	Giro en 'U'	Derecha	Directo	Giro en 'U'
Auto	38	93	2	120	18	2	321	193	2
Pick Up	4	14	1	21	5	1	18	27	0
Combi	6	4	0	5	0	0	11	9	1
Microbus	0	23	0	2	0	0	20	0	0
Bus 2E	0	0	0	7	0	0	10	11	0
Bus > = 3E	4	0	0	10	0	0	1	5	0
Camion 2E	7	18	1	19	1	1	19	24	0
Camion 3E	2	2	0	10	0	0	4	9	0
Camion 4E	0	2	0	1	0	0	5	0	0
Semitrailer 2S1/2S2	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Semitrailer 2S3	2	0	0	0	0	0	1	1	0
Semitrailer 3S1/2S2	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Semitrailer > = 3S3	3	2	0	3	1	0	4	6	0
Trailer 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer > 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehículos ligeros	48	134	3	148	23	3	370	229	3
Vehículos pesados	18	25	1	52	3	2	45	57	0
v(veh/hr)	66	159	4	200	26	5	415	286	3

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 40: Flujo de la intersección Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras*

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras								
	Ca. Las Palmeras			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Giro en 'U'	Directo	Izquierda	Giro en 'U'	Derecha	Directo	Giro en 'U'
Auto	15	27	1	114	1	0	12	163	0
Pick Up	0	3	0	16	0	0	2	29	0
Combi	0	1	0	5	1	0	0	26	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	13	0
Bus 2E	0	0	0	1	0	0	0	15	0
Bus > = 3E	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Camion 2E	0	0	0	15	0	0	2	22	0
Camion 3E	0	0	0	10	0	0	0	2	0
Camion 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 3S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer > = 3S3	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Trailer 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer > 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehículos ligeros	15	31	1	135	2	0	14	231	0
Vehículos pesados	0	0	0	28	0	0	2	39	0
v(veh/hr)	15	31	1	163	2	0	16	270	0

*Fuente: Elaboración propia*



Tabla 41: Flujo de la intersección Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari											
	Av. Tomas Katari Bajada			Av. Tomas Katari Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Izquierda	Derecha	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo
Auto	36	10	200	5	13	168	9	23	7	6	2	6
Pick Up	11	1	37	2	7	25	5	11	0	5	0	2
Combi	2	0	13	1	2	21	5	1	1	1	1	1
Microbus	0	0	22	0	3	18	2	2	0	0	0	0
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus > = 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	4	4	16	1	10	20	2	5	7	4	2	4
Camion 3E	3	1	1	0	1	2	1	1	3	0	0	1
Camion 4E	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Semitrailer 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 3S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer > = 3S3	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
Trailer 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer > 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehículos ligeros	49	11	272	8	25	232	21	37	8	12	3	9
Vehículos pesados	9	6	17	1	11	22	4	7	11	5	3	5
v(veh/hr)	58	17	289	9	36	254	25	44	19	17	6	14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Flujo de la intersección Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru											
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada			Av. Diego Tupac Amaru Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo
Auto	14	17	185	7	178	3	7	9	36	23	1	8
Pick Up	5	5	25	2	30	2	4	2	11	10	1	4
Combi	0	0	5	0	6	0	0	2	2	1	0	1
Microbus	0	0	20	0	25	0	0	1	0	0	0	0
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus > = 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	1	5	7	1	9	1	1	2	4	6	6	1
Camion 3E	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Camion 4E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 3S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer > = 3S3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer > 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehículos ligeros	19	22	235	9	239	5	11	14	49	34	2	13
Vehículos pesados	3	7	8	1	10	2	1	2	4	6	6	1
v(veh/hr)	22	29	243	10	249	7	12	16	53	40	8	14

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.5.2. Volúmenes de demanda por movimiento

Para hallar los volúmenes finales de la demanda de movimientos ( $v_i$ ), se empieza hallando la suma de conteo de vehículos ligeros y pesados (veh/hr), valor que multiplicándose a un factor para movimiento directo (FMD) mostrados en la Tabla 43 nos da el volumen de vehículos que giran convertidos al giro de movimiento directo (veh/hr).

Tabla 43: Factores de conversión de giro a movimiento directo

Tipo de Giro	Factor de para movimiento directo (FMD)
Giro a la derecha	1.10
Giro a la Izquierda	1.50

Fuente: US Dept. of Transportation, Federal Highway Administration (2011)



Tabla 44: Volúmenes de demanda por movimiento Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú

Vehículo	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú								
	Ca. República de Perú			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Giro en 'U'	Directo	Izquierda	Giro en 'U'	Derecha	Directo	Giro en 'U'
v(veh/hr)	66	159	4	200	26	5	415	286	3
ve(veh/hr)	73	239	4	220	39	5	457	286	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Volúmenes de demanda por movimiento Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras								
	Ca. Las Palmeras			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Giro en 'U'	Directo	Izquierda	Giro en 'U'	Derecha	Directo	Giro en 'U'
v(veh/hr)	15	31	1	163	2	0	16	270	0
ve(veh/hr)	17	47	1	179	3	0	18	270	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Volúmenes de demanda por movimiento Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari											
	Av. Tomas Katari Bajada			Av. Tomas Katari Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Izquierda	Derecha	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo
v(veh/hr)	58	17	289	9	36	254	25	44	19	17	6	14
ve(veh/hr)	87	19	289	10	54	254	28	66	19	19	9	14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Volúmenes de demanda por movimiento Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru											
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada			Av. Diego Tupac Amaru Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo
v(veh/hr)	22	29	243	10	249	7	12	16	53	40	8	14
ve(veh/hr)	24	44	243	11	374	7	13	24	53	44	12	14

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.5.3. Factor de Ajuste de Vehículos Pesados

Con los datos obtenidos, hay un porcentaje de vehículos pesados para todos los movimientos (PT), y junto con el factor equivalente de los vehículos de pasajeros para los vehículos pesados que se muestra en la Tabla 48 ( $ET = 2$ ) se aplica en la Ecuación 1. Por último, para conocer la tasa de flujo de la demanda por movimiento se aplica la Ecuación 2, finalmente los resultados se muestran en la Tabla 49,50,51,52,53,54,55 y 56.





Tabla 48: Equivalencias de los vehículos de pasajeros

Tipo de vehículo	Equivalencia de los vehículos de pasajeros (ET)
Coche de pasajeros	1.0
Vehículos pesados	2.0
Bicicleta	0.5

Fuente: (FHWA, 2010)

$$V_{i,pce} = \frac{V_i}{f_{hv}} \quad \text{Ecuacion 1}$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + PT(ET - 1)} \quad \text{Ecuacion 2}$$

Dónde:

$V_{i,pce}$  = tasa de flujo de la demanda de movimiento i, cp/h

$V_i$  = volumen de la demanda de movimiento i, veh/h

$f_{HV}$  = factor de ajuste de vehículos pesados.

$PT$  = proporción de volumen de la demanda que consiste en vehículos pesados

$ET$  = equivalencia de los vehículos de pasajeros para los vehículos pesados

Tabla 49: Factor de ajuste de vehículos pesados Av. Vía Expresa – Av. República de Perú

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú								
	Ca. República de Perú			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Giro en 'U'	Directo	Izquierda	Giro en 'U'	Derecha	Directo	Giro en 'U'
$P_t$	0.24	0.10	0.24	0.22	0.07	0.38	0.09	0.19	0.00
$f_{hv}$	0.81	0.91	0.81	0.82	0.93	0.72	0.91	0.84	1.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Factor de ajuste de vehículos pesados Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras								
	Ca. Las Palmeras			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Giro en 'U'	Directo	Izquierda	Giro en 'U'	Derecha	Directo	Giro en 'U'
$P_t$	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.13	0.14	0.00
$f_{hv}$	1.00	1.00	1.00	0.85	1.00	1.00	0.89	0.87	1.00

Fuente: Elaboración propia



Tabla 51: Factor de ajuste de vehículos pesados Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari.

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari											
	Av. Tomas Katari Bajada			Av. Tomas Katari Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Izquierda	Derecha	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo
Pt	0.16	0.35	0.06	0.11	0.31	0.09	0.16	0.16	0.58	0.29	0.50	0.36
fhv	0.87	0.74	0.94	0.90	0.77	0.92	0.86	0.86	0.63	0.77	0.67	0.74

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Factor de ajuste de vehículos pesados Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru.

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru											
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada			Av. Diego Tupac Amaru Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo
Pt	0.14	0.24	0.03	0.10	0.04	0.29	0.08	0.13	0.08	0.15	0.75	0.07
fhv	0.88	0.81	0.97	0.91	0.96	0.78	0.92	0.89	0.93	0.87	0.57	0.93

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. República de Perú

Vehículo	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú									
	Ca. República de Perú			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida			
	Derecha	Izquierda	Giro en 'U'	Directo	Izquierda	Giro en 'U'	Derecha	Directo	Giro en 'U'	
vi(veh/hr)	76	251	4	232	41	5	481	301	3	
vi,pce(veh/hr)	94	276	5	284	44	7	526	358	3	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54: Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras									
	Ca. Las Palmeras			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida			
	Derecha	Izquierda	Giro en 'U'	Directo	Izquierda	Giro en 'U'	Derecha	Directo	Giro en 'U'	
vi(veh/hr)	17	48	1	187	3	0	18	281	0	
vi,pce(veh/hr)	17	48	1	219	3	0	21	322	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari											
	Av. Tomas Katari Bajada			Av. Tomas Katari Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Izquierda	Derecha	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo
vi(veh/hr)	90	19	298	10	56	262	28	68	20	19	9	14
vi,pce(veh/hr)	104	26	315	11	73	285	33	79	31	25	14	20

Fuente: Elaboración propia



Tabla 56: Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru											
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada			Av. Diego Tupac Amaru Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo
$v_i$ (veh/hr)	25	45	251	11	385	7	14	25	55	45	12	14
$v_i, pce$ (veh/hr)	28	56	259	12	401	9	15	28	59	52	22	15

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.5.4. Flujo de Entrada, de Circulación y de Salida de la Rotonda Moderna

El volumen de entrada se calcula mediante la suma de los volúmenes de movimiento que entran en la rotonda calculados en la Tabla 53, 54, 55,56. Para la rotonda, todos los volúmenes de aproximación se suman. Los caudales de entrada se muestran en la Tabla 57, 58, 59,60:

Tabla 57: Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. República de Perú.

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú								
	Ca. República de Perú			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha (G8)	Izquierda (G7)	Giro en 'U' (G9)	Directo (G1)	Izquierda (G2)	Giro en 'U' (G3)	Derecha (G5)	Directo (G4)	Giro en 'U' (G6)
$v_i, pce$ (veh/hr)	94	276	5	284	44	7	526	358	3
Flujos de entrada	376			335			887		

Fuente: Elaboración propia

El flujo de circulación se calcula para cada ramal. Los volúmenes que circulan son la suma de todos los volúmenes que estén en conflicto con el ingreso de los vehículos en la aproximación, como se muestra a continuación.

- $G2+G3 = 33$  veh/hr
- $G4+G6 = 304$  veh/hr
- $G7+G9 = 172$  veh/hr

El flujo de salida se calcula para cada ramal mediante la suma de todo el flujo que va saliendo de la rotonda en un tramo determinado.

- $G3+G4+G8 = 376$  veh/hr
- $G1+G6+G7 = 381$  veh/hr
- $G2+G5+G9 = 468$  veh/hr



Tabla 58: Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras.

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras								
	Ca. Las Palmeras			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha (G7)	Izquierda (G8)	Giro en 'U' (G9)	Directo (G1)	Izquierda (G2)	Giro en 'U' (G3)	Derecha (G5)	Directo (G4)	Giro en 'U' (G6)
$v_{i,pce}$ (veh/hr)	17	48	1	219	3	0	21	322	0
Flujos de entrada	67			222			343		

Fuente: Elaboración propia

El flujo de circulación se calcula para cada ramal. Los volúmenes que circulan son la suma de todos los volúmenes que estén en conflicto con el ingreso de los vehículos en la aproximación, como se muestra a continuación.

- $G2+G3 = 3$  veh/hr
- $G4+G6 = 322$  veh/hr
- $G7+G9 = 18$  veh/hr

El flujo de salida se calcula para cada ramal mediante la suma de todo el flujo que va saliendo de la rotonda en un tramo determinado.

- $G3+G4+G8 = 370$  veh/hr
- $G1+G6+G7 = 236$  veh/hr
- $G2+G5+G9 = 25$  veh/hr

Tabla 59: Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari.

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari											
	Av. Tomas Katari Bajada			Av. Tomas Katari Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Izquierda (G5)	Derecha (G6)	Directo (G4)	Derecha (G3)	Izquierda (G2)	Directo (G1)	Derecha (G11)	Izquierda (G12)	Directo (G10)	Derecha (G8)	Izquierda (G9)	Directo (G7)
$v_{i,pce}$ (veh/hr)	104	26	315	11	73	285	33	79	31	25	14	20
Flujos de entrada	445			369			143			58		

Fuente: Elaboración propia

El flujo de circulación se calcula para cada ramal. Los volúmenes que circulan son la suma de todos los volúmenes que estén en conflicto con el ingreso de los vehículos en la aproximación, como se muestra a continuación.

- $G1+G2= 357$  veh/hr
- $G4+G6 = 342$  veh/hr



- c.  $G7+G9 = 34$  veh/hr
- d.  $G10+G12 = 110$  veh/hr

El flujo de salida se calcula para cada ramal mediante la suma de todo el flujo que va saliendo de la rotonda en un tramo determinado.

- a.  $G2 + G5 + G7 = 196$  veh/hr
- b.  $G4 + G9 + G11 = 362$  veh/hr
- c.  $G3 + G6 + G10 = 100$  veh/hr
- d.  $G1 + G8 + G12 = 89$  veh/hr

*Tabla 60: Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru*

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru											
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada			Av. Diego Tupac Amaru Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha (G12)	Izquierda (G11)	Directo (G10)	Derecha (G8)	Izquierda (G9)	Directo (G7)	Derecha (G2)	Izquierda (G3)	Directo (G1)	Derecha (G5)	Izquierda (G6)	Directo (G4)
<i>vi, pce (veh/hr)</i>	28	56	259	12	401	9	15	28	59	52	22	15
<i>Flujos de entrada</i>	343			422			101			89		

*Fuente: Elaboración propia*

El flujo de circulación se calcula para cada ramal. Los volúmenes que circulan son la suma de todos los volúmenes que estén en conflicto con el ingreso de los vehículos en la aproximación, como se muestra a continuación.

- a.  $G1+G3 = 87$  veh/hr
- b.  $G4+G6 = 37$  veh/hr
- c.  $G7+G9 = 410$  veh/hr
- d.  $G10+G12 = 287$  veh/hr

El flujo de salida se calcula para cada ramal mediante la suma de todo el flujo que va saliendo de la rotonda en un tramo determinado.

- a.  $G4 + G9 + G11 = 472$  veh/hr
- b.  $G2 + G6 + G10 = 295$  veh/hr
- c.  $G1 + G8 + G12 = 100$  veh/hr
- d.  $G3 + G5 + G7 = 89$  veh/hr



### 3.6.6. Análisis Operacional proyectado

#### 3.6.6.1. Proyección de Volúmenes Vehiculares.

Se realizó la proyección de volúmenes vehiculares para cada intersección de estudio, utilizando la tasa de crecimiento poblacional para los vehículos de pasajeros (livianos) y la tasa de crecimiento del PBI para vehículos de carga (pesados).

#### -Proyección Vehicular

$r_{pob} = 0.75$  Tasa de Crecimiento Anual de la Población.

$r_{PBI} = 4.43$  Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional.

#### Demanda Proyectada:

$$T_n = T_o(1 + r)^n$$

Dónde:

$T_n$  = Tránsito total para el año proyectado (veh/hr).

$T_o$  = Tránsito actual o año base (veh/hr).

$n$  = Cantidad de años proyectados.

Se realizó la proyección para 20 años:

Tabla 61: Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. República de Perú

Vehículo	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú								
	Ca. República de Perú			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Giro en 'U'	Directo	Izquierda	Giro en 'U'	Derecha	Directo	Giro en 'U'
Auto	44	108	2	139	21	2	373	224	2
Pick Up	5	16	1	24	6	1	21	31	0
Combi	7	5	0	6	0	0	13	10	1
Microbus	0	27	0	2	0	0	23	0	0
Bus 2E	0	0	0	17	0	0	24	26	0
Bus > = 3E	10	0	0	24	0	0	2	12	0
Camion 2E	17	43	2	45	2	2	45	57	0
Camion 3E	5	5	0	24	0	0	10	21	0
Camion 4E	0	5	0	2	0	0	12	0	0
Semitrailer 2S1/2S2	0	2	0	2	0	0	0	2	0
Semitrailer 2S3	5	0	0	0	0	0	2	2	0
Semitrailer 3S1/2S2	0	0	0	2	2	2	2	0	0
Semitrailer > = 3S3	7	5	0	7	2	0	10	14	0
Trailer 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer > 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehículos ligeros	56	156	3	172	27	3	430	266	3
Vehículos pesados	43	59	2	124	7	5	107	136	0
$v(\text{veh/hr})$	99	215	6	296	34	8	537	402	3
$ve(\text{veh/hr})$	108	323	6	325	51	8	590	402	3
$vi(\text{veh/hr})$	114	340	6	342	53	9	621	423	4
$f_{hv}$	0.73	0.85	0.72	0.73	0.88	0.65	0.85	0.76	1.00
$vi_{pce}(\text{veh/hr})$	157	399	9	466	61	13	729	558	4

Fuente: Elaboración propia





Tabla 62: Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras								
	Ca. Las Palmeras			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Giro en 'U'	Directo	Izquierda	Giro en 'U'	Derecha	Directo	Giro en 'U'
Auto	17	31	1	132	1	0	14	189	0
Pick Up	0	3	0	19	0	0	2	34	0
Combi	0	1	0	6	1	0	0	30	0
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	15	0
Bus 2E	0	0	0	2	0	0	0	36	0
Bus > = 3E	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Camion 2E	0	0	0	36	0	0	5	52	0
Camion 3E	0	0	0	24	0	0	0	5	0
Camion 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 3S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer > = 3S3	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Trailer 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer > 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehículos ligeros	17	36	1	157	2	0	16	268	0
Vehículos pesados	0	0	0	67	0	0	5	93	0
v(veh/hr)	17	36	1	223	2	0	21	361	0
ve(veh/hr)	19	54	1	246	3	0	23	361	0
vi(veh/hr)	20	56	1	256	4	0	24	376	0
fhv	1.00	1.00	1.00	0.79	1.00	0.00	0.83	0.80	0.00
vi,pce (veh/hr)	20	56	1	323	4	0	29	469	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari											
	Av. Tomas Katari Bajada			Av. Tomas Katari Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Izquierda	Derecha	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo
Auto	42	12	232	6	15	195	10	27	8	7	2	7
Pick Up	13	1	43	2	8	29	6	13	0	6	0	2
Combi	2	0	15	1	2	24	6	1	1	1	1	1
Microbus	0	0	26	0	3	21	2	2	0	0	0	0
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus > = 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	10	10	38	2	24	48	5	12	17	10	5	10
Camion 3E	7	2	2	0	2	5	2	2	7	0	0	2
Camion 4E	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0
Semitrailer 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 3S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer > = 3S3	5	2	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0
Trailer 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer > 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehículos ligeros	57	13	316	9	29	269	24	43	9	14	3	10
Vehículos pesados	21	14	40	2	26	52	10	17	26	12	7	12
v(veh/hr)	78	27	356	12	55	322	34	60	35	26	11	22
ve(veh/hr)	117	30	356	13	83	322	37	89	35	28	16	22
vi(veh/hr)	121	31	367	13	85	332	38	92	37	29	16	23
fhv	0.85	0.68	0.90	0.85	0.77	0.86	0.80	0.85	0.58	0.71	0.70	0.66
vi,pce (veh/hr)	143	45	408	16	112	384	48	109	63	41	24	35

Fuente: Elaboración propia



Tabla 64: Ajuste de tasa de flujos Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru

Vehículo	Av. Vía Expresa - Av. Diego Túpac Amaru											
	Av. Diego Túpac Amaru Bajada			Av. Diego Túpac Amaru Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo	Derecha	Izquierda	Directo
Auto	16	20	215	8	207	3	8	10	42	27	1	9
Pick Up	6	6	29	2	35	2	5	2	13	12	1	5
Combi	0	0	6	0	7	0	0	2	2	1	0	1
Microbus	0	0	23	0	29	0	0	1	0	0	0	0
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus > = 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	2	12	17	2	21	2	2	5	10	14	14	2
Camion 3E	5	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
Camion 4E	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer 3S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrailer > = 3S3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trailer > 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vehículos ligeros	22	26	273	10	278	6	13	16	57	39	2	15
Vehículos pesados	7	17	19	2	24	5	2	5	10	14	14	2
v(veh/hr)	29	42	292	13	301	11	15	21	66	54	17	17
ve(veh/hr)	32	63	292	14	452	11	17	32	66	59	25	17
vi(veh/hr)	33	65	301	15	466	11	17	32	68	61	26	18
fhv	0.82	0.80	0.94	0.86	0.95	0.70	0.88	0.87	0.88	0.81	0.64	0.88
vi,pce (veh/hr)	40	82	320	17	490	16	20	37	78	75	40	20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65: Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. República de Perú

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú								
	Ca. República de Perú			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha (G8)	Izquierda (G7)	Giro en 'U' (G9)	Directo (G1)	Izquierda (G2)	Giro en 'U' (G3)	Derecha (G5)	Directo (G4)	Giro en 'U' (G6)
vi,pce (veh/hr)	157	399	9	466	61	13	729	558	4
Flujos de entrada	565			540			1291		
Flujos de circulación	408			74			562		
Flujos de salida	798			869			729		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66: Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras								
	Ca. Las Palmeras			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha (G7)	Izquierda (G8)	Giro en 'U' (G9)	Directo (G1)	Izquierda (G2)	Giro en 'U' (G3)	Derecha (G5)	Directo (G4)	Giro en 'U' (G6)
vi,pce (veh/hr)	20	56	1	323	4	0	29	469	0
Flujos de entrada	77			326			498		
Flujos de circulación	21			4			469		
Flujos de salida	34			343			525		

Fuente: Elaboración propia



Tabla 67: Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari											
	Av. Tomas Katari Bajada			Av. Tomas Katari Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Izquierda (G5)	Derecha (G6)	Directo (G4)	Derecha (G3)	Izquierda (G2)	Directo (G1)	Derecha (G11)	Izquierda (G12)	Directo (G10)	Derecha (G8)	Izquierda (G9)	Directo (G7)
<i>vi,pce (veh/hr)</i>	143	45	408	16	112	384	48	109	63	41	24	35
<i>Flujos de entrada</i>	595			511			220			100		
<i>Flujos de circulación</i>	453			496			172			59		
<i>Flujos de salida</i>	479			534			123			289		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68: Tasas de flujo de entrada por carril, de circulación y de salida Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru											
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada			Av. Diego Tupac Amaru Subida			Av. Vía Expresa Bajada			Av. Vía Expresa Subida		
	Derecha (G12)	Izquierda (G11)	Directo (G10)	Derecha (G8)	Izquierda (G9)	Directo (G7)	Derecha (G2)	Izquierda (G3)	Directo (G1)	Derecha (G5)	Izquierda (G6)	Directo (G4)
<i>vi,pce (veh/hr)</i>	40	82	320	17	490	16	20	37	78	75	40	20
<i>Flujos de entrada</i>	442			522			135			136		
<i>Flujos de circulación</i>	360			505			115			60		
<i>Flujos de salida</i>	379			128			135			592		

Fuente: Elaboración propia



### 3.6.7. Determinación de la Capacidad Vial, Demoras, Nivel de Servicio y Longitud de Cola para Óvalos Modernos Proyectado

#### 3.6.7.1. Procesamiento de datos aplicando la metodología del HCM 2010

A continuación, se analiza las intersecciones en su situación actual con la Metodología del HCM 2010.

#### Método HCM 2010:

Aplicando la siguiente Ecuación, se determina la capacidad de entrada de circulación, se muestra en la Tabla 69, 70, 71,72.

$$C_{e,pce} = 1.130e^{(-1.0 \times 10^{-3})V_{c,pce}}$$

De la ecuación antes mencionada se tiene lo siguiente:

*Tabla 69: Capacidad de Óvalo moderno Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú*

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú		
	Ca. República de Perú	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
$V_{c,pce}$	408	74	562
$C_{e,pce}$	849	1073	762

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 70: Capacidad de Óvalo moderno Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras*

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras		
	Ca. Las Palmeras	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
$V_{c,pce}$	21	4	469
$C_{e,pce}$	1114	1127	814

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 71: Capacidad de Óvalo moderno Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari*

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari			
	Av. Tomas Katari Bajada	Av. Tomas Katari Subida	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
$V_{c,pce}$	453	496	172	59
$C_{e,pce}$	823	799	1002	1084

*Fuente: Elaboración propia*



Tabla 72: Capacidad de Óvalo moderno Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru			
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada	Av. Diego Tupac Amaru Subida	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
$V_{c,pce}$	360	505	115	60
$C_{e,pce}$	878	794	1043	1084

Fuente: Elaboración propia

### Relación Volumen – Capacidad:

Para que el funcionamiento de una rotonda moderna sea óptimo, la relación volumen – capacidad en cada entrada debe estar en un rango de hasta 0.85 o 0.90, por lo tanto, según la siguiente ecuación, podemos comprobar que se cumple esto para los 3 accesos, resultados mostrados en la tabla 73, 74, 75,76.

$$x = \frac{565}{849} = 0.67$$

Tabla 73: Relación Volumen Capacidad para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú		
	Ca. República de Perú	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
<b>Demanda (v)</b>	565	540	800
<b>Capacidad (C)</b>	849	1073	762
<b>volumen - Capacidad (X)</b>	0.67	0.50	1.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74: Relación Volumen Capacidad para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras		
	Ca. Las Palmeras	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
<b>Demanda (v)</b>	77	326	498
<b>Capacidad (C)</b>	1114	1127	814
<b>volumen - Capacidad (X)</b>	0.07	0.29	0.61

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75: Relación Volumen Capacidad para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari			
	Av. Tomas Katari Bajada	Av. Tomas Katari Subida	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
<b>Demanda (v)</b>	595	511	220	100
<b>Capacidad (C)</b>	823	799	1002	1084
<b>volumen - Capacidad (X)</b>	0.72	0.64	0.22	0.09

Fuente: Elaboración propia



Tabla 76: Relación Volumen Capacidad para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru			
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada	Av. Diego Tupac Amaru Subida	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
Demanda (v)	442	522	135	136
Capacidad (C)	878	794	1043	1084
volumen - Capacidad (X)	0.50	0.66	0.13	0.13

Fuente: Elaboración propia

### Control de demora:

Para hallar el tiempo que le lleva a un conductor desacelerar hacia una cola, estar en la cola, esperar un claro aceptable en el flujo de circulación mientras está en la parte delantera de la cola, y acelerar a la salida de la cola se aplicará la siguiente ecuación de demora y se pueden ver los resultados en la tabla 77, 78, 79,80

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

Tabla 77: Control de Demora para óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú		
	Ca. República de Perú	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
Demanda (v)	565	540	800
Capacidad (C)	849	1073	762
Demora (d)	15.57	9.22	69.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78: Control de Demora para óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras		
	Ca. Las Palmeras	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
Demanda (v)	77	326	498
Capacidad (C)	1114	1127	814
Demora (d)	3.82	5.94	14.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79: Control de Demora para óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari			
	Av. Tomas Katari Bajada	Av. Tomas Katari Subida	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
Demanda (v)	595	511	220	100
Capacidad (C)	823	799	1002	1084
Demora (d)	18.52	15.36	5.70	4.12

Fuente: Elaboración propia





Tabla 80: Control de Demora para óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru			
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada	Av. Diego Tupac Amaru Subida	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
<b>Demanda (v)</b>	442	522	135	136
<b>Capacidad (C)</b>	878	794	1043	1084
<b>Demora (d)</b>	10.69	16.10	4.61	4.43

Fuente: Elaboración propia

### **Calidad de servicio y nivel de servicio:**

Según la Tabla 2 sobre criterios de niveles de servicio junto, necesitamos los datos obtenidos en el control de demora y relación volumen – capacidad, para poder obtener el nivel de servicio que nos indicará cuán bien funciona una instalación de transporte o servicio desde la perspectiva de un viajero. Los resultados se indican en la Tabla 81, 82, 83,84.

Tabla 81: Nivel de Servicio para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú		
	Ca. República de Perú	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
<b>volumen - Capacidad (X)</b>	0.67	0.50	1.05
<b>Demora (d)</b>	15.57	9.22	69.54
<b>Nivel de Servicio (Nds)</b>	B	A	E

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82: Nivel de Servicio para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras		
	Ca. Las Palmeras	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
<b>volumen - Capacidad (X)</b>	0.07	0.29	0.61
<b>Demora (d)</b>	3.82	5.94	14.20
<b>Nivel de Servicio (Nds)</b>	A	A	B

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83: Nivel de Servicio para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari			
	Av. Tomas Katari Bajada	Av. Tomas Katari Subida	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
<b>volumen - Capacidad (X)</b>	0.72	0.64	0.22	0.09
<b>Demora (d)</b>	18.52	15.36	5.70	4.12
<b>Nivel de Servicio (Nds)</b>	B	B	A	A

Fuente: Elaboración propia



Tabla 84: Nivel de Servicio para Óvalo Moderno Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru			
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada	Av. Diego Tupac Amaru Subida	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
volumen - Capacidad (X)	0.50	0.66	0.13	0.13
Demora (d)	10.69	16.10	4.61	4.43
Nivel de Servicio (Nds)	B	B	A	A

Fuente: Elaboración propia

### Longitud de cola:

La duración estimada de una cola también proporciona información adicional sobre las prestaciones de funcionamiento de una rotonda, por lo tanto, en este caso la hallaremos con la Ecuación 8, y se obtiene los resultados mostrados en la Tabla 41. ( $T = 0.25$ ).

Tabla 85: Longitud de Cola para Óvalos Modernos Av. Vía Expresa – Ca. República de Perú

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Calle República de Perú		
	Ca. República de Perú	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
volumen - Capacidad (X)	0.67	0.50	1.05
Capacidad (C)	849	1073	762
Longitud de Cola (Q95)	5	3	20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86: Longitud de Cola para Óvalos Modernos Av. Vía Expresa – Av. Las Palmeras

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Palmeras		
	Ca. Las Palmeras	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
volumen - Capacidad (X)	0.07	0.29	0.61
Capacidad (C)	1114	1127	814
Longitud de Cola (Q95)	0	1	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87: Longitud de Cola para Óvalos Modernos Av. Vía Expresa – Av. Tomas Katari

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Tomas Katari			
	Av. Tomas Katari Bajada	Av. Tomas Katari Subida	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
volumen - Capacidad (X)	0.72	0.64	0.22	0.09
Capacidad (C)	823	799	1002	1084
Longitud de Cola (Q95)	6	5	0.8	0.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88: Longitud de Cola para Óvalos Modernos Av. Vía Expresa – Av. Diego Túpac Amaru

Flujo (veh/hr)	Av. Vía Expresa - Av. Diego Tupac Amaru			
	Av. Diego Tupac Amaru Bajada	Av. Diego Tupac Amaru Subida	Av. Vía Expresa Bajada	Av. Vía Expresa Subida
volumen - Capacidad (X)	0.50	0.66	0.13	0.13
Capacidad (C)	878	794	1043	1084
Longitud de Cola (Q95)	3	5	0.4	0.4



Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV – RESULTADOS

### 4.1. Resultados del Análisis del Sistema Vial Actual, configuración de óvalos partidos Actual.

#### 4.1.1. Óvalo Abierto de Av. Rep. Perú– Situación actual de proyecto

Tabla 89: Óvalo Abierto de Av. Rep. Perú– Situación actual de proyecto

ÓVALO AV. REP. PERÚ CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO ABIERTO)							
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	2.91	31.42	3	LOS_B	10.7
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PERU SALIDA@8.7	2.91	31.42	45	LOS_C	23.71
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@29.2	1.2	12.55	21	LOS_A	5.58
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@30.7	5.79	52.65	77	LOS_A	8.4
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	26.31	95.16	20	LOS_D	36.86
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	26.31	95.16	4	LOS_B	13.3
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PERU SALIDA@8.7	26.31	95.16	80	LOS_C	29.03
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-4@17.7	7.26	27.53	34	LOS_B	19.1
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	7.26	27.53	34	LOS_B	15.96
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-13: Av. PERU SALIDA@8.7	7.26	27.53	1	LOS_B	18.8
1	0-3600		1 8.7	95.16	319	LOS_B	19.39

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2. Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras – Situación actual de proyecto

Tabla 90: Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras – Situación actual de proyecto

ÓVALO AV. PALMERAS CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO ABIERTO)							
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	2.27	31.39	3	LOS_A	0.36
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	2.27	31.39	42	LOS_B	15.82
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@29.2	2.68	24.52	52	LOS_A	5.81
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@30.7	2.3	35.18	45	LOS_A	6.59
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	2.06	27.05	8	LOS_B	18.02
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	2.06	27.05	3	LOS_B	14.69
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	2.06	27.05	23	LOS_A	5.69
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-4@17.7	2.69	12.8	16	LOS_B	10.17
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	2.69	12.8	13	LOS_B	17.78
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	2.69	12.8	1	LOS_A	0.01
1	0-3600		1 2.4	35.18	206	LOS_B	11.04

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.1.3. Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Situación actual de proyecto

Tabla 91: Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Situación actual de proyecto

ÓVALO AV.TOMAS KATARI CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO ABIERTO)								
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-4@18.2	1.37	18.51	10	LOS_A	6.72	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	1.37	18.51	9	LOS_A	7.24	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	1.37	18.51	13	LOS_B	12.22	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-3@29.8	1.44	21.71	32	LOS_A	6.3	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-9@20.4	10.68	59.12	4	LOS_B	19.48	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	10.68	59.12	29	LOS_C	24.37	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@222.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@29.5	1.47	12.54	28	LOS_A	5.92	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-4@18.2	1.87	17.85	2	LOS_A	5.18	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	1.87	17.85	4	LOS_A	5.31	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	1.87	17.85	19	LOS_A	9.85	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-4@18.2	20.51	109.99	5	LOS_B	15.65	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	20.51	109.99	41	LOS_C	24.81	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-9@20.4	20.51	109.99	13	LOS_B	18.76	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	20.51	109.99	1	LOS_B	17.89	
1	0-3600		1	6.22	109.99	210	LOS_B	14.38

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.4. Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Situación actual de proyecto

Tabla 92: Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Situación actual de proyecto

ÓVALO AV.DIEGO TÚPAC AMARU CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO ABIERTO)								
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-4@18.3	0.58	18.75	4	LOS_B	11.38	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.58	18.75	2	LOS_A	4.72	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-9@20.4	0.58	18.75	1	LOS_A	0.15	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.58	18.75	1	LOS_A	0	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-3@29.8	0.23	6.11	8	LOS_A	2.39	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-4@18.3	39.74	138.32	12	LOS_D	51.99	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	39.74	138.32	5	LOS_C	31.45	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-9@20.4	39.74	138.32	10	LOS_E	57.4	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	39.74	138.32	15	LOS_D	45.59	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@223.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@29.5	0.18	12.29	5	LOS_A	5.03	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.2	6.6	3	LOS_A	9.14	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-9@20.4	0.2	6.6	4	LOS_A	0.84	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-4@18.3	40.44	171.18	7	LOS_C	32.45	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	40.44	171.18	19	LOS_C	30.46	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-9@20.4	40.44	171.18	9	LOS_D	43.98	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	40.44	171.18	3	LOS_F	82.17	
1	0-3600		1	13.56	171.18	108	LOS_C	33.49

Fuente: Elaboración Propia



## 4.2. Resultados del Análisis del Sistema Vial , configuración de óvalos partidos Proyectado.

### 4.2.1. Óvalo Abierto de Av. Rep. Perú– Proyectado.

Tabla 93: Óvalo Abierto de Av. Rep. Perú– Proyectado.

ÓVALO AV. REP. PERÚ CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)							
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	3.19	43.97	4	LOS_B	15.25
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	3.19	43.97	1	LOS_C	31.56
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PERU SALIDA@8.7	3.19	43.97	58	LOS_C	26.54
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@29.2	1.39	23.95	31	LOS_A	4.6
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@30.7	6.33	53.09	86	LOS_A	8.07
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	54.02	122.07	21	LOS_E	58.6
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	54.02	122.07	4	LOS_C	33.92
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PERU SALIDA@8.7	54.02	122.07	95	LOS_D	46.31
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-4@17.7	20.68	44.12	36	LOS_D	42.43
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	20.68	44.12	37	LOS_D	35.22
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-13: Av. PERU SALIDA@8.7	20.68	44.12	1	LOS_E	62
1	0-3600		1	17.12	374	LOS_D	29.62

Fuente: Elaboración Propia

### 4.2.2. Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras – Proyectado.

Tabla 94: Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras– Proyectado.

ÓVALO AV.PALMERAS CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)							
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	2.2	24.25	4	LOS_B	12.23
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	2.2	24.25	2	LOS_C	31.7
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	2.2	24.25	48	LOS_B	16.6
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@29.2	3.34	30.21	55	LOS_A	5.81
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@30.7	4.19	47.31	60	LOS_A	6.35
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	4.3	39.26	10	LOS_B	19.8
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	4.3	39.26	4	LOS_A	4.93
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	4.3	39.26	38	LOS_B	11.76
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-4@17.7	5.13	19.26	23	LOS_C	23.9
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	5.13	19.26	19	LOS_B	13.98
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	5.13	19.26	1	LOS_D	38.12
1	0-3600		1	3.83	264	LOS_C	16.8

Fuente: Elaboración Propia



### 4.2.3. Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Proyectado.

Tabla 95: Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Proyectado.

ÓVALO AV.TOMAS KATARI CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)								
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-4@18.2	5.7	48.29	23	LOS_B	12.28	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	5.7	48.29	16	LOS_B	11.81	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-9@20.4	5.7	48.29	1	LOS_B	11	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	5.7	48.29	19	LOS_B	16.85	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-3@29.8	4.7	43.73	56	LOS_B	11.05	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-4@18.2	30.13	59.17	14	LOS_D	45.55	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	30.13	59.17	2	LOS_E	71.1	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-9@20.4	30.13	59.17	7	LOS_C	34.9	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	30.13	59.17	17	LOS_D	36.92	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@222.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@29.5	2.72	19.47	48	LOS_A	9.79	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-4@18.2	2.29	24.04	4	LOS_A	9.6	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	2.29	24.04	9	LOS_A	9.69	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-9@20.4	2.29	24.04	20	LOS_A	9.29	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	2.29	24.04	12	LOS_A	9.15	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-4@18.2	73.87	148.76	18	LOS_D	42.71	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	73.87	148.76	31	LOS_D	49.13	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-9@20.4	73.87	148.76	18	LOS_D	38.45	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	73.87	148.76	6	LOS_D	45.85	
1	0-3600		1	19.9	148.76	321	LOS_C	22.74

Fuente: Elaboración Propia

### 4.2.4. Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado.

Tabla 96: Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado.

ÓVALO AV.DIEGO TÚPAC AMARU CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)								
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-4@18.3	0.59	6.42	5	LOS_A	2.38	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.59	6.42	3	LOS_B	18.46	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-9@20.4	0.59	6.42	1	LOS_A	1.6	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.59	6.42	2	LOS_A	6.12	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-3@29.8	0.61	12.55	13	LOS_A	6.23	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-4@18.3	107.41	138.61	12	LOS_F	108.58	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	107.41	138.61	4	LOS_F	109.12	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-9@20.4	107.41	138.61	9	LOS_F	94.68	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	107.41	138.61	15	LOS_F	108.53	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@223.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@29.5	0.58	12.4	11	LOS_B	10.24	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.43	12.65	4	LOS_A	5.24	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-9@20.4	0.43	12.65	6	LOS_B	11.61	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.43	12.65	1	LOS_A	0.06	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-4@18.3	89	171.22	12	LOS_D	47.61	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	89	171.22	29	LOS_E	60.79	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-9@20.4	89	171.22	12	LOS_D	53.97	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	89	171.22	3	LOS_E	75.3	
1	0-3600		1	33.1	171.22	142	LOS_D	54.88

Fuente: Elaboración Propia





### 4.3. Resultados del Análisis, configuración de óvalos Modernos Actual.

#### 4.3.1. Óvalo Moderno de Av. Rep. Perú – Situación actual de proyecto

Tabla 97: Óvalo Moderno de Av. Rep. Perú – Situación actual de proyecto

ÓVALO AV. REP. PERÚ CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO MODERNO)							
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA EXTERIOR BAJADA@324.8-4@17.9	0.28	6.14	48	LOS_A	0.18
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA EXTERIOR BAJADA@324.8-13: AV.PERU SALIDA@10.0	0.28	6.14	3	LOS_A	9.62
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA INTERIOR BAJADA@324.5-3@17.1	0.05	6.18	10	LOS_A	1.77
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA INTERIOR BAJADA@324.5-9@21.5	0.05	6.18	1	LOS_B	12.97
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA INTERIOR BAJADA@324.5-13: AV.PERU SALIDA@10.0	0.05	6.18	3	LOS_A	1.34
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA INTERIOR SUBIDA@222.3-3@17.1	1.99	24.29	1	LOS_A	0
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA INTERIOR SUBIDA@222.3-7: Vía de subida-interior -subida@20.2	1.99	24.29	74	LOS_A	6.42
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA EXTERIOR SUBIDA@222.1-9@21.5	0.52	44.26	50	LOS_A	1.94
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA EXTERIOR SUBIDA@222.1-13: AV.PERU SALIDA@10.0	7.46	42.05	63	LOS_A	0.94
1	0-3600	1-12: AV.PERU INGRESO@159.2-4@17.9	9.38	60.86	59	LOS_B	14.69
1	0-3600	1-12: AV.PERU INGRESO@159.2-9@21.5	7.31	60.86	22	LOS_B	12.13
1	0-3600	1-12: AV.PERU INGRESO@159.2-13: AV.PERU SALIDA@10.0	9.38	60.86	3	LOS_D	31.21
1	0-3600		1 3.93	86.01	337	LOS_A	5.73

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2. Óvalo Moderno de Av. Palmeras – Situación actual de proyecto

Tabla 98: Óvalo de Av. Palmeras – Situación actual de proyecto

ÓVALO AV. PALMERAS CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO MODERNO)							
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	0.15	11.31	28	LOS_A	1.83
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	0.15	11.31	9	LOS_A	3.01
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	0.15	11.31	12	LOS_A	5.55
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@14.5	0.31	11.68	12	LOS_A	1.46
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	0.31	11.68	10	LOS_A	3.77
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	0.31	11.68	31	LOS_A	4.21
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-4@17.7	1.28	21.21	8	LOS_A	5.19
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@20.1	1.28	21.21	17	LOS_A	5.29
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	1.28	21.21	18	LOS_A	2.73
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	0.75	31.45	21	LOS_A	3.39
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	0.75	31.45	12	LOS_A	4.37
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-4@17.7	0.21	11.82	8	LOS_A	3.42
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	0.2	11.82	14	LOS_A	3.49
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	0.21	11.82	11	LOS_A	5.51
1	0-3600		1 0.48	31.45	211	LOS_A	3.63

Fuente: Elaboración Propia



### 4.3.3. Óvalo Moderno Av. Tomas Katari – Situación actual de proyecto

Tabla 99: Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari – Situación actual de proyecto

ÓVALO AV.TOMAS KATARI CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO MODERNO)								
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-4@18.2	2.13	42.85	18	LOS_A	3.66	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	2.13	42.85	8	LOS_A	6.3	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-9@20.4	2.13	42.85	1	LOS_A	0	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	2.13	42.85	5	LOS_D	30.78	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-3@17.1	0	0	23	LOS_A	0.06	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-7: Vía de subida-interior -subida@18.5	4.81	85.15	3	LOS_A	0.15	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	4.81	85.15	6	LOS_A	0.23	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-4@18.2	3.73	65.41	8	LOS_A	3.4	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	3.73	65.41	3	LOS_A	6.57	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-9@20.4	3.73	65.41	4	LOS_A	7.11	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	3.73	65.41	26	LOS_A	7.37	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@221.8-3@17.1	0	0	3	LOS_A	1.32	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@221.8-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	4.86	55.69	10	LOS_A	1.03	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@221.8-7: Vía de subida-interior -subida@18.5	0	0	16	LOS_A	0.04	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-4@18.2	0.19	12	5	LOS_A	4.27	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	0.19	12	4	LOS_A	5.89	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-9@20.4	0.19	12	6	LOS_A	4.43	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	0.19	12	10	LOS_A	3.62	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-4@18.2	0	0	7	LOS_A	0.52	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	4.86	55.69	24	LOS_A	1.8	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-9@20.4	2.4	85.15	23	LOS_A	0.14	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	4.81	85.15	6	LOS_A	5.76	
1	0-3600		1	1.75	85.15	219	LOS_A	3.41

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.4. Óvalo Moderno Av. Diego Túpac Amaru – Situación actual de proyecto

Tabla 100: Óvalo de Av. Diego Túpac Amaru – Situación actual de proyecto

ÓVALO AV.DIEGO TÚPAC AMARU CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO MODERNO)								
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-4@18.3	0	0	2	LOS_A	0.03	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0	0	5	LOS_A	0.03	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-9@20.4	0	0	2	LOS_A	0	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-3@17.7	0	0	9	LOS_A	0	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0	0	5	LOS_A	0	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0	0	3	LOS_A	0	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-4@18.3	0.19	14.83	7	LOS_A	0.67	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.19	14.83	1	LOS_A	0	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-9@20.4	0.19	14.83	4	LOS_A	5.16	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.19	14.83	21	LOS_A	1.04	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@223.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@18.7	0	0	5	LOS_A	0	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0	0	1	LOS_A	0	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-9@20.4	0	0	5	LOS_A	2.61	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0	0	4	LOS_A	0.97	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-4@18.3	0.22	11.31	11	LOS_A	1.82	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.22	11.31	18	LOS_A	1.81	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-9@20.4	0.11	11.31	14	LOS_A	0.17	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.22	11.31	5	LOS_A	0.76	
1	0-3600		1	0.09	25.91	122	LOS_A	1.07

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.4. Resultados del Análisis, configuración de óvalos Modernos Proyectoado.

##### 4.4.1. Óvalo Moderno de Av. Rep. Perú – Proyectoado.

Tabla 101: Óvalo Moderno de Av. Rep. Perú– Proyectoado.

ÓVALO AV. REP. PERÚ CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO MODERNO)							
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA EXTERIOR BAJADA@324.8-4@17.9	41.09	164.41	76	LOS_A	2.22
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA EXTERIOR BAJADA@324.8-13: AV.PERU SALIDA@10.0	41.09	164.41	6	LOS_C	23.98
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA INTERIOR BAJADA@324.5-3@17.1	0.26	11.02	23	LOS_A	5.66
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA INTERIOR BAJADA@324.5-9@21.5	0.26	11.02	1	LOS_F	75.98
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA INTERIOR BAJADA@324.5-13: AV.PERU SALIDA@10.0	0.26	11.02	6	LOS_D	34.62
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA INTERIOR SUBIDA@222.3-3@17.1	16.93	70.1	1	LOS_F	69.86
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA INTERIOR SUBIDA@222.3-7: Vía de subida-interior -subida@20.2	16.93	70.1	93	LOS_D	25.34
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA EXTERIOR SUBIDA@222.1-9@21.5	66.98	170.24	63	LOS_A	4.51
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA EXTERIOR SUBIDA@222.1-13: AV.PERU SALIDA@10.0	62.95	148.63	81	LOS_A	3.13
1	0-3600	1-12: AV.PERU INGRESO@159.2-4@17.9	26.31	58.46	34	LOS_E	47.82
1	0-3600	1-12: AV.PERU INGRESO@159.2-9@21.5	21.85	58.46	17	LOS_E	39
1	0-3600	1-12: AV.PERU INGRESO@159.2-13: AV.PERU SALIDA@10.0	26.31	58.46	1	LOS_F	171.06
1	0-3600		38.32	175.85	402	LOS_C	15.3

Fuente: Elaboración Propia

##### 4.4.2. Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras – Proyectoado.

Tabla 102: Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras – Proyectoado.

ÓVALO AV.PALMERAS CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO MODERNO)							
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	0.73	12.57	43	LOS_A	8.49
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	0.73	12.57	8	LOS_A	6.31
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	0.73	12.57	14	LOS_B	11.1
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@14.5	1.46	24.7	14	LOS_A	9.28
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	1.46	24.7	9	LOS_A	8.57
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	1.46	24.7	40	LOS_A	9.47
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-4@17.7	7.03	38.65	13	LOS_C	20.77
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@20.1	7.03	38.65	19	LOS_C	16.21
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	7.03	38.65	22	LOS_B	11.55
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	3.61	29.44	5	LOS_C	24.17
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	3.61	29.44	28	LOS_B	11.51
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	3.61	29.44	20	LOS_B	12.49
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-4@17.7	1.97	17.73	9	LOS_A	9.36
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	1.74	17.73	18	LOS_B	10.06
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	1.97	17.73	9	LOS_A	8.7
1	0-3600		2.72	38.65	271	LOS_B	11.02

Fuente: Elaboración Propia



#### 4.4.3. Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari– Proyectado.

Tabla 103: Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari – Proyectado.

ÓVALO AV.TOMAS KATARI CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO MODERNO)								
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-4@18.2	8.5	40.71	44	LOS_C	15.27	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	8.5	40.71	12	LOS_C	23.36	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-9@20.4	8.5	40.71	2	LOS_C	23.49	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	8.5	40.71	7	LOS_E	38.63	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-3@17.1	0	0	41	LOS_A	0.65	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-7: Via de subida-interior -subida@18.5	51.22	210.2	3	LOS_A	0	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	51.22	210.2	15	LOS_A	4.19	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-4@18.2	24.49	62.52	10	LOS_B	11.56	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	24.49	62.52	5	LOS_C	18.07	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-9@20.4	24.49	62.52	4	LOS_C	21.83	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	24.49	62.52	33	LOS_C	24.59	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@221.8-3@17.1	0	0	4	LOS_A	1.38	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@221.8-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	36.53	181.08	16	LOS_A	7.51	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@221.8-7: Via de subida-interior -subida@18.5	0	0	30	LOS_A	0.3	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-4@18.2	9.93	59.44	9	LOS_C	15.8	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	9.93	59.44	9	LOS_B	14.02	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-9@20.4	9.93	59.44	13	LOS_A	5.78	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	9.93	59.44	15	LOS_E	36.09	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO @121.5-4@18.2	0.04	13.1	13	LOS_A	4.22	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO @121.5-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	36.53	181.08	37	LOS_A	7.17	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO @121.5-9@20.4	25.63	210.2	32	LOS_A	1.69	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO @121.5-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	51.22	210.2	6	LOS_C	21.25	
1	0-3600		1	16.54	210.2	360	LOS_B	11.07

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.4. Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado.

Tabla 104: Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado

ÓVALO AV.DIEGO TÚPAC AMARU CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO MODERNO)								
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-4@18.3	0.05	11.87	10	LOS_A	3.66	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.05	11.87	3	LOS_A	4.04	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-9@20.4	0.05	11.87	1	LOS_A	1.16	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-3@17.7	0	0	10	LOS_A	0	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.25	24.71	1	LOS_A	0	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.46	21.04	3	LOS_A	0.74	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-4@18.3	3.72	62.58	12	LOS_A	3.97	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	3.72	62.58	3	LOS_A	1.94	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-9@20.4	3.72	62.58	7	LOS_A	9.8	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	3.72	62.58	27	LOS_A	5.85	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@223.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@18.7	0	0	8	LOS_A	0	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.22	11.8	1	LOS_A	3.37	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-9@20.4	0.22	11.8	5	LOS_A	6.79	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.22	11.8	2	LOS_A	2.39	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO @146.2-4@18.3	0.15	18.29	17	LOS_A	5.48	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO @146.2-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.15	18.29	29	LOS_A	2.15	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO @146.2-9@20.4	0.07	18.29	18	LOS_A	0.33	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO @146.2-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.15	18.29	6	LOS_A	3.38	
1	0-3600		1	0.99	73.66	163	LOS_A	3.48

Fuente: Elaboración Propia



#### 4.5. Resultados del Análisis de relación Volumen/Capacidad, para Óvalos Abiertos Actual.

##### 4.5.1. Óvalo Abierto de Av. Perú-Situación Actual del Proyecto.

Tabla 105: Óvalo Abierto de Av. Rep. De Perú– Situación actual de proyecto

ÓVALO AV. REP. PERÚ CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO ABIERTO)									
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	2.91	31.42	3	LOS_B	10.7	1000	0.3%
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PERU SALIDA@8.7	2.91	31.42	45	LOS_C	23.71	1000	4.5%
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@29.2	1.2	12.55	21	LOS_A	5.58	1000	2.1%
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@30.7	5.79	52.65	77	LOS_A	8.4	1000	7.7%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	26.31	95.16	20	LOS_D	36.86	1000	2.0%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21	26.31	95.16	4	LOS_B	13.3	1000	0.4%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PERU SALIDA@8.7	26.31	95.16	80	LOS_C	29.03	1000	8.0%
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-4@17.7	7.26	27.53	34	LOS_B	19.1	1000	3.4%
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	7.26	27.53	34	LOS_B	15.96	1000	3.4%
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-13: Av. PERU SALIDA@8.7	7.26	27.53	1	LOS_B	18.8	1000	0.1%
1	0-3600		8.7	95.16	319	LOS_B	19.39	1000	8.0%

Fuente: Elaboración Propia.

##### 4.5.2. Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras-Situación Actual del Proyecto.

Tabla 106: Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras– Situación actual de proyecto

ÓVALO AV. PALMERAS CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO ABIERTO)									
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	2.27	31.39	3	LOS_A	0.36	1050	0.3%
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	2.27	31.39	42	LOS_B	15.82	1050	4.0%
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@29.2	2.68	24.52	52	LOS_A	5.81	1050	5.0%
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@30.7	2.3	35.18	45	LOS_A	6.59	1050	4.3%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	2.06	27.05	8	LOS_B	18.02	1050	0.8%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	2.06	27.05	3	LOS_B	14.69	1050	0.3%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	2.06	27.05	23	LOS_A	5.69	1050	2.2%
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-4@17.7	2.69	12.8	16	LOS_B	10.17	1050	1.5%
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	2.69	12.8	13	LOS_B	17.78	1050	1.2%
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	2.69	12.8	1	LOS_A	0.01	1050	0.1%
1	0-3600		2.4	35.18	206	LOS_B	11.04	1050	5.0%

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.5.3. Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari-Situación Actual del Proyecto.

Tabla 107: Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Situación actual de proyecto

ÓVALO AV.TOMAS KATARI CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO ABIERTO)										
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-4@18.2	1.37	18.51	10	LOS_A	6.72	980	1.0%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	1.37	18.51	9	LOS_A	7.24	980	0.9%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	1.37	18.51	13	LOS_B	12.22	980	1.3%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-3@29.8	1.44	21.71	32	LOS_A	6.3	980	3.3%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-9@20.4	10.68	59.12	4	LOS_B	19.48	980	0.4%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	10.68	59.12	29	LOS_C	24.37	980	3.0%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@222.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@29.5	1.47	12.54	28	LOS_A	5.92	980	2.9%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-4@18.2	1.87	17.85	2	LOS_A	5.18	980	0.2%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	1.87	17.85	4	LOS_A	5.31	980	0.4%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	1.87	17.85	19	LOS_A	9.85	980	1.9%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-4@18.2	20.51	109.99	5	LOS_B	15.65	980	0.5%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	20.51	109.99	41	LOS_C	24.81	980	4.2%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-9@20.4	20.51	109.99	13	LOS_B	18.76	980	1.3%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	20.51	109.99	1	LOS_B	17.89	980	0.1%	
1	0-3600		1	6.22	109.99	210	LOS_B	14.38	980	4.2%

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.5.4. Óvalo Abierto Av. Diego Túpac Amaru-Situación Actual del Proyecto.

Tabla 108: Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Situación actual de proyecto

ÓVALO AV.DIEGO TÚPAC AMARU CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO ABIERTO)										
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-4@18.3	0.58	18.75	4	LOS_B	11.38	985	0.4%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.58	18.75	2	LOS_A	4.72	985	0.2%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-9@20.4	0.58	18.75	5	LOS_A	0.15	985	0.5%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.58	18.75	1	LOS_A	0	985	0.1%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-3@29.8	0.23	6.11	8	LOS_A	2.39	985	0.8%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-4@18.3	39.74	138.32	12	LOS_D	51.99	985	1.2%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	39.74	138.32	5	LOS_C	31.45	985	0.5%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-9@20.4	39.74	138.32	10	LOS_E	57.4	985	1.0%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	39.74	138.32	15	LOS_D	45.59	985	1.5%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@223.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@29.5	0.18	12.29	5	LOS_A	5.03	985	0.5%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.2	6.6	3	LOS_A	9.14	985	0.3%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-9@20.4	0.2	6.6	4	LOS_A	0.84	985	0.4%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-4@18.3	40.44	171.18	7	LOS_C	32.45	985	0.7%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	40.44	171.18	25	LOS_C	30.46	985	2.5%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-9@20.4	40.44	171.18	9	LOS_D	43.98	985	0.9%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	40.44	171.18	3	LOS_F	82.17	985	0.3%	
1	0-3600		1	13.56	171.18	118	LOS_C	33.49	985	2.5%

Fuente: Elaboración Propia.





#### 4.6. Resultados del Análisis de relación Volumen/Capacidad, para Óvalos Abiertos Proyectado

##### 4.6.1. Óvalo Abierto de Av. Perú-Proyectado.

Tabla 109: Óvalo Abierto de Av. Rep. De Perú– Proyectado.

ÓVALO AV. REP. PERÚ CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)									
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	28.98	43.97	4	LOS_B	15.25	895	0.4%
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	28.98	43.97	1	LOS_C	31.56	895	0.1%
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PERU SALIDA@8.7	28.98	43.97	58	LOS_C	26.54	895	6.5%
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@29.2	9.67	23.95	31	LOS_A	4.6	895	3.5%
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@30.7	31.76	53.09	86	LOS_A	8.07	895	9.6%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	55.3	122.07	21	LOS_E	58.6	895	2.3%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	55.3	122.07	4	LOS_C	33.92	895	0.4%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PERU SALIDA@8.7	55.3	122.07	95	LOS_D	46.31	895	10.6%
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-4@17.7	21.44	44.12	36	LOS_D	42.43	895	4.0%
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	21.44	44.12	37	LOS_D	35.22	895	4.1%
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-13: Av. PERU SALIDA@8.7	21.44	44.12	1	LOS_E	62	895	0.1%
1	0-3600		1 45.43	122.07	374	LOS_D	29.62	895	10.6%

Fuente: Elaboración Propia.

##### 4.6.2. Óvalo de Av. Las Palmeras-Proyectado.

Tabla 110: Óvalo Abierto de Av. Las Palmeras– Proyectado.

ÓVALO AV.PALMERAS CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)									
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	2.2	24.25	4	LOS_B	12.23	895	0.4%
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	2.2	24.25	2	LOS_C	31.7	895	0.2%
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	2.2	24.25	48	LOS_B	16.6	895	5.4%
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@29.2	3.34	30.21	55	LOS_A	5.81	895	6.1%
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@30.7	4.19	47.31	60	LOS_A	6.35	895	6.7%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	4.3	39.26	10	LOS_B	19.8	895	1.1%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	4.3	39.26	4	LOS_A	4.93	895	0.4%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	4.3	39.26	38	LOS_B	11.76	895	4.2%
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-4@17.7	5.13	19.26	23	LOS_C	23.9	895	2.6%
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	5.13	19.26	19	LOS_B	13.98	895	2.1%
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	5.13	19.26	1	LOS_D	38.12	895	0.1%
1	0-3600		1 3.83	47.31	264	LOS_C	16.8	895	6.7%

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6.3. Óvalo de Av. Tomas Katari-Proyectado.

Tabla 111: Óvalo Abierto de Av. Tomas Katari– Proyectado.

ÓVALO AV.TOMAS KATARI CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)										
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-4@18.2	5.7	48.29	23	LOS_B	12.28	930	2.5%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	5.7	48.29	16	LOS_B	11.81	930	1.7%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-9@20.4	5.7	48.29	1	LOS_B	11	930	0.1%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	5.7	48.29	19	LOS_B	16.85	930	2.0%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-3@29.8	4.7	43.73	56	LOS_B	11.05	930	6.0%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-4@18.2	30.13	59.17	14	LOS_D	45.55	930	1.5%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	30.13	59.17	2	LOS_E	71.1	930	0.2%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-9@20.4	30.13	59.17	7	LOS_C	34.9	930	0.8%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	30.13	59.17	17	LOS_D	36.92	930	1.8%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@222.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@29.5	2.72	19.47	48	LOS_A	9.79	930	5.2%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-4@18.2	2.29	24.04	4	LOS_A	9.6	930	0.4%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	2.29	24.04	9	LOS_A	9.69	930	1.0%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-9@20.4	2.29	24.04	20	LOS_A	9.29	930	2.2%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	2.29	24.04	12	LOS_A	9.15	930	1.3%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-4@18.2	73.87	148.76	18	LOS_D	42.71	930	1.9%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	73.87	148.76	31	LOS_D	49.13	930	3.3%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-9@20.4	73.87	148.76	18	LOS_D	38.45	930	1.9%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	73.87	148.76	6	LOS_D	45.85	930	0.6%	
1	0-3600		1	19.9	148.76	321	LOS_C	22.74	930	5.2%

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6.4. Óvalo de Av. Diego Túpac Amaru-Proyectado.

Tabla 112: Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado.

ÓVALO AV.DIEGO TÚPAC AMARU CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)										
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-4@18.3	0.59	6.42	5	LOS_A	2.38	950	0.5%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.59	6.42	3	LOS_B	18.46	950	0.3%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-9@20.4	0.59	6.42	1	LOS_A	1.6	950	0.1%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.59	6.42	2	LOS_A	6.12	950	0.2%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-3@29.8	0.61	12.55	13	LOS_A	6.23	950	1.4%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-4@18.3	107.41	138.61	12	LOS_F	108.58	950	1.3%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	107.41	138.61	4	LOS_F	109.12	950	0.4%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-9@20.4	107.41	138.61	9	LOS_F	94.68	950	0.9%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	107.41	138.61	15	LOS_F	108.53	950	1.6%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@223.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@29.5	0.58	12.4	11	LOS_B	10.24	950	1.2%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.43	12.65	4	LOS_A	5.24	950	0.4%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-9@20.4	0.43	12.65	6	LOS_B	11.61	950	0.6%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.43	12.65	1	LOS_A	0.06	950	0.1%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-4@18.3	89	171.22	12	LOS_D	47.61	950	1.3%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	89	171.22	29	LOS_E	60.79	950	3.1%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-9@20.4	89	171.22	12	LOS_D	53.97	950	1.3%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	89	171.22	3	LOS_E	75.3	950	0.3%	
1	0-3600		1	33.1	171.22	142	LOS_D	54.88	950	3.1%

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.7. Resultados del Análisis de relación Volumen/Capacidad, para Óvalos Modernos.

##### 4.7.1. Óvalo Moderno Av. Rep. De Perú-Situación Actual del Proyecto.

Tabla 113: Óvalo Moderno de Av.Rep. de Perú– Situación actual de proyecto

ÓVALO AV. REP. PERÚ CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO MODERNO)									
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA EXTERIOR BAJADA@324.8-4@17.9	41.09	164.41	76	LOS_A	2.22	895	8.5%
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA EXTERIOR BAJADA@324.8-13: AV.PERU SALIDA@10.0	41.09	164.41	6	LOS_C	23.98	895	0.7%
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA INTERIOR BAJADA@324.5-3@17.1	0.26	11.02	23	LOS_A	5.66	895	2.6%
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA INTERIOR BAJADA@324.5-9@21.5	0.26	11.02	1	LOS_F	75.98	895	0.1%
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA INTERIOR BAJADA@324.5-13: AV.PERU SALIDA@10.0	0.26	11.02	6	LOS_D	34.62	895	0.7%
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA INTERIOR SUBIDA@222.3-3@17.1	16.93	70.1	1	LOS_F	69.86	895	0.1%
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA INTERIOR SUBIDA@222.3-7: Vía de subida-interior -subida@20.2	16.93	70.1	93	LOS_D	25.34	895	10.4%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA EXTERIOR SUBIDA@222.1-9@21.5	66.98	170.24	63	LOS_A	4.51	895	7.0%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA EXTERIOR SUBIDA@222.1-13: AV.PERU SALIDA@10.0	62.95	148.63	81	LOS_A	3.13	895	9.1%
1	0-3600	1-12: AV.PERU INGRESO@159.2-4@17.9	26.31	58.46	34	LOS_E	47.82	895	3.8%
1	0-3600	1-12: AV.PERU INGRESO@159.2-9@21.5	21.85	58.46	17	LOS_E	39	895	1.9%
1	0-3600	1-12: AV.PERU INGRESO@159.2-13: AV.PERU SALIDA@10.0	26.31	58.46	1	LOS_F	171.06	895	0.1%
1	0-3600		38.32	175.85	402	LOS_C	15.3	895	10.4%

Fuente: Elaboración Propia.

##### 4.7.2. Óvalo Moderno Av. Las Palmeras-Situación Actual del Proyecto.

Tabla 114: Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras– Situación actual de proyecto

ÓVALO AV.PALMERAS CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO MODERNO)									
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	0.15	11.31	28	LOS_A	1.83	1050	2.7%
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	0.15	11.31	9	LOS_A	3.01	1050	0.9%
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	0.15	11.31	12	LOS_A	5.55	1050	1.1%
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@14.5	0.31	11.68	12	LOS_A	1.46	1050	1.1%
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	0.31	11.68	10	LOS_A	3.77	1050	1.0%
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	0.31	11.68	31	LOS_A	4.21	1050	3.0%
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-4@17.7	1.28	21.21	8	LOS_A	5.19	1050	0.8%
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@20.1	1.28	21.21	17	LOS_A	5.29	1050	1.6%
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	1.28	21.21	18	LOS_A	2.73	1050	1.7%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	0.75	31.45	21	LOS_A	3.39	1050	2.0%
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	0.75	31.45	12	LOS_A	4.37	1050	1.1%
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-4@17.7	0.21	11.82	8	LOS_A	3.42	1050	0.8%
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	0.2	11.82	14	LOS_A	3.49	1050	1.3%
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	0.21	11.82	11	LOS_A	5.51	1050	1.0%
1	0-3600		0.48	31.45	211	LOS_A	3.63	1050	3.0%

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.7.3. Óvalo Moderno Av. Tomas Katari-Situación Actual del Proyecto.

Tabla 115: Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari- Situación actual de proyecto

ÓVALO AV.TOMAS KATARI CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO MODERNO)										
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-4@18.2	2.13	42.85	18	LOS_A	3.66	980	1.8%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	2.13	42.85	8	LOS_A	6.3	980	0.8%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-9@20.4	2.13	42.85	1	LOS_A	0	980	0.1%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	2.13	42.85	5	LOS_D	30.78	980	0.5%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-3@17.1	0	0	23	LOS_A	0.06	980	2.3%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-7: Vía de subida-interior -subida@18.5	4.81	85.15	3	LOS_A	0.15	980	0.3%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	4.81	85.15	6	LOS_A	0.23	980	0.6%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-4@18.2	3.73	65.41	8	LOS_A	3.4	980	0.8%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	3.73	65.41	3	LOS_A	6.57	980	0.3%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-9@20.4	3.73	65.41	4	LOS_A	7.11	980	0.4%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	3.73	65.41	26	LOS_A	7.37	980	2.7%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@221.8-3@17.1	0	0	3	LOS_A	1.32	980	0.3%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@221.8-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	4.86	55.69	10	LOS_A	1.03	980	1.0%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@221.8-7: Vía de subida-interior -subida@18.5	0	0	16	LOS_A	0.04	980	1.6%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-4@18.2	0.19	12	5	LOS_A	4.27	980	0.5%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	0.19	12	4	LOS_A	5.89	980	0.4%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-9@20.4	0.19	12	6	LOS_A	4.43	980	0.6%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@222.0-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	0.19	12	10	LOS_A	3.62	980	1.0%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-4@18.2	0	0	7	LOS_A	0.52	980	0.7%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	4.86	55.69	24	LOS_A	1.8	980	2.4%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-9@20.4	2.4	85.15	23	LOS_A	0.14	980	2.3%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	4.81	85.15	6	LOS_A	5.76	980	0.6%	
1	0-3600		1	1.75	85.15	219	LOS_A	3.41	980	2.7%

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.7.4. Óvalo Moderno Av. Diego Túpac Amaru-Situación Actual del Proyecto.

Tabla 116: Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru- Situación actual de proyecto.

ÓVALO AV.DIEGO TUPAC AMARU CON VÍA EXPRESA ACTUAL (ÓVALO MODERNO)										
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-4@18.3	0	0	2	LOS_A	0.03	985	0.2%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0	0	2	LOS_A	0.03	985	0.2%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-9@20.4	0	0	2	LOS_A	0	985	0.2%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-3@17.7	0	0	9	LOS_A	0	985	0.9%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0	0	3	LOS_A	0	985	0.3%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0	0	3	LOS_A	0	985	0.3%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-4@18.3	0.19	14.83	7	LOS_A	0.67	985	0.7%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.19	14.83	1	LOS_A	0	985	0.1%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-9@20.4	0.19	14.83	4	LOS_A	5.16	985	0.4%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.19	14.83	21	LOS_A	1.04	985	2.1%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@223.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@18.7	0	0	5	LOS_A	0	985	0.5%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0	0	1	LOS_A	0	985	0.1%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-9@20.4	0	0	3	LOS_A	2.61	985	0.3%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0	0	1	LOS_A	0.97	985	0.1%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-4@18.3	0.22	11.31	11	LOS_A	1.82	985	1.1%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.22	11.31	18	LOS_A	1.81	985	1.8%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-9@20.4	0.11	11.31	14	LOS_A	0.17	985	1.4%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.22	11.31	5	LOS_A	0.76	985	0.5%	
1	0-3600		1	0.09	25.91	112	LOS_A	1.07	985	2.1%

Fuente: Elaboración Propia.



#### 4.8. Resultados del Análisis de relación Volumen/Capacidad, para Óvalos Modernos.

##### 4.8.1. Óvalo Moderno Av. Rep. De Perú-Proyectado.

Tabla 117: Óvalo Moderno de Av.Rep. de Perú- Proyectado.

ÓVALO AV. REP. PERÚ CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)										
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	28.98	43.97	4	LOS_B	15.25	895	0.4%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	28.98	43.97	1	LOS_C	31.56	895	0.1%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PERU SALIDA@8.7	28.98	43.97	58	LOS_C	26.54	895	6.5%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@29.2	9.67	23.95	31	LOS_A	4.6	895	3.5%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@30.7	31.76	53.09	86	LOS_A	8.07	895	9.6%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	55.3	122.07	21	LOS_E	58.6	895	2.3%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	55.3	122.07	4	LOS_C	33.92	895	0.4%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PERU SALIDA@8.7	55.3	122.07	95	LOS_D	46.31	895	10.6%	
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-4@17.7	21.44	44.12	36	LOS_D	42.43	895	4.0%	
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	21.44	44.12	37	LOS_D	35.22	895	4.1%	
1	0-3600	1-12: Av. PERU ENTRADA@125.9-13: Av. PERU SALIDA@8.7	21.44	44.12	1	LOS_E	62	895	0.1%	
1	0-3600		1	45.43	122.07	374	LOS_D	29.62	895	10.6%

Fuente: Elaboración Propia.

##### 4.8.2. Óvalo Moderno Av. Las Palmeras-Proyectado.

Tabla 118: Óvalo Moderno de Av. Las Palmeras- Proyectado.

ÓVALO AV.PALMERAS CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)										
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-4@17.7	2.2	24.25	4	LOS_B	12.23	895	0.4%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	2.2	24.25	2	LOS_C	31.7	895	0.2%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@324.3-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	2.2	24.25	48	LOS_B	16.6	895	5.4%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@324.5-3@29.2	3.34	30.21	55	LOS_A	5.81	895	6.1%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@220.7-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@30.7	4.19	47.31	60	LOS_A	6.35	895	6.7%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-4@17.7	4.3	39.26	10	LOS_B	19.8	895	1.1%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	4.3	39.26	4	LOS_A	4.93	895	0.4%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@220.5-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	4.3	39.26	38	LOS_B	11.76	895	4.2%	
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-4@17.7	5.13	19.26	23	LOS_C	23.9	895	2.6%	
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-9: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@21.5	5.13	19.26	19	LOS_B	13.98	895	2.1%	
1	0-3600	1-12: Av. PALMERAS ENTRADA@125.9-13: Av. PALMERAS SALIDA@8.7	5.13	19.26	1	LOS_D	38.12	895	0.1%	
1	0-3600		1	3.83	47.31	264	LOS_C	16.8	895	6.7%

Fuente: Elaboración Propia.



### 4.8.3. Óvalo Moderno Av. Tomas Katari-Proyectado.

Tabla 119: Óvalo Moderno de Av. Tomas Katari– Proyectado.

ÓVALO AV.TOMAS KATARI CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)										
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-4@18.2	5.7	48.29	23	LOS_B	12.28	930	2.5%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	5.7	48.29	16	LOS_B	11.81	930	1.7%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-9@20.4	5.7	48.29	1	LOS_B	11	930	0.1%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@375.9-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	5.7	48.29	19	LOS_B	16.85	930	2.0%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@383.9-3@29.8	4.7	43.73	56	LOS_B	11.05	930	6.0%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-4@18.2	30.13	59.17	14	LOS_D	45.55	930	1.5%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	30.13	59.17	2	LOS_E	71.1	930	0.2%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-9@20.4	30.13	59.17	7	LOS_C	34.9	930	0.8%	
1	0-3600	1-5: AV.TOMAS KATARI INGRESO 2@41.3-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	30.13	59.17	17	LOS_D	36.92	930	1.8%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@222.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@29.5	2.72	19.47	48	LOS_A	9.79	930	5.2%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-4@18.2	2.29	24.04	4	LOS_A	9.6	930	0.4%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	2.29	24.04	9	LOS_A	9.69	930	1.0%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-9@20.4	2.29	24.04	20	LOS_A	9.29	930	2.2%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@231.0-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	2.29	24.04	12	LOS_A	9.15	930	1.3%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-4@18.2	73.87	148.76	18	LOS_D	42.71	930	1.9%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-6: AV.TOMAS KATARI SALIDA 2@9.8	73.87	148.76	31	LOS_D	49.13	930	3.3%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-9@20.4	73.87	148.76	18	LOS_D	38.45	930	1.9%	
1	0-3600	1-12: AV.TOMAS KATARI INGRESO@121.5-13: AV.TOMAS KATARI SALIDA @15.4	73.87	148.76	6	LOS_D	45.85	930	0.6%	
1	0-3600		1	19.9	148.76	321	LOS_C	22.74	930	5.2%

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.8.4. Óvalo Moderno Av. Diego Túpac Amaru-Proyectado.

Tabla 120: Óvalo Moderno de Av. Diego Túpac Amaru– Proyectado.

ÓVALO AV.DIEGO TUPAC AMARU CON VÍA EXPRESA PROYECTADO (ÓVALO ABIERTO)										
SIM	INTERVALO	MOVIMIENTO-GIRO	COLAS	COLAS MAXIMA	VOLUMEN	NDS	DEMORAS	CAPACIDAD	V/C	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-4@18.3	0.59	6.42	5	LOS_A	2.38	950	0.5%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.59	6.42	3	LOS_B	18.46	950	0.3%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-9@20.4	0.59	6.42	1	LOS_A	1.6	950	0.1%	
1	0-3600	1-1: VIA EXPRESA BAJADA EXTERIOR@163.5-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.59	6.42	2	LOS_A	6.12	950	0.2%	
1	0-3600	1-2: VIA EXPRESA BAJADA INTERIOR@162.8-3@29.8	0.61	12.55	13	LOS_A	6.23	950	1.4%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-4@18.3	107.41	138.61	12	LOS_F	108.58	950	1.3%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	107.41	138.61	4	LOS_F	109.12	950	0.4%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-9@20.4	107.41	138.61	9	LOS_F	94.68	950	0.9%	
1	0-3600	1-5: AV.DIEGO TUPAC AMARU INGRESO 2@123.7-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	107.41	138.61	15	LOS_F	108.53	950	1.6%	
1	0-3600	1-8: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@223.0-7: VIA EXPRESA SUBIDA INTERIOR@29.5	0.58	12.4	11	LOS_B	10.24	950	1.2%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	0.43	12.65	4	LOS_A	5.24	950	0.4%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-9@20.4	0.43	12.65	6	LOS_B	11.61	950	0.6%	
1	0-3600	1-10: VIA EXPRESA SUBIDA EXTERIOR@223.8-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	0.43	12.65	1	LOS_A	0.06	950	0.1%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-4@18.3	89	171.22	12	LOS_D	47.61	950	1.3%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-6: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA 2@9.8	89	171.22	29	LOS_E	60.79	950	3.1%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-9@20.4	89	171.22	12	LOS_D	53.97	950	1.3%	
1	0-3600	1-12: AV. DIEGO TUPAC AMARU INGRESO@146.2-13: AV.DIEGO TUPAC AMARU SALIDA @15.4	89	171.22	3	LOS_E	75.3	950	0.3%	
1	0-3600		1	33.1	171.22	142	LOS_D	54.88	950	3.1%

Fuente: Elaboración Propia.





## CAPÍTULO V – DISCUSIONES

### 5.1. -Discusión 1:

**¿La configuración actual nos provee de un nivel de servicio adecuado para la circulación vehicular?**

Sí; ya que, en el caso de los Óvalos Abiertos de Av. Perú, Av. Las Palmeras y Av. Tomas Katari tienen un nivel de servicio B, que indica las especificaciones geométricas, reducen la velocidad, la libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular se ven disminuidas, y en el caso del Óvalo Abierto de Av. Diego Túpac Amaru tiene un nivel de servicio C que indica condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría. La libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular se ve afectada al presentarse interferencias tolerables con otros vehículos.

### 5.2. -Discusión 2:

**¿Es posible el uso de los métodos de seguimiento vehicular y microsimulación en el Perú?**

Si, dado que las condiciones geométricas, características semafóricas y volúmenes de tránsito usados son datos locales que representan la realidad del proyecto. Las formulas usadas en la microsimulación en el software son fórmulas que responden a modelos matemáticos universales, tales como el de seguimiento vehicular WIEDEMAN 97.

### 5.3. -Discusión 3:

**¿Es factible el uso del software PTV VISSIM para los procesos de cálculos, análisis y Evaluación Óvalos?**

Si es factible, que el VISSIM al ser un software alemán desarrollado por el grupo PTV (Planung Transport Verkehr) que realiza la microsimulación del tráfico, así mismo calcula los tiempos de demora, para el análisis del nivel de servicio, longitud de cola, incorporando parámetros propios y metodología del Highway Capacity Manual 2010 para todo tipo de óvalo.

### 5.4. -Discusión 4:

**¿Porque cada uno de los accesos al Óvalo de estudio tiene diferente nivel de servicio?**

La metodología del Highway Capacity Manual 2010 aplicada en la presente tesis de investigación, considera las características geométricas, características semafóricas, volúmenes Vehiculares que contiene cada grupo de carril, lo que hace que cada acceso a la rotonda sea único y por ende tenga diferente comportamiento y nivel de servicio.



## GLOSARIO

### **-ACCESO**

Carril o grupo de carriles por el cual transita un flujo vehicular que colinda con otros accesos generando una intersección.

### **-CALZADA**

Parte de la carretera destinada a la circulación de Vehículos. Se compone de un cierto número de carriles

### **-CAPACIDAD VIAL**

Máximo número de vehículos que tiene razonables probabilidades de pasar por una sección dada de una calzada o un carril durante un periodo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la carretera y tránsito.

### **-CARRIL:**

Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales.

### **-INFRAESTRUCTURA VIAL**

Es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma comfortable, segura y eficiente desde un punto a otro en un sistema vial.

### **-INTERSECCIONES VIALES**

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel o a desnivel.

### **-NIVEL DE SERVICIO:**

Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico.

### **-PENDIENTE**

Inclinación de una rasante en el sentido de avance

### **-RAMAL**

Infraestructura vial por la cual acceden a las intersecciones.



## **- SEMAFOROS**

Los semáforos son los elementos reguladores del tráfico por excelencia en las zonas urbanas

## **-TRANSITO:**

Fenómeno ocasionado por la presencia de vehículos, personas y demás que circulan por una avenida, calle o autopista.

## **-VEHÍCULO**

Es el nexo entre el conductor que lo maneja y la vía que lo contiene

## **-VELOCIDAD**

Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo.

## **-VOLÚMEN DE TRÁNSITO**

Volumen de Vehículos y peatones que transitan por una vía.

## **-ÓVALO O ROTONDA**

La glorieta, rotondas u óvalos se caracterizan por la confluencia de los ramales en un anillo de circulación rotatoria en sentido antihorario alrededor de una isleta central, teniendo prioridad de paso aquellos vehículos que circulan por ella.

## **-ROTONDA ABIERTA**

Son un tipo especial de intersección que se utiliza sobretodo entre vías con intensidades de tráfico muy diferentes. No se pueden considerar como rotondas ya que su funcionamiento es completamente diferente al de éstas, en realidad se asemejan más a una intersección convencional.

## **-ROTONDA MODERNA**

Entendemos como rotonda moderna un tipo especial de intersección circular, que se caracteriza por la manera en que se tratan los tramos que confluyen en él, ya que se comunican a través de una calzada anular en la que se establece una circulación giratoria alrededor de una isleta central.

## **-VISSIM**

Herramienta de ingeniería de transportes que permite modelar el seguimiento vehicular.



## CONCLUSIONES

### CONCLUSION N°1:

**Con respecto la hipótesis general,** “Los Óvalos Modernos, son más óptimos operacionalmente que los Óvalos Abiertos, en cuanto a las demoras, longitud de cola y nivel de servicio actual y proyectado.”

Se cumple la hipótesis General; ya que los valores obtenidos en el análisis referido a demoras, longitud de cola y Nivel de Servicio para los Óvalos Modernos en su análisis con tráfico actual y proyectado son más óptimos que los Óvalos Abiertos en su análisis para su tráfico actual y proyectado.

Cómo se muestran en las tablas N°89, N°90, N°91, N°92, N°93, N°94, N°95, N°96, N°97, N°98, N°99, N°100, N°101, N°102, N°103, N°104.

### CONCLUSION N°2:

**Con respecto a la Sub Hipótesis 1:** “La geometría de los Óvalos Modernos, implica mejor nivel de servicio, menores demoras y longitud de cola, que en los Óvalos Abiertos para el análisis actual y proyectado.”

Se cumple con la sub hipótesis 1; como se puede observar en la modelación y resultados, la geometría de los óvalos Modernos sin semáforo genera demoras, Nivel de Servicio y longitud de cola diferentes a los óvalos Abiertos semaforizados, sin embargo, los Óvalos Modernos, son más seguros, ya que tienen menores conflictos. El diseño geométrico cambia la circulación y genera conflictos que pueden comprometer a la seguridad vial. Cómo se muestran en las tablas N°89, N°90, N°91, N°92, N°93, N°94, N°95, N°96, N°97, N°98, N°99, N°100, N°101, N°102, N°103, N°104.

### CONCLUSION N°3:

**Con respecto a la Sub Hipótesis 2:** - “El grado de congestión actual y proyectado de los Óvalos Modernos, es menor en comparación con los Óvalos Abiertos.”

Se cumple con la su hipótesis 2; como se ve en los resultados para los Óvalos Modernos de Av. Republica de Perú, Las Palmeras, Tomas Katari y Diego Túpac Amaru tanto en el análisis para el tráfico actual y proyectado presentan una menor saturación con respecto a los Óvalos Abiertos en análisis del trafico actual y proyectado, siendo la relación de volumen a capacidad el porcentaje de uso de la capacidad existente en cada acceso o ingreso de cada ovalo.



Cómo se muestran en las tablas N°105, N°106, N°107, N°108, N°109, N°110, N°111, N°112, N°113, N°114, N°115, N°116, N°117, N°118, N°119, N°120.

#### **CONCLUSION N°4:**

**Con respecto a la Sub Hipótesis 3:** “Las demoras que produce los sistemas de control (semafóricos y no semafóricos) para el tráfico actual y proyectado son menores para los Óvalos Modernos respecto a los Óvalos Abiertos.”

Se cumple con la su hipótesis 3; dado que entre la elección de usar óvalos semaforizados o no, generan condiciones de demoras (son las fases y tiempos para cada movimiento semafórico, tiempos en ámbar y rojo total), y tasas de saturación diferentes de los óvalos modernos. Para la vía expresa, la cual mayormente tiene intersecciones con solo 3 llegadas o accesos, ya que los accesos al lado del aeropuerto no están habilitados a la fecha, son más óptimos para su circulación, reduciendo de esta forma las demoras innecesarias, ya que la semaforización en los óvalos abiertos no es inteligente sino de tiempo fijos, lo cual no dinamiza el tráfico.

Cómo se muestran en las tablas N°89, N°90, N°91, N°92, N°93, N°94, N°95, N°96, N°97, N°98, N°99, N°100, N°101, N°102, N°103, N°104.

#### **CONCLUSION N°5:**

**Sub Hipótesis 4:** “La demanda Vehicular actual y proyectado de los Óvalos Modernos, es mayor en comparación con los Óvalos Abiertos”.

Se cumple con la su hipótesis 3; como se puede apreciar en los resultados los óvalos de 3 acceso no necesariamente va tener menos tráfico en comparación con los óvalos de 4 accesos, en nuestro caso la demanda vehicular para el tráfico actual y proyectado de los Óvalos Modernos va ser mayor respecto a los Óvalos Abiertos.

Cómo se muestran en las tablas N°89, N°90, N°91, N°92, N°93, N°94, N°95, N°96, N°97, N°98, N°99, N°100, N°101, N°102, N°103, N°104.



## RECOMENDACIONES

### RECOMENDACIÓN N°1

La utilización de software de simulación para modelar diversos tipos de intersecciones debería ser más frecuente ya que de esta manera es posible proponer una o múltiples alternativas de solución, las cuales al ser probadas en dichos software facilitan y hacen más racional la elección de la solución más conveniente y efectiva.

### RECOMENDACIÓN N°2

Se recomienda la acción urgente de las autoridades, evaluar la posibilidad de reformular la geometría de esta vía, ya que la presencia innecesaria de semáforos en intersecciones específicas generan perjuicio a la circulación.

La existencia de semaforización en óvalos, solo debe estar presente bajo condiciones de saturación, y siendo esta vía ampliada a 4 carriles por sentido en el momento de ejecución del proyecto y con los resultados existentes de niveles de servicio, no sería conveniente hacer el diseño de óvalos partidos con semaforización, los cuales podrían colocarse en un futuro únicamente bajo condiciones de saturación.

### RECOMENDACIÓN N°3

Se recomienda la optimización de la tecnología planteada a una semaforización inteligente, ya que la actual de tiempos fijos, no se amolda a la demanda variable que tiene en la actualidad las diferentes intersecciones.

La tecnología de semaforización actuada, con detectores de campo podrá mejorar el control y reducción de demoras y saturación para condiciones variables durante hora punta y horas valle.

### RECOMENDACIÓN N°4

Se recomienda realizar futuras investigaciones que comparen costos de implementación entre los tipos de infraestructura vial presentadas en esta investigación para ver su incidencia en la rentabilidad y viabilidad.





## REFERENCIAS

- Fernández, R., Dextre, J. (2011). *Elementos de la teoría del tráfico*. Primera edición. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Kraemer, C. (s.f.). *Ingeniería de Carreteras Volumen I*.
- FHWA (2010). *Roundabouts*. Federal Highway Administration. Washington, Usa. Department of transportation. consult ado 20 de octubre 2014
- FHWA (2000) *Roundabouts: an informational guide*. Federal Highway Administration. Washington, USA.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collao, C., & Baptista, L. (2006). *Fundamentos de Metodología de la Investigación*. México D.F.: Infagon Web, S.A. de C.V.
- NCHRP (2007). *Report 572 Roundabouts in The United States*. National Cooperative Highway Research Program. Washington, Usa.
- Gasulla, M. (2012). *Estudio de Mejora de la Capacidad y Funcionalidad de Glorietas con Flujos de Tráfico Descompensados Mediante Microsimulación de Tráfico*. Aplicación a la intersección de la cv-50 con la cv-401, en el sale (t.m. Valencia) Tesina de la facultad de Ingeniería de Caminos Canales y Puertos con mención a la especialidad en Transportes I, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.
- Tupayachi Guzmán Gabriela. (2016). *Análisis del Desplazamiento Peatonal en la Rotonda de la Avenida Angélica Gamarra*. Tesis de la facultad de Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bañón, L., Beviá, J. (2000). *Manual de carreteras*. Volumen I: Elementos y proyecto. España.
- *Design Manual For Roads And Bridges* (2007)
- T. Tollazzi, *Tipos alternativos de rotondas*, Springer Tracts en Transporte y Tráfico (2015)).
- *TRB-Transportation Research Board, Highway Capacity Manual 2010*.
- Baena, P.G. (2017). *Metodología de la Investigación*. (3a. Ed). México. editorial patria
- Pineda, E.B. (1994). *Metodología de la Investigación*. (2a. Ed). México. Editorial Paltex.