

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTUDIO DE IMPACTO VIAL, GENERADO POR LA PUESTA EN  
FUNCIONAMIENTO DEL COMPLEJO DEPORTIVO  
UNIVERSITARIO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA – PUNO, AL 2038.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**CRISTIAN TORIBIO APAZA CONDORI**

**JOSE MOISES VILCA AÑAZCO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PUNO – PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO DE IMPACTO VIAL, GENERADO POR LA PUESTA EN  
 FUNCIONAMIENTO DEL COMPLEJO DEPORTIVO UNIVERSITARIO EN  
 LA CIUDAD UNIVERSITARIA – PUNO, AL 2038.**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**CRISTIAN TORIBIO APAZA CONDORI**

**JOSE MOISES VILCA AÑAZCO**

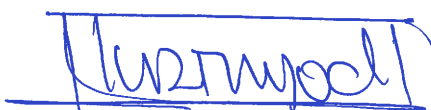
**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**



**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE.**



**M.Sc. EDGAR VIDAL HURTADO CHAVEZ**

**PRIMER MIEMBRO:**



**Ing. ZENON MELLADO VARGAS**

**SEGUNDO MIEMBRO:**



**Ing. GLENY ZOILA DE LA RIVA TAPIA**

**DIRECTOR / ASESOR:**



**Dr. SAMUEL HUAQUISTO CACERES**

**TEMA : Estudio de Impacto Vial**

**ÁREA : Transportes**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Transportes y Gestión Vial**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 31 DE DICIEMBRE DEL 2018**

## DEDICATORIA

*A Dios quien me ha sabido acompañar e iluminar en cada paso que doy, a mis padres Toribio Apaza Taco y Antonia Condori Cáceres, quienes desde pequeño me apoyaron de forma incondicional, enseñándome buenos valores y humildad, ante todo, gracias a ellos he podido lograr una etapa más de mi vida profesional.*

*A mis hermanos Kathya, Medaly y Franco; que siempre me supieron apoyar durante mis estudios universitarios.*

*A toda mi familia y amigos que fueron un pilar fundamental demostrándome cariño y apoyo.*

*Cristian Toribio Apaza Condori*

*A mis padres Juan y Francisca, su esfuerzo es mi modelo a seguir.*

*Gracias por todo, porque todo se lo debo a ustedes.*

*A mis compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, que ahora los llamo colegas, por haber compartido éxitos y caídas.*

*A todos mis Docentes por haberme guiado en mi travesía como estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano.*

*Jose Moises Vilca Añazco*

## AGRADECIMIENTOS

*Agradecemos a Dios, por habernos acompañado a lo largo de nuestra carrera y habernos dado salud y fuerza para concluir nuestros estudios universitarios.*

*Nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano en cuyos ambientes nos formamos como profesionales, a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, en especial a mi director de Tesis Dr. Samuel Huaquisto Caceres, por su orientación durante todo el desarrollo de la presente investigación. A mis jurados por sus consejos tan acertados, M.Sc. Edgar Vidal Hurtado Chávez, Ingeniero Zenón Mellado Vargas e Ingeniera Gleny Zoila De La Riva Tapia.*

*Al Phd. Ing. Andrés Sotil Chávez, nuestra eterna gratitud por el apoyo incondicional que nos brindó en la lucha del último peldaño de nuestra vida académica.*

*Al Sr. Héctor Salas Cháhuares, Presidente de la Liga Departamental de Fútbol de Puno, nuestra gratitud por los pases libres brindados para asistir al estadio y de esta manera recabar datos valiosos para la presente investigación.*

*A Nuestros amigos de universidad, por estar con nosotros y compartir nuestros éxitos y caídas, y darnos lo más preciado que una persona pueda brindar a otra, la amistad.*

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
ÍNDICE DE TABLAS .....	12
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	15
RESUMEN .....	16
ABSTRACT.....	18
CAPÍTULO I.....	20
1. INTRODUCCIÓN .....	20
1.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	20
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	20
1.2.1 Problema general .....	20
1.2.2 Problemas específicos .....	20
1.2.3 Definición de variables.....	20
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	21
1.4.1 Objetivo general .....	21
1.4.2 Objetivos específicos.....	22
1.5 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN .....	22
1.5.1 Hipótesis general .....	22
1.5.2 Hipótesis específicas .....	22
CAPÍTULO II.....	24
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	24
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
2.2 BASES LEGALES SOBRE ESTUDIOS DE IMPACTO VIAL .....	28
2.3 BASES TEÓRICAS.....	30
2.3.1 Estudio de impacto vial (EIV).....	30
2.3.2 Guías generales para iniciar los estudios de impacto vial (EIV).....	30
2.3.3 Alcances del estudio de impacto vial .....	32
2.3.4 Área de estudio .....	32
2.3.5 De la red vial Urbana para un EIV .....	33
2.3.5.1 Clasificación de red vial urbana .....	33
2.3.5.2 Geometría de la red vial urbana.....	34
2.3.5.3 Componentes de una infraestructura vial urbana .....	36

2.3.6 Estudio de generación de viajes para un EIV .....	39
2.3.6.1 Generación de viajes.....	39
2.3.6.2 Uso del suelo .....	40
2.3.6.3 Transporte y uso del suelo .....	40
2.3.6.4 Polos generadores de viaje .....	41
2.3.6.5 Fundamentos de la Generación de Viajes .....	42
2.3.6.6 Modelos de estimación de generación de viajes.....	43
2.3.7 Sistema de transporte.....	54
2.3.8 Teoría del tráfico vehicular .....	54
2.3.8.1 Estructura del sistema de transporte .....	55
2.3.8.2 Conflictos del Tráfico Vehicular .....	57
2.3.8.3 Variables fundamentales del tráfico vehicular .....	60
2.3.8.4 Tipos de solución frente al tráfico vehicular .....	63
2.3.9 Capacidad de tránsito .....	64
2.3.10 Capacidad vial en intersecciones.....	68
2.3.10.1 Capacidad vial en intersecciones semaforizada.....	69
2.3.10.2 Capacidad de Cruces Peatonales .....	74
2.3.11 Niveles de servicio vehicular y peatonal .....	75
2.3.12 Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas .....	81
2.3.13 Relación entre capacidad y niveles de servicio .....	83
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>85</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>85</b>
3.1 MATERIALES .....	85
3.1.1 Materiales en el proceso de la investigación .....	85
3.2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	86
3.3 ÁMBITO DE ESTUDIO.....	87
3.3.1 Contenido de un estudio de impacto vial (EIV) .....	87
3.3.2 Áreas de influencia .....	88
3.3.3 Especificaciones del complejo deportivo Universitario .....	89
3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS INTERSECCIONES .....	92
3.4.1 Intersección Av. Floral - Av. Sesquicentenario - Jr. Jorge Basadre.....	92
3.4.2 Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre .....	94
3.4.3 Intersección Av. Floral – Av. Costanera .....	96
3.4.4 Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar .....	97

3.5 SEMÁFOROS EN INTERSECCIONES .....	99
3.5.1 Intersección Av. Floral - Av. Sesquicentenario - Jr. Jorge Basadre .....	99
3.5.2 Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre .....	100
3.5.3 Intersección Av. Floral – Av. Costanera .....	100
3.5.4 Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar .....	101
3.6 AFORO VEHICULAR .....	102
3.7 CAPACIDAD DE LA INTERSECCIONES VIALES .....	104
3.8 RESUMEN DE AFORO VEHICULAR Y PEATONAL.....	104
3.9 SEÑALIZACION .....	107
3.9.1 Señalización horizontal .....	107
3.9.2 Señalización vertical.....	109
3.10 TIPOS DE TRANSPORTE.....	112
3.11 EVALUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DEL PROYECTO.....	114
3.11.1 Evaluación actual peatonal .....	115
3.11.2 Evaluación actual vehicular.....	117
3.11.3 Evaluación futura.....	131
3.11.4 Evaluación a futuro con el complejo deportivo universitario .....	140
3.11.5 Propuestas de solución al proyecto de investigación .....	168
3.11.6 Evaluación a futuro con el complejo deportivo universitario en funcionamiento a condición media (15 000 espectadores).....	186
3.11.7 Propuestas de solución al proyecto de investigación a condición media ...	195
CAPÍTULO IV .....	208
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	208
4.1 EFECTOS DEL IMPACTO VIAL EN LAS INTERSECCIONES VIALES ...	208
4.2 SOLUCIONES DE IMPACTO VIAL EN LAS INTERSECCIONES VIALES	210
4.3 CONTENIDO DE UN ESTUDIO DE IMPACTO VIAL PARA ESTADIOS ..	216
CAPÍTULO V.....	221
5. CONCLUSIONES .....	221
CAPÍTULO VI .....	225
6. RECOMENDACIONES.....	225
CAPÍTULO VII.....	227
7. REFERENCIAS.....	227
ANEXOS .....	231

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Modelo de grafico ITE</i> .....	49
<i>Figura 2: Esquema de Manheim</i> .....	56
<i>Figura 3: Comparación entre la demanda vehicular y la oferta vial.</i> .....	58
<i>Figura 4: Comparación entre la demanda vehicular y la oferta vial</i> .....	59
<i>Figura 5: Diagramas Fundamentales de flujo vehicular</i> .....	62
<i>Figura 6: Diagrama de fases en una intersección con semáforos</i> .....	66
<i>Figura 7: Circulación Vial Interrumpida por una Intersección</i> .....	68
<i>Figura 8: Diagrama de Longitud del Ciclo Semáforo</i> .....	69
<i>Figura 9: Nivel de servicio A</i> .....	76
<i>Figura 10: Nivel de servicio B</i> .....	76
<i>Figura 11: Nivel de servicio C</i> .....	77
<i>Figura 12. Nivel de servicio D</i> .....	78
<i>Figura 13: Nivel de servicio E</i> .....	78
<i>Figura 14: Nivel de servicio F</i> .....	79
<i>Figura 15: Niveles de Servicio del Flujo Peatonal</i> .....	80
<i>Figura 16: Tipos de Semáforos respecto a su posición estándar</i> .....	82
<i>Figura 17: Uso de suelo de la ciudad de Puno</i> .....	89
<i>Figura 18: Ubicación del Complejo deportivo universitario de la UNAP</i> .....	90
<i>Figura 19: Límites del Complejo deportivo universitario de la UNAP</i> .....	91
<i>Figura 20: Acceso al Complejo deportivo universitario de la UNAP</i> .....	92
<i>Figura 21: Sección vial de la Av. Floral</i> .....	93
<i>Figura 22: Sección vial de la Av. Sesquicentenario</i> .....	94
<i>Figura 23: Sección vial del Jr. Jorge Basadre</i> .....	94
<i>Figura 24: Sección vial del Jr. Panamá</i> .....	95
<i>Figura 25: Sección vial del Jr. Jorge Basadre</i> .....	95
<i>Figura 26: Sección vial del Jr. Jorge Basadre</i> .....	96
<i>Figura 27: Sección vial de la Av. Floral</i> .....	96
<i>Figura 28: Sección vial de la Av. Costanera</i> .....	97
<i>Figura 29: Sección vial de la Av. Sesquicentenario</i> .....	97
<i>Figura 30: Sección vial de la Av. Sesquicentenario</i> .....	98
<i>Figura 31: Sección vial del Jr. José la Mar</i> .....	98
<i>Figura 32: Levantamiento en campo (Características de la vía)</i> .....	98



<i>Figura 33: Levantamiento en campo (Características de la vía).....</i>	99
<i>Figura 34: Giros de la Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre .....</i>	99
<i>Figura 35: Giros de la Intersección Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre .....</i>	100
<i>Figura 36: Ciclo Semafórico en la Intersección Av. Floral – Av. Costanera.....</i>	101
<i>Figura 37: Giros de la Intersección Av. Floral – Av. Costanera.....</i>	101
<i>Figura 38: Giros de la Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar .....</i>	102
<i>Figura 39: Ubicación de las intersecciones de aforo.....</i>	103
<i>Figura 40: Conteo vehicular en intersecciones.....</i>	107
<i>Figura 41: Reductor de velocidad del tipo sección circular (1) .....</i>	108
<i>Figura 42: Reductor de velocidad del tipo sección circular (2) .....</i>	109
<i>Figura 43: Reductor de velocidad del tipo tachón .....</i>	109
<i>Figura 44: Señales Transitorias.....</i>	110
<i>Figura 45: Señal cruce ferroviario.....</i>	111
<i>Figura 46: Dispositivo de control de tránsito (Semáforo) .....</i>	111
<i>Figura 47: Autos y taxis.....</i>	112
<i>Figura 48: Combi .....</i>	112
<i>Figura 49: Mototaxi.....</i>	113
<i>Figura 50: Motocicleta.....</i>	113
<i>Figura 51. Bus .....</i>	114
<i>Figura 52: Flujograma de tránsito peatonal.....</i>	115
<i>Figura 53: Capacidad de funcionamiento de intersección (ICU) - del proyecto actual (viernes).....</i>	119
<i>Figura 54: Capacidad de funcionamiento de intersección (ICU) - del proyecto actual (Domingo).....</i>	125
<i>Figura 55: Nivel de Servicio (LOS) del proyecto actual (Día Viernes) .....</i>	126
<i>Figura 56: Nivel de Servicio (LOS) del proyecto actual (Día Domingo) .....</i>	128
<i>Figura 57: Capacidad de funcionamiento de intersección (ICU) - del proyecto a futuro (viernes).....</i>	133
<i>Figura 58: Capacidad de funcionamiento de intersección (ICU) - del proyecto a futuro (Domingo).....</i>	135
<i>Figura 59: Nivel de Servicio (LOS) del proyecto a futuro (Día Viernes) .....</i>	136
<i>Figura 60: Nivel de Servicio (LOS) del proyecto a futuro (Día Domingo).....</i>	138
<i>Figura 61: Vista en planta del estadio Guillermo Briceño Rosamedina .....</i>	142

<i>Figura 62: Vista en planta del estadio Politécnico Regional los Andes de Juliaca....</i>	144
<i>Figura 63: Resultados de viajes de entrada salida y total (1).....</i>	147
<i>Figura 64: Resultados de viajes de entrada salida y total (2).....</i>	147
<i>Figura 65: Resultados de viajes de entrada salida y total (3).....</i>	148
<i>Figura 66: Aforo vehicular para generación de viajes (Estadio Guillermo Briceño Rosamedina) .....</i>	148
<i>Figura 67: Vehículos estacionados a las afueras del Estadio Guillermo Briceño Rosamedina.....</i>	149
<i>Figura 68: Aforo vehicular para generación de viajes (Estadio del Colegio Politécnico .....</i>	150
<i>Figura 69: Curva de generación de viajes .....</i>	152
<i>Figura 70: Entrevistas realizadas en el estadio Enrique Torres Belón .....</i>	157
<i>Figura 71: Asignación de viajes en la Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre .....</i>	163
<i>Figura 72: Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) a futuro con la inclusión del Complejo Deportivo Universitario en funcionamiento (Domingo) .....</i>	164
<i>Figura 73: Nivel de Servicio (LOS) a futuro con la inclusión del Complejo Deportivo Universitario en funcionamiento (Domingo).....</i>	166
<i>Figura 74: Estado de la Av. Floral.....</i>	170
<i>Figura 75: Solución al Proyecto año 2038 con la inclusión de carriles adicionales .</i>	171
<i>Figura 76: ICU de solución al Proyecto año 2038, con la inclusión de carriles adicionales.....</i>	171
<i>Figura 77: Nivel de Servicio (LOS) de solución al Proyecto año 2038. con la inclusión de carriles adicionales.....</i>	173
<i>Figura 78: Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038.....</i>	176
<i>Figura 79: Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038.....</i>	176
<i>Figura 80: Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038.....</i>	177
<i>Figura 81. Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038.....</i>	177
<i>Figura 82. Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) con solución de semaforización e inclusión de carriles adicionales.....</i>	178
<i>Figura 83: Nivel de Servicio (LOS) de solución al Proyecto año 2038. con la inclusión de semaforización y carriles adicionales.....</i>	179
<i>Figura 84: Propuesta de estacionamiento para vehículos particulares .....</i>	182

<i>Figura 85: Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) con la inclusión de semaforización, carriles adicionales y un estacionamiento para vehículos particulares</i>	182
<i>Figura 86: Nivel de Servicio (LOS) de solución al Proyecto año 2038. con la inclusión de semaforización, carriles adicionales y un estacionamiento para vehículos particulares.</i>	184
<i>Figura 87: Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) con la inclusión del Complejo Deportivo Universitario en funcionamiento a condición media (Domingo)</i>	191
<i>Figura 88: Niveles de servicio (LOS) con la inclusión del Complejo Deportivo Universitario en funcionamiento a condición media (Domingo)</i>	193
<i>Figura 89: Ciclo semafórico de solución al proyecto</i>	195
<i>Figura 90: Ciclo semafórico de solución al Proyecto</i>	196
<i>Figura 91: Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038.</i>	196
<i>Figura 92: Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038.</i>	197
<i>Figura 93: ICU con la propuesta de solución 01: semaforización (Domingo).</i>	197
<i>Figura 94: Niveles de servicio (LOS) con la propuesta de solución 01: semaforización (Domingo).</i>	199
<i>Figura 95: ICU de las intersecciones con la propuesta de solución 01: Inclusión de carriles (Domingo)</i>	202
<i>Figura 96: Niveles de servicio (LOS) con la propuesta de solución 01: inclusión de carriles (Domingo)</i>	204

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Valores sugeridos para estudios de impacto vial</i> .....	31
<i>Tabla 2: Clasificación de una red vial urbana según su función</i> .....	33
<i>Tabla 3: Valores sugeridos de secciones de vías urbanas principales y secundarias</i> ...	35
<i>Tabla 4: Clasificación de vías urbanas según sus características</i> .....	35
<i>Tabla 5: Conceptos de Polos Generadores de Viajes</i> .....	42
<i>Tabla 6: Modelos de generación de viajes</i> .....	43
<i>Tabla 7: Ventajas comparativas entre modelos de generación de viajes</i> .....	45
<i>Tabla 8: Desventajas comparativas entre modelos de generación de viajes</i> .....	47
<i>Tabla 9: Clasificación Urbana de la Red Vial en la Ciudad de Puno</i> .....	64
<i>Tabla 10: Características del flujo de Peatones en Aceras</i> .....	81
<i>Tabla 11: Nivel de Servicio peatonal</i> .....	82
<i>Tabla 12: Autos directamente equivalentes (ADE)</i> .....	104
<i>Tabla 13: Resumen de aforo vehicular en Hora Pico (lunes)</i> .....	105
<i>Tabla 14: Resumen de aforo vehicular en Hora Pico (viernes)</i> .....	105
<i>Tabla 15: Resumen de aforo vehicular en Hora Pico (Domingo)</i> .....	106
<i>Tabla 16. Resumen de aforo Peatonal en Hora Pico (viernes)</i> .....	106
<i>Tabla 17: Resumen de aforo Peatonal en Hora Pico en la intersección Av. Floral – Av. Sesquicentenario – Jr. Jorge Basadre</i> .....	116
<i>Tabla 18: Resumen de características del flujo de Peatones en Aceras</i> .....	116
<i>Tabla 19: Calculo del nivel de servicio peatonal por calle</i> .....	116
<i>Tabla 20: Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas</i> .....	117
<i>Tabla 21: Nivel de servicio en intersecciones No semaforizadas</i> .....	118
<i>Tabla 22: Nivel de servicio según Capacidad de Funcionamiento de la Intersección (ICU)</i> .....	118
<i>Tabla 23: Resultados del análisis en el en el programa Synchro Studio 10.0 en la Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i> .....	119
<i>Tabla 24: Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i> .....	120
<i>Tabla 25: Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i> .....	121
<i>Tabla 26: Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i> .....	122
<i>Tabla 27: Resumen de las intersecciones del proyecto en evaluación actual (viernes)</i> .....	130

<i>Tabla 28: Resumen de las intersecciones del proyecto en evaluación actual (domingo)</i>	130
<i>Tabla 29: Tasa de Crecimiento Vehicular en Puno</i>	131
<i>Tabla 30: Resumen de crecimiento vehicular (2038) en Hora Pico (viernes)</i>	132
<i>Tabla 31: Resumen de crecimiento vehicular (2038) en Hora Pico (domingo)</i>	132
<i>Tabla 32: Resumen de las intersecciones del proyecto evaluado a futuro</i>	140
<i>Tabla 33: Resumen de las intersecciones del proyecto evaluado a futuro día domingo.</i>	140
<i>Tabla 34: Resumen de aforo vehicular para generación de viajes (1)</i>	145
<i>Tabla 35: Resumen de aforo vehicular para generación de viajes (2)</i>	145
<i>Tabla 36: Resumen de aforo vehicular para generación de viajes (3)</i>	146
<i>Tabla 37: Tasa de generación de viajes</i>	150
<i>Tabla 38: Tasa promedio de generación de viajes</i>	151
<i>Tabla 39: Datos para estimar el parámetro estadístico "Z"</i>	154
<i>Tabla 40: Para 6000 espectadores se tiene muestra de 258 entrevistas</i>	155
<i>Tabla 41: Para 8000 espectadores se tiene muestra de 261 entrevistas</i>	155
<i>Tabla 42: Para 6000 espectadores se tiene muestra de 257 entrevistas</i>	155
<i>Tabla 43. Factor vehículo persona</i>	158
<i>Tabla 44: Resultados de la distribución de viajes en el primer partido</i>	159
<i>Tabla 45: Resultados de la distribución de viajes en el segundo partido</i>	160
<i>Tabla 46: Resultados de la distribución de viajes en el tercer partido</i>	160
<i>Tabla 47: Resumen de proporción vehicular por evento deportivo</i>	161
<i>Tabla 48: Calculo de distribución de viajes para el estadio de la UNAP</i>	161
<i>Tabla 49: Cálculo de Asignación de viajes para el estadio de la UNAP Intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre</i>	162
<i>Tabla 50: Evaluación a futuro (2038) con viajes generados, en Hora Pico (domingo)</i>	164
<i>Tabla 51: Cuadro Resumen de las intersecciones del proyecto a futuro con el complejo deportivo universitario en funcionamiento</i>	168
<i>Tabla 52: Cuadro Resumen de las intersecciones del proyecto a futuro con la inclusión de carriles</i>	175
<i>Tabla 53: Cuadro Resumen de las intersecciones del proyecto a futuro con semaforización</i>	181

<i>Tabla 54: Cuadro Resumen de las intersecciones del proyecto a futuro con estacionamiento. ....</i>	<i>186</i>
<i>Tabla 55: Resumen de resultados de la distribución de viajes en el primer partido ...</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 56: Resumen de resultados de la distribución de viajes en el segundo partido. ....</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 57: Resumen de resultados de la distribución de viajes en el tercer partido.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 58: Resumen de proporción vehicular por evento deportivo .....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 59: Calculo de distribución de viajes para el estadio de la UNAP a condición media.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 60: Resumen de las intersecciones en funcionamiento a condiciones medias (15000 espectadores).....</i>	<i>194</i>
<i>Tabla 61: Resumen de las intersecciones en funcionamiento semaforizadas a condiciones medias (15 000 espectadores) .....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla 62: Resumen de las intersecciones en funcionamiento semaforizadas a condiciones medias (15 000 espectadores) .....</i>	<i>206</i>
<i>Tabla 63: Resumen de la evolución de los ICU de las intersecciones en estudio (día domingo).....</i>	<i>207</i>
<i>Tabla 64: Resumen de la evolución de los niveles de servicio (LOS) de las intersecciones en estudio (día domingo) .....</i>	<i>207</i>
<i>Tabla 65: Resumen de los cambios de los ICU de las intersecciones viales.....</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 66: Resumen de los cambios en los niveles de servicio (LOS) de las intersecciones viales .....</i>	<i>209</i>
<i>Tabla 67: Resumen de los ICU de las intersecciones en estudio con la propuesta 01</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 68: Resumen de los niveles de servicio (LOS) de las intersecciones en estudio con la propuesta 01 .....</i>	<i>211</i>
<i>Tabla 69: Resumen de los ICU de las intersecciones en estudio con la propuesta 02</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 70: Resumen de los niveles de servicio (LOS) de las intersecciones en estudio con la propuesta 02. ....</i>	<i>213</i>
<i>Tabla 71: Resumen de los ICU de las intersecciones en estudio con la propuesta 03</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 72: Resumen de la evolución de los niveles de servicio (LOS) de las intersecciones en estudio .....</i>	<i>215</i>

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

**LOS:** Level of Service (Nivel de Servicio)

**HCM:** Highway Capacity Manual (Manual de Capacidad de Carreteras)

**ITE:** Institute of Transportation Engineers (Instituto de Ingenieros de transporte)

**EIV:** Estudio de Impacto Vial

**FHP:** Factor Hora Pico

**ICU:** Intersection Capacity Utilization (Capacidad de funcionamiento de la intersección)

**ADE:** Autos Directamente Equivalentes

**INEI:** Instituto Nacional de Estadística e Informática

**MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones

**RNE:** Reglamento Nacional de Edificaciones

**PGV's:** Polos Generadores de Viajes

**MML:** Municipalidad Metropolitana de Lima

## RESUMEN

La presente investigación análisis de estudio de impacto vial, este parte del análisis de proyectos de edificación teniendo en cuenta la atracción y generación de mayor tráfico peatonal y vehicular que se da con la puesta en funcionamiento de estos proyectos, aunque todas en distintas medidas. Ello estará en función al tipo de proyecto. El estudio de impacto vial (EIV), forma parte del Reglamento Nacional de Edificaciones en el cual se hace referencia sobre la necesidad de la evaluación de impacto vial para el desarrollo de proyectos y que tales proyectos están obligados en su realización de dichos estudios. Como parte de desarrollo urbano en la ciudad de Puno, y el crecimiento del parque automotor, se siente la problemática del crecimiento del tránsito cuando este llega a índices altos, es decir se genera un tráfico vehicular. La mayoría de personas no puede comprender la complejidad de un sistema de transporte terrestre, pero como usuarios perciben las demoras para movilizarse de un lado a otro. Generándose el malestar del usuario y degradando el nivel de servicio de las vías. Siendo el Objetivo fundamental de esta tesis el de realizar el Estudio de Impacto Vial en el sistema vial y peatonal, que generará la puesta en operación del complejo deportivo universitario en la Ciudad universitaria Puno, así como proponer alternativas de solución que deben aplicarse para mantener o recuperar el nivel de servicio y garantizar la vialidad en su zona de influencia. Por lo expuesto la presente investigación contempla un diagnóstico del área de influencia del proyecto “Construcción del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno” así mismo la recolección y procesamiento de datos, lo que implica el aforo vehicular y peatonal, como también determinar el nivel de servicio de la principales vías de acceso al proyecto y la generación de viajes, seleccionada en el horario en que se encuentre el factor de hora pico, lo que se complementará con una simulación software SYNCHRO para la modelación del tráfico actual y futuro proyectado del modelo



planteado. Tomando como base la metodología usada por el “HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010 (HCM Versión 2010)” y el “TRIP GENERATION MANUAL”, del Instituto de Ingenieros de Transporte (ITE). Los resultados que se esperan son la disminución de los niveles de servicio de las vías aledañas al complejo universitario.

**Palabras Clave:** Transito, impacto, capacidad, servicio, congestión.

## ABSTRACT

The present research analysis of road impact study, this part of the analysis of building projects taking into account the attraction and generation of greater pedestrian and vehicular traffic that occurs with the implementation of these projects, although all in different measures. This will depend on the type of project. The road impact study (EIV) is part of the National Building Regulations in which reference is made to the need for road impact assessment for the development of projects and that such projects are required in carrying out such studies. As part of urban development in the city of Puno, and the growth of the automotive fleet, the problem of traffic growth is felt when it reaches high rates, that is to say, vehicular traffic is generated. Most people can not understand the complexity of a land transport system, but as users perceive the delays, each day longer, to move from one place to another. Generating the user's discomfort and degrading the service level of the tracks. The fundamental objective of this thesis is to carry out the Road Impact Study on the road and pedestrian system, which will generate the start-up of the University Sports Complex in the University City of Puno, as well as propose alternative solutions that must be applied to maintain or recover the level of service and guarantee the roads in its area of influence. Therefore, the present investigation contemplates a diagnosis of the area of influence of the project "Construction of the university sports complex in the university city Puno" as well as the collection and processing of data, which implies the vehicular and pedestrian capacity, as well as determining the level service of the main access routes to the project and the generation of trips, selected during the time of the peak hour factor, which will be complemented with a SYNCHRO software simulation for modeling the current and future traffic of the model raised Based on the methodology used by the "HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010 (HCM Version 2010)" and the "TRIP GENERATION MANUAL", of

the Institute of Transport Engineers (ITE). The results that are expected are the decrease in service levels that will occur with the start-up of the Puno university sports complex, proposing mitigation measures.

**Key Words:** Transit, impact, capacity, service, congestion.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

#### 1.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

#### 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

##### 1.2.1 Problema general

¿Cuál será el impacto vial que generará la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria-Puno, puesto que el proyecto no cuenta con el estudio de impacto vial?

##### 1.2.2 Problemas específicos

¿Qué efectos tendrá la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria – Puno, en las intersecciones viales y peatonales?

¿Cuáles serán las propuestas de mitigación de impacto vial en las intersecciones viales aledañas al complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria-Puno?

¿Cuál será el contenido adecuado de un estudio de impacto vial en estadios, que sirva de guía para el profesional de ingeniería civil para la realización de dichos estudios?

##### 1.2.3 Definición de variables

- Variable independiente: Uso de suelo destinado para la construcción del complejo deportivo de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Variable dependiente: Impacto vial en las vías adyacentes al complejo deportivo de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En vista de la poca importancia y el desconocimiento que se le da a los problemas de congestión vehicular que se pueden observar en las horas pico en las intersecciones aledañas al complejo deportivo universitario, además es necesario poner en conocimiento que el expediente técnico del proyecto en mención no cuenta con un estudio de impacto vial que es necesario para el análisis, evaluación del tráfico vehicular en los principales accesos al complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno.

En vista de estos problemas se tiene la necesidad de realizar un estudio de impacto vial para el complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria, puesto que cuando el proyecto entre en operación generará una determinada cantidad de viajes el cual congestionará a un más los principales accesos al mismo.

El presente análisis de EIV, nos ayudará a analizar y evaluar el tráfico actual y a futuro. Y que posteriormente nos dará resultados para proponer soluciones y así mitigar el tráfico vehicular en los accesos al complejo deportivo universitario. Con la presente investigación se pone en conocimiento de la relevancia en cuanto a los estudios de impacto vial en proyectos que concentren una cantidad considerable de personas.

### **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Realizar el estudio de impacto vial generado por la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno, puesto que el proyecto no cuenta con un estudio de impacto vial.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

Identificar los efectos que tendrá la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno, en las intersecciones viales y peatonales.

Proponer alternativas de mitigación de impacto vial en las intersecciones viales aledañas al complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria-Puno.

Proponer el contenido de un Estudio de Impacto Vial para Estadios, que sirva de guía para el profesional de ingeniería civil, para la realización de dichos estudios.

## **1.5 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Hipótesis general**

El estudio de impacto vial por la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno, reduce la congestión vehicular en las vías aledañas.

### **1.5.2 Hipótesis específicas**

La puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno, sirve para la identificación de los efectos que se tendrá sobre las intersecciones viales y peatonales adyacentes al proyecto.

Las alternativas de mitigación propuestas, mitigan el impacto vial en las intersecciones viales aledañas al complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria-Puno.

La propuesta de contenido de Estudio de Impacto vial en Estadios para la elaboración y evaluación de dichos estudios, sirve de guía para el profesional de Ingeniería Civil.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En vista de la poca importancia y al desconocimiento que se les da a los problemas de congestión vehicular, que se pueden observar en las horas pico de las principales vías de la ciudad de Puno. Es necesario poner en conocimiento sobre la importancia de los estudios de impacto vial, para el análisis, evaluación del tráfico vehicular en los principales accesos al complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno.

En vista de este problema, se tiene la necesidad de realizar un estudio de impacto vial para el complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria, puesto que cuando el proyecto entre en operación generará una determinada cantidad de viajes el cual congestionará a un más los principales accesos al mismo.

El presente estudio de impacto vial nos ayudará a analizar y evaluar el tráfico actual y a futuro. Y que posteriormente nos dará resultados para plantear soluciones y así mitigar el tráfico vehicular en los accesos al complejo deportivo universitario. Con la presente investigación se pone en conocimiento de la relevancia en cuanto a los estudios de impacto vial en proyectos que concentren una cantidad considerable de personas, a continuación, se presenta algunas investigaciones nacionales como extranjeras sobre los estudios de impacto vial.

SOTIL & CHALCO (2014) En su artículo presentan un resumen del trabajo de investigación sobre la influencia de los proyectos de infraestructura vial en las condiciones de tráfico de la intersección Av. Perú con la Av. Próceres de la Independencia ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho en la ciudad de Lima.



En el trabajo de investigación presenta como problema de estudio las condiciones y características de la intersección estudiada describiendo el volumen vehicular a través de aforos obtenidos del estudio de tráfico del proyecto Túnel de Interconexión Santa Rosa - San Martín, y análisis de las condiciones de tráfico, así como la formulación de soluciones. Cuyo objetivo principal del EIV, es analizar la influencia de la construcción y apertura de los proyectos de infraestructura vial en las condiciones de tráfico, actuales y futuras con el fin de evaluar los niveles de servicio aplicando la metodología HCM 2010.

Cabe resaltar que el estudio realizado por los autores no toma en cuenta los criterios mencionados en las ordenanzas de la MML (1268-2009 y 1404-2010). Debido a que en dicha ordenanza se confunden los principales objetivos para realizar un EIV que consiste en evaluar los Niveles de Servicio de las calles y proponer recomendaciones para mejorar el transporte urbano. Como también se debe llevar una evaluación adecuada de las condiciones actuales y futuras, estimando una proyección recomendable de 20 años.

Una vez terminada la evaluación recién se debe proceder al desarrollo de planos para poder mejorar o rediseñar de acuerdo al Estudio de Impacto Vial.

En el artículo también hace una crítica a las ordenanzas MML (1268-2009 y 1404-2010), puesto que se hace Estudios de Impacto Vial que no especifican una proyección a futuro más allá de los 12 meses lo cual hace que el mismo estudio no tenga un valor ingenieril a futuro.

VELASCO (2017) En la tesis que presenta el autor hace un análisis de Estudio de Impacto Vial en función al crecimiento inmobiliario, el aumento en el número de viajes en la ciudad de Lima. Planteando así una necesidad de realizar un plan de tránsito vehicular dentro de la ciudad.

También hace referencia en la regulación sobre el desarrollo de proyectos inmobiliarios a través de normas que presenta la Municipalidad Metropolitana de Lima en el cual exige que cada proyecto inmobiliario cuente con un Estudio de Impacto Vial para analizar los impactos que generara las nuevas construcciones. Sin embargo, a pesar de ello no se indica una metodología para estimar el tráfico que originará el proyecto en su etapa de funcionamiento.

El objetivo de dicha investigación se centra en obtener una perspectiva cuantitativa y realista del tráfico generado por los proyectos inmobiliarios en la ciudad de Lima con el fin de que se puedan estimar una relación del tráfico generado por un proyecto. En la investigación se toma estudios de proyectos inmobiliarios que son de diferentes contextos y de los cuales se tiene los valores de generación de viajes estimados en sus EIV y que posteriormente son comparados con el Análisis de EIV del autor concluyendo que el tráfico real obtenido difiere de manera considerable con los Estudios de Impacto Vial de los proyectos inmobiliarios.

PINTO (2016) En la tesis del autor presenta un análisis y planteamiento de soluciones en el ovalo “Los Incas” – intersección de la Avenida Dolores con la Avenida Los Incas en la provincia de Arequipa. El análisis que presenta es de la situación actual como se encuentra la zona en estudio y la proyección del mismo a futuro, con lo cual desarrolla un modelo de estudio de tráfico, haciendo un análisis y descripción del área afectada por el tráfico vehicular, tomando como base metodológica el “HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2000 (HCM 2000)”, el “TRIP GENERATION MANUAL” y el Reglamento del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

Para evaluar la situación actual del Ovalo “Los Incas” hace uso del programa Synchro Studio 8.0 con los datos tomados del tráfico, en el cual hace un modelamiento

virtual de la situación actual y hace una proyección a futuro hasta 2020. En el cual se demuestra nivel de servicio de la zona de estudio es “F”, el cual indica el colapso de dicha intersección en horas pico.

Para la elaboración de la proyección futura de 5 años (2020), hace uso de una tasa de crecimiento vehicular anual. En el cual se demuestra que el nivel de servicio de la zona de estudio sigue siendo “F”, con un colapso aún más crítico. Con los resultados el autor plantea diferentes tipos de solución de alto costo y bajo costo. Entre los cuales se plantea el rediseño de la señalización de tránsito, diseño geométrico de bahías, semaforización y redimensionamiento o demolición del ovalo. Concluyendo que la implementación de Bahías es una propuesta más óptima, la cual brinda orden y fluidez en el tránsito vehicular de la intersección.

VELA (2008) La investigación de autor consiste en la descripción teórica y práctica de una investigación sobre la metodología para la determinación de los impactos de los desarrollos comerciales, industriales, residenciales o de usos mixtos sobre la red vial local. Dentro del cual presenta una metodología que debe seguirse para la elaboración de un Estudio de Impacto Vial.

El autor propone una guía confiable para la planificación a corto y mediano plazo de proyectos y las mejoras que deben hacerse, para acomodar satisfactoriamente el tránsito generado por el proyecto. El autor cita, que si bien es cierto existe cierta reglamentación que norma la aplicación de los Estudio y Evaluaciones de Impacto Vial en la Municipalidad Capitalina de Guatemala, en este no se menciona los detalles de la correcta metodología y procedimientos que deberían emplearse para la elaboración de dicho estudio, es decir no se detallan asuntos técnicos ni de criterio.

Es por eso que el autor pone énfasis en la importancia del Estudio de Impacto Vial, que pretende proveer de conceptos y procedimientos para la correcta elaboración de los Estudios de Impacto Vial. Además, servir de base para la elaboración de términos de referencia para las contrataciones de Estudios de Impacto Vial por parte de las municipalidades.

## **2.2 BASES LEGALES SOBRE ESTUDIOS DE IMPACTO VIAL**

Para realizar un Estudio de Impacto Vial existen diferentes referencias como ordenanzas municipales como también se citan algunas normas en el Reglamento Nacional de Edificaciones como son los siguientes:

- **Norma G.040 Definiciones**

*Artículo único*

Estudios de Impacto Vial: Evaluación de la manera como una edificación influirá en el sistema vial adyacente, durante su etapa de funcionamiento.

- **Norma A.100 Recreación y deportes, Capítulo I - Aspectos generales**

*Artículo 3.-* Los proyectos de edificación para recreación y deportes, requieren la elaboración de los siguientes estudios complementarios:

- *Estudio de Impacto Vial, para edificaciones que concentren más de 1,000 ocupantes.*

- **Ordenanza N° 1268 – Ordenanza que regula los Estudios de Impacto Vial en Lima Metropolitana**

**Capítulo II**

**Lineamientos técnicos**

*Artículo 7.-* Proyectos de edificación

Los proyectos de edificación nuevos o que amplíen sus instalaciones modificando accesos y/o incrementando la generación de viajes, obligados a cumplir la presente Ordenanza, son los destinados a los siguientes usos:

7.9 Recreación y deportes (edificaciones con aforo a partir de **1000 ocupantes**)

- **Ordenanza N° 1404 - Reglamentan el procedimiento de aprobación de los estudios de impacto vial en lima metropolitana**

*Artículo 5.-* de la clasificación

Los Estudios de Impacto Vial - EIV por proyecto de habilitación urbana o edificaciones, serán clasificados de acuerdo a 3 niveles siguientes:

**Nivel III.-** Es aquel cuyo *impacto vial negativo es significativo*, tanto cuantitativa y/o cualitativamente, ya sea de influencia distrital o metropolitana, que merezca una evaluación conjunta y especializada de otros órganos de la corporación municipal para identificar su viabilidad, así como para determinar las medidas de mitigación que puede llegar a incluir la construcción de infraestructura vial que debe aplicarse durante su operación o funcionamiento. En este nivel se encuentran comprendidos los proyectos de edificación siguientes:

- Comercio (Centros y Complejos Comerciales, Mercados Mayoristas), aforo mayor a 1500 personas.
- Edificios Corporativos o de oficinas Independientes, aforo mayor a 1500 personas.

- *Recreación y Deportes (Edificaciones para espectáculos deportivos); aforo a partir de 10,000 ocupantes.*
- Transporte y Comunicaciones (Edificaciones de Terminales Terrestres Provinciales).
- Salud (hospitales).

## 2.3 BASES TEÓRICAS

### 2.3.1 Estudio de impacto vial (EIV)

Es un estudio que permiten evaluar cualitativa y cuantitativamente los efectos que produce sobre el entorno vial y del transporte, el desarrollo urbanístico o el proceso de renovación de zonas o lotes de terreno, de forma de poder prever y mitigar sus efectos negativos mediante medidas administrativas y técnicas adecuadas, de manera que sea posible recuperar, alcanzar o mejorar el nivel de servicio existente en el entorno. (MML – OM N°1268, 2009).

### 2.3.2 Guías generales para iniciar los estudios de impacto vial (EIV)

Se presenta a continuación un listado de situaciones límites en las cuales generan la necesidad de un Estudio de Impacto Vial, de acuerdo al ITE.

- Cuando un Desarrollo genere un número específico de viajes diarios. (Según la encuesta del ITE se encontraron los siguientes valores 500, 750, 1000, 2000 y 3000 vehículos por día, predominando el valor medio de 1000 vehículos por día).
- Cuando el Desarrollo genere un número específico de viajes en la hora pico. (Según la encuesta del ITE se encontraron los siguientes valores 20, 30, 50,

75, 100, 150, 200 y 500 viajes en hora pico, predominando los valores entre 50-100 viajes en hora pico).

Como también se tiene las siguientes recomendaciones del ITE.

Se deberá llevar a cabo un Estudio de Impacto Vial cuando un Desarrollo genera 100 o más viajes nuevos al sistema vial adyacente en la hora pico o la hora pico del propio desarrollo. Los valores anteriores se consideran apropiados debido a:

- Una adición de 100 vehículos por hora puede cambiar el nivel de servicio y/o aumentar sensiblemente la relación volumen/capacidad (v/c) de una intersección.
- Vueltas izquierdas o derechas podrían necesitar acomodar adecuadamente el tránsito del desarrollo para no afectar el tránsito del sistema vial adyacente.

A continuación, se presenta la Tabla 1, que sugieren un punto de partida o referencia para considerar la necesidad de un estudio de impacto vial.

*Tabla 1: Valores sugeridos para estudios de impacto vial*

<b>GUIA</b>	<b>VALOR LIMITE</b>
<i>Necesidad de Estudio</i>	<i>Valores o guías locales basadas en generación de viajes, tamaño de desarrollos y /características del área. Condiciones locales. En lugar de cualquier valor local, se sugiere que Desarrollos que generen 100 viajes nuevos durante la hora pico de las vías adyacentes o del Desarrollo.</i>
<i>Determinación de Área a Estudiar</i>	<i>Todos los accesos del sitio; vías adyacentes, intersecciones mayores adyacentes, más la primera intersección semaforizada en cualquier dirección del sitio a una distancia determinada localmente. Áreas adicionales pueden estudiarse de acuerdo al tamaño del desarrollo y condiciones, políticas locales.</i>

**FUENTE:** *Elaboración propia tomado de Vela F. basado en Transportation Impact Analyses for Site Development del ITE, 2008.*

### 2.3.3 Alcances del estudio de impacto vial

Para iniciar un Estudio de Impacto Vial se tendrá que definir los problemas y necesidades de la situación particular. Las siguientes preguntas deberán de formularse para establecer e identificar la magnitud de los alcances y el nivel de detalle para el Estudio en proceso (Vela, 2008).

- ¿Qué tan grande debe ser el área de estudio? ¿Cuál deberá ser el área de influencia del desarrollo?
- ¿Son necesarios los conteos de tránsito? ¿Qué días deben de llevarse a cabo?
- ¿Cómo deben considerarse los desarrollos vecinos al desarrollo en estudio?
- ¿Deben tomarse en cuenta estudios de transporte existentes del área?
- ¿Qué método de distribución y asignación de tránsito debe de usarse?
- ¿Qué intersección y sección de vías deben analizarse? ¿Qué cambios a la infraestructura adyacente deben tomarse en cuenta?
- ¿Qué metodología de Análisis de Capacidad debe utilizarse? ¿Cuántas iteraciones son necesarias?
- ¿Existe la necesidad de otros estudios complementarios, como accidentabilidad, distancia de visibilidad, entrecruzamiento, análisis de colas son necesarios?
- ¿Qué mejoras den tomarse en cuenta?

En general, el contenido y alcance del Estudio dependerá de la localización y tamaño del desarrollo propuesto.

### 2.3.4 Área de estudio

Según el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito de México el área de estudio de del impacto vial depende de la ubicación y tamaño del desarrollo a construirse. Por ejemplo, un proyecto grande en un área de difícil acceso requiere un análisis más



extenso. *Como mínimo se deben tomar en cuenta todos los accesos al desarrollo y las intersecciones más cercanas de importancia. Áreas muy extensas aumentan el costo del estudio y muchas veces es innecesario.* La decisión del tamaño del área de estudio de impacto vial debe ser tomada en mutuo acuerdo del organismo que los requiere y las personas que lo realizan.

Cualquier Estudio de Impacto Vial deberá incluir por lo menos todos los accesos al desarrollo y las intersecciones mayores adyacentes, semaforizadas o no. Se recomienda analizar la primera intersección semaforizada en cualquier sentido del desarrollo si está dentro de una distancia de 400 a 800 metros. (Vela, 2008).

### 2.3.5 De la red vial Urbana para un EIV

Las redes viales urbanas son un conjunto de caminos que forman parte de la población y que sirven para que los pobladores de la zona puedan movilizarse para desarrollar sus actividades cotidianas.

#### 2.3.5.1 Clasificación de red vial urbana

En el Perú se puede distinguir varias clasificaciones de una red vial y red vial urbana, algunas de las cuales se presentan en las siguientes tablas:

*Tabla 2: Clasificación de una red vial urbana según su función*

<b>VÍAS EXPRESAS</b>	<i>Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez alta. Unen zonas de elevada generación de tráfico, transportando grandes volúmenes de vehículos livianos, con circulación a alta velocidad y limitadas condiciones de accesibilidad. Eventualmente, el transporte colectivo de pasajeros se hará mediante buses en carriles segregados con paraderos en los intercambios. En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la descarga de mercancías ni el tránsito de peatones.</i>
<b>VÍAS ARTERIALES</b>	<i>Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez media, limitada accesibilidad y relativa integración con el uso de las áreas colindantes. Son vías que deben integrarse con el sistema</i>

---

*de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. En su recorrido no es permitida la descarga de mercancías. Se usan para todo tipo de tránsito vehicular. Eventualmente el transporte colectivo de pasajeros se hará mediante buses en vías exclusivas o carriles segregados con paraderos e intercambios.*

---

**VÍAS  
COLECTORAS**

*Son aquellas que sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales, dando servicio tanto al tránsito vehicular, como acceso hacia las propiedades adyacentes. El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas, cuando empalman con vías arteriales y con controles simples con señalización horizontal y vertical, cuando empalman con vías locales. El estacionamiento de vehículos se realiza en áreas adyacentes, destinadas especialmente a este objetivo. Se usan para todo tipo de vehículo.*

**VÍAS LOCALES**

*Son aquellas que tienen por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulación dentro de ellas.*

---

**FUENTE:** *Elaboración Propia tomado del RNE - Norma CE.010 Pavimentos urbanos, 2014.*

### **2.3.5.2 Geometría de la red vial urbana**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones en su art. 5 y art 8 de la Norma GH. 020, se menciona que el diseño de las vías de una habilitación urbana deberá integrarse al sistema vial establecido en el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad, respetando la continuidad de las vías existentes. El sistema vial está constituido por vías expresas, vías arteriales, vías colectoras, vías locales y pasajes.

Las secciones de las vías locales principales y secundarias, se diseñarán de acuerdo al tipo de habilitación urbana, en base a los siguientes módulos:

**Tabla 3: Valores sugeridos de secciones de vías urbanas principales y secundarias**

	TIPO DE HABILITACION					
	VIVIENDA		COMERCIAL	INDUSTRIAL	ESPECIAL	
<b>VIAS LOCALES PRINCIPALES</b>						
ACERAS O VEREDAS	1.80	2.40	3.00	3.00	2.40	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.40	2.40	3.00	3.00 – 6.00	3.00	3.00 – 6.00
CALZADAS O PISTAS (modulo)	3.60	3.00 o 3.30	3.60	3.60	3.60	3.30 – 3.60
	Sin Separador central	con separador central				
<b>VIAS LOCALES SECUNDARIAS</b>						
ACERAS O VEREDAS		1.20		2.40	1.80	1.80 – 2.40
ESTACIONAMIENTO		1.80		5.40	3.00	2.20 – 5.40
CALZADAS O PISTAS (modulo)		2.70		3.00	3.60	3.00

**NOTA:** Las medidas indicadas están indicadas en metros

**FUENTE:** Elaboración propia tomado del Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma GH 0.20, 2014.

En los casos de habilitaciones en laderas, las aceras pueden ser de 0.60 m. en los frentes que no habiliten lotes.

La dotación de estacionamientos en las habilitaciones comerciales puede ser resuelta dentro del lote de acuerdo a los requerimientos establecidos en el certificado de parámetros urbanísticos. Como también se tiene una clasificación sobre las características de las vías urbanas tanto principales como secundarias.

**Tabla 4: Clasificación de vías urbanas según sus características**

<b>VÍAS LOCALES PRINCIPALES DE HABILITACIONES URBANAS</b>	Las Vías Locales Principales de todas las habilitaciones Urbanas tendrán como mínimo, veredas y estacionamientos en cada frente que habilite lotes y dos módulos de calzada.
<b>VÍAS LOCALES SECUNDARIAS DE HABILITACIONES URBANAS</b>	Las vías locales secundarias tendrán Como mínimo, dos módulos de veredas en cada frente que habilite lotes, dos módulos de calzada y por lo menos un módulo de estacionamiento.

**VÍAS LOCALES  
SECUNDARIAS DE  
HABILITACIONES  
RESIDENCIALES**

*Las Vías Locales Secundarias de las Habilitaciones Residenciales que constituyan acceso exclusivo a las viviendas, con tránsito vehicular y peatonal, tendrán como mínimo 7.20 ml. Donde se propongan lotes con frente a pasajes peatonales deberán proveerse áreas para el estacionamiento de vehículos a razón de uno por lote.*

**FUENTE:** *Elaboración Propia tomado del Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma GH. 020 Componentes de diseño urbano – diseño de vías del art. 9 al art. 12, 2014.*

### 2.3.5.3 Componentes de una infraestructura vial urbana

Para las componentes de infraestructura vial urbana se tienen diferentes tipos de perfiles viales urbanos, las cuales conforman la infraestructura vial urbana.

Según la Norma CE.010 pavimentos urbanos del RNE y el Reglamento Nacional de Tránsito Urbano, define a las componentes de una infraestructura vial urbana en:

- **Calzada o superficie de rodamiento:** Es la parte de la vía destinada a la circulación de vehículos y eventualmente al cruce de peatones.
- **Cruce a nivel:** Área común de intersección entre una vía y una línea de ferrocarril (Paso a nivel).
- **Derecho de paso:** Prerrogativa de un peatón o conductor de un vehículo para proseguir su marcha en precedencia a otro peatón o vehículo.
- **Intersección:** Área común de calzadas que se cruzan o convergen.
- **Paso peatonal:** Parte de la calzada destinada para el cruce de peatones. (Crucero peatonal).
- **Peatón:** Persona que circula caminando por una vía pública.
- **Semáforo:** Dispositivo operado eléctricamente mediante el cual se regula la circulación de vehículos y peatones por medio de luces de color rojo, ámbar o amarilla y verde.

- **Rojo:** Indica detención. Los vehículos que enfrenten esta señal deben detenerse antes de la línea de parada o antes de entrar a la intersección y no deben avanzar hasta que aparezca la luz verde.
- **Verde:** Indica paso. Los vehículos que enfrenten el semáforo vehicular deben avanzar en el mismo sentido o girar a la derecha o a la izquierda, salvo que en dicho lugar se prohíba alguno de estos giros, mediante una señal.
- **Ámbar o Amarillo intermitente:** Indica precaución. Los vehículos que enfrenten esta señal, deben llegar a velocidad reducida y continuar con la debida precaución.
- **Tránsito:** Conjunto de desplazamientos de personas, vehículos y animales por las vías terrestres de uso público (Circulación).
- **Vehículo:** Artefacto de libre operación que sirve para transportar personas o bienes por una vía.
- **Vía urbana:** Vía dentro del ámbito urbano, destinada a la circulación de vehículos y peatones y eventualmente de animales.
- **Avenida:** Vía vehicular de tres o más sendas de circulación, en uno o dos sentidos de tránsito, preferentemente con vías de servicio laterales para acceso a las propiedades.
- **Alameda o Vía Parque:** Vía cuyo diseño, con criterio paisajista, considera tratamiento especial de jardinería o arborización de ancho constante o variable como parte de su sección transversal.
- **Jirón:** Vía vehicular de servicio local, de una o dos sendas, con una longitud de más de una calle.

- **Calle:** Es una vía pública en un área urbana entre límites de propiedad, con o sin acera, destinada al tránsito de peatones y/o vehículos.
- **Pasaje:** Sendero o pasaje peatonal, vetado al paso de vehículos, con excepción de ambulancias, carros de bomberos y policiales.
- **Pavimento:** Estructura construida sobre la sub-rasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: sub-base, base y rodadura.
- **Pavimento flexible:** Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos.
- **Pavimentos semi-flexibles (intertrabados):** Pavimento cuya capa de rodadura estuvo tradicionalmente conformada por unidades de piedra, madera o arcilla cocida. En la actualidad se utilizan unidades de concreto denominadas “*adoquines*” colocados sobre una capa de arena, rellenando los espacios entre ellas con arena, para proveerles de trabazón. De la misma manera que los pavimentos asfálticos tienen una base y además pueden tener una sub-base. Su comportamiento se puede considerar como semi-flexible.
- **Pavimento rígido:** Constituido por cementos Portland como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo.
- **Estacionamiento:** Superficie pavimentada, con o sin techo, destinada exclusivamente al parqueo de vehículos.
- **Vereda:** Parte pavimentada de una vía, asignada a la circulación de personas.
- **Sardinel:** Encintado de concreto, piedra u otros materiales, que sirve para delimitar o confinar la calzada o la plataforma de la vía. También se utiliza en

puentes para advertir al usuario y como defensa de la estructura contra los impactos que puede originar un vehículo.

- **Berma:** Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.
- **Bombeo:** Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.
- **Cunetas:** Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento.

### 2.3.6 Estudio de generación de viajes para un EIV

#### 2.3.6.1 Generación de viajes

La generación de viajes es definida como: “el proceso analítico que relaciona las actividades urbanas y los viajes. El número de viajes está dado en función de los usos del suelo y las características socioeconómicas de la población y los métodos utilizados permiten estimar la demanda futura de viajes que se generarán en una determinada zona al asociarlo con la actividad urbana”. (Molinero & Sánchez, 1996 citado en Berrezueta, 2016)

Los datos obtenidos son usados por ingenieros de tráfico, así como de planeadores urbanos, para estimar volúmenes de tráfico futuro para establecer las necesidades de infraestructura y transporte.

La generación de viajes es el proceso mediante el cual se determina el número de viajes que inicia o terminan en cada zona, dentro de un área de estudio (Garber & Hoel, 2005 citado en Soto, 2017).

### **2.3.6.2 Uso del suelo**

El uso del suelo se refiere a la actividad que se realiza en un área determinada. Es importante definir el uso del suelo, debido a que cada tipo de suelo posee una diferente característica y por lo tanto una distinta generación de viajes. Los usos de suelos, generalmente se ven influidos por tres atributos, estos son intensidad, tipo y ubicación (Girardotti, 2011 citado en Politis, 2017).

Según (ITE, 2012 citado en Politis, 2017) El Trip Generation Manual (manual de generación de viajes), en su novena edición, define los siguientes tipos de uso de suelo:

- Residencial
- Alojamiento
- Recreacional
- Institucional
- Medicinal
- Oficina
- Servicios
- Comercial

### **2.3.6.3 Transporte y uso del suelo**

La relación entre el uso del suelo y el transporte, como afirma Berrezueta (2016), es una relación de reciprocidad, en el que el desarrollo de un uso de suelo específico genera a su vez una demanda de transporte. Cuando el desarrollo de las actividades



cotidianas no es cercano al lugar donde se vive, el transporte constituye una herramienta imprescindible para la ejecución de dichas actividades.

El transporte y el uso del suelo están ligados en forma directa, las actividades diarias de una comunidad necesitan de desplazamiento y para realizar esta requieren de un medio de transporte que los desplace hasta el lugar deseado, dependiendo del uso del suelo se incrementa o decrece el desarrollo de un sistema de transporte. Es así como las personas residen en una ubicación que no necesariamente coincide con el lugar donde realizan sus actividades diarias o de recreación, como trabajar, estudiar, ir al cine entre otras, siendo el sistema de transporte el enlace de estas actividades.

#### **2.3.6.4 Polos generadores de viaje**

Una definición acerca de los polos generadores según la Red iberoamericana de PGV's es la siguiente: "Son locales o instalaciones de distinta naturaleza que tienen en común el desarrollo de actividades de porte y escala capaces de ejercer gran atracción de población, producir un contingente significativo de viajes, necesitar de grandes espacios para estacionamientos, carga y descarga de mercancías, embarque y desembarque de personas, promoviendo, en consecuencia, impactos potenciales. Los centros comerciales, hipermercados, hospitales, universidades, estadios, terminales de mercancías y de transporte público, así como las áreas protegidas de tráfico de pasaje con múltiples instalaciones productoras de viajes son algunos tipos de PGV's.

Otros conceptos acerca de la generación de viajes, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5: Conceptos de Polos Generadores de Viajes

<i>Fuente</i>	<i>Conceptos</i>
<i>CET-SP (1983)</i>	<i>Desarrollos de gran porte que atraen o producen un gran número de viajes, generando consecuencias negativas en la circulación de su entorno inmediato, pudiendo perjudicar la accesibilidad de toda una región, o agravar las condiciones de seguridad de vehículos y peatones. También, edificaciones o instalaciones que ejercen un gran atractivo sobre la población mediante la oferta de bienes o servicios, generando un elevado número de viajes con substanciales interferencias en el tráfico del entorno y la necesidad de grandes espacios para estacionamiento, o carga y descarga.</i>
<i>DENATRAN (2001)</i>	<i>Desarrollos de gran porte que atraen o producen un gran número de viajes, causando reflejos negativos en la circulación de su entorno inmediato, y en algunos casos, perjudicando la accesibilidad de toda una región, pudiendo agravar las condiciones de seguridad de vehículos y peatones.</i>
<i>Portugal e Goldner (2003)</i>	<i>Locales o instalaciones de distinta naturaleza que desarrollan actividades de porte y escala capaces de producir un contingente significativo de viajes.</i>

**FUENTE:** *Elaboración propia tomado de “Red de Polos Generadores de Viajes”, Recuperado de <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es> ; 2018*

Entonces podemos mencionar en conclusión que los polos generadores de viajes son instalaciones de gran tamaño que generan una gran demanda de viajes, generando consecuencias negativas en la movilidad del entorno, como es el caso del “complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno que tiene una capacidad para 30 000 espectadores”.

### 2.3.6.5 Fundamentos de la Generación de Viajes

- **Concepto de variable independiente:** Según (Moran, 2017): De acuerdo al manual del Trip Generation Manual (ITE, 2012) para un estudio de generación de

viajes, la variable independiente es definida como una unidad física, medible y predecible que describe el sitio o el generador de viaje, por ejemplo: área del piso, número de empleados, número de parqueos. El Trip Generation Manual sugiere para cada uso de suelo la variable independiente que debe de usarse para el estudio.

- **Selección de variable independiente:** Según (William y McGuckin, 1998 citado en Leighton, 2001) en el caso para centros de espectáculos deportivos el National Cooperative Highway Research Program (El Programa de la Autopista de Investigación Cooperativo Nacional) adopta la variable independiente de: **número de puestos o asistentes.**

### 2.3.6.6 Modelos de estimación de generación de viajes

De acuerdo con (Leighton, 2001) existen cuatro formulaciones matemáticas, que son básicas para la realización del proceso de modelos de generación de viajes, los mismo son, el modelo de regresión, el modelo de factores de crecimiento, el modelo de análisis de tasa de viaje y el modelo de clasificación cruzada. De igual forma, existen modelos que pueden combinar dos o más dichas formulaciones matemáticas, se presentan estos modelos en las siguientes tablas:

**Tabla 6: Modelos de generación de viajes**

<b>Factor de Crecimiento</b>	$V_{fi} = F_i V_{ai}$ <p>Donde:</p> $F_i = \frac{f^n(Pf, If, TVf)}{f^n(Pa, Ia, TVa)}$ <p><math>f^n =</math> Función Multiplicativa</p>	<p><b>Variable Dependiente:</b> Viajes futuros producidos o atraídos por la zona i (<math>V_{fi}</math>).</p> <p><b>Variables Independientes:</b> Viajes actuales producidos o atraídos por la zona i (<math>V_{ai}</math>).</p> <p><b>Factor multiplicador:</b> Factor de Crecimiento: relación entre características actuales y futuras de la zona (población, ingreso y tenencia vehicular).</p>
------------------------------	--	---

<b>Regresión</b>	<p><b>Primer tipo de modelo:</b> Data agregada a nivel zonal</p>	<p><b>Variable Dependiente:</b> Número promedio de viajes producidos o atraídos en la zona (Y).</p>
<b>Regresión</b>	<p><math>Y = a \pm bX_1 \pm cX_2 \pm \dots \pm zX_n</math></p> <p><b>Segundo tipo de modelo:</b> Data desagregada a nivel de vivienda o de individuo.</p>	<p><b>Variables Independientes:</b> Características demográficas promedio de la zona (X1 ... Xn), o Características de la zona en cuanto a uso del suelo (X1 ... Xn).</p> <p><b>Variable Dependiente:</b> Número de viajes producidos o atraídos por vivienda o por individuo (Y).</p>
<b>Análisis de tasas</b>	<p><math>V_{gi} = T_i V_{li}</math></p> <p>Donde:</p> $T_i = \frac{\sum V_{gi} \text{ actuales}}{\sum V_{li} \text{ actuales}}$	<p><b>Variables Independientes:</b> Características demográficas promedio de la vivienda o el individuo (X1 ... Xn).</p> <p><b>Variable Dependiente:</b> Viajes generados por el uso del suelo (Vgi).</p> <p><b>Variables Independientes:</b> Variables que reflejan el tamaño de la actividad (empleados, área de construcción) (Vli).</p> <p><b>Factor multiplicador:</b> Tasa de Generación: promedio ponderado del número de viajes producidos o atraídos por uso del suelo por unidad de variable independiente.</p>
<b>Clasificación cruzada</b>	<p>Población dividida en grupos homogéneos según características socioeconómicas. Para cada grupo se estiman tasas de producción y atracción de viajes por vivienda o individuo. Estimación de viajes, comúnmente, para tres propósitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>HBW:</b> Basados en el hogar con propósito de trabajo.</li> <li>• <b>HBNW:</b> Basados en el hogar con propósito diferente al trabajo.</li> <li>• <b>NHB:</b> No basados en el hogar.</li> </ul>	<p><b>Variables Explicativas más comunes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Características Personales:</b> Edad, Ingreso, Ocupación.</li> <li>• <b>Características de la Vivienda:</b> Tamaño de la familia, Propiedad Vehicular Número y edad de niños en la vivienda, Ingreso familiar.</li> <li>• <b>Características de la zona:</b> Uso del suelo, Densidad residencial, Accesibilidad.</li> <li>• <b>Características de la red de transporte:</b> Nivel de servicio.</li> </ul>

**FUENTE:** Elaboración propia tomado de Leighton C. – “Estimación de tasas de generación de viajes para actividades comerciales en el A.M.C.”, 2001

**Tabla 7: Ventajas comparativas entre modelos de generación de viajes**

<b>Sobre el modelo de</b>				
<b>Ventajas del modelo</b>	<b>Factores de crecimiento</b>	<b>Regresión</b>	<b>Análisis de tasas</b>	<b>Clasificación cruzada</b>
<b>Factores de Crecimiento</b>	---	- Requiere de menor volumen de información. - Uso de herramientas más sencillas para el cálculo de las estimaciones y los parámetros.	- Requiere de menor volumen de información.	- Requiere de menor volumen de información. - Uso de herramientas más sencillas para el cálculo de las estimaciones y los parámetros.
<b>Regresión</b>	- Desarrollo conceptual más sólido. - Estimaciones futuras de mayor exactitud y confiabilidad. - Mejor estabilidad de las relaciones supuestas por el modelo.	---	- Desarrollo conceptual más sólido. - Estimaciones futuras de mayor exactitud y confiabilidad. - Mejor estabilidad de las relaciones supuestas por el modelo. - Puede verificar la significación dentro del modelo.	- Mayor disponibilidad de software para su aplicación. - Puede verificar la significación de las variables dentro del modelo. - Requiere una muestra menor como base de información. - Mayor facilidad para determinar de los valores presentes y futuros de las variables incluidas.
<b>Análisis de Tasas</b>	- Mayor facilidad para determinar de los valores presentes y futuros de las variables incluidas. - Mejores estimaciones para casos particulares de polos	- Recopilación de información más sencilla. - Mayor facilidad para determinar los valores presentes y futuros de las variables incluidas. - Mejores estimaciones para	---	- Mayor facilidad para determinar los valores presentes y futuros de las variables incluidas. - Mejores estimaciones para casos particulares de

	<p><i>atractores de viajes.</i></p>	<p><i>de casos particulares de polos atractores de viajes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Desarrollo conceptual más sencillo.</i></li> <li>- <i>Mejor resultados de las estimaciones.</i></li> <li>- <i>Uso de herramientas más sencillas para el cálculo de las estimaciones.</i></li> </ul>	<p><i>polos atractores de viajes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Permite la especialización de las estimaciones.</i></li> <li>- <i>Uso de herramientas más sencillas para el cálculo de las estimaciones.</i></li> </ul>
<p><b>Clasificación Cruzada</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Estimaciones futuras de mayor exactitud y confiabilidad (hipótesis de escalonamiento de las variaciones).</i></li> <li>- <i>Mejor estabilidad de las relaciones supuestas por el modelo.</i></li> <li>- <i>Mejor precisión teórica en el establecimiento de relaciones causales.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Proceso de cálculo más sencillo.</i></li> <li>- <i>Estimaciones futuras de mayor exactitud y confiabilidad (hipótesis de escalonamiento de las variaciones).</i></li> <li>- <i>Mejores estimaciones por el uso de categorías de familias y no familia promedio.</i></li> <li>- <i>Desarrollo conceptual más sencillo e intuitivo.</i></li> <li>- <i>Supera el problema de agregación espacial.</i></li> <li>- <i>No requiere de la definición de relaciones matemáticas entre variables.</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Perfecciona el uso de tasas de generación de viajes en el caso residencial.</i></li> <li>- <i>Estimaciones futuras de mayor exactitud y confiabilidad (hipótesis de escalonamiento de las variaciones).</i></li> <li>- <i>Mejor estabilidad de las relaciones supuestas por el modelo.</i></li> </ul>

**FUENTE:** *Elaboración propia tomado de Leighton C. – “Estimación de tasas de generación de viajes para actividades comerciales en el A.M.C.”, 2001.*

**Tabla 8: Desventajas comparativas entre modelos de generación de viajes**

<b>Ventajas del modelo</b>	<b>Sobre el modelo de</b>			
	<b>Factores de crecimiento</b>	<b>Regresión</b>	<b>Análisis de tasas</b>	<b>Clasificación cruzada</b>
<b>Factores de Crecimiento</b>	---	- Mayor pobreza conceptual. - Menor estabilidad de las relaciones supuestas por el modelo. - No puede verificarse la relevancia de las variables incluidas.	- Mayor pobreza conceptual. - Menor estabilidad de las relaciones supuestas por el modelo. - No puede verificarse la relevancia de las variables incluidas.	- Mayor pobreza conceptual. - Menor estabilidad de las relaciones supuestas por el modelo.
<b>Regresión</b>	- Requiere de la existencia de relaciones matemáticas específicas entre las variables. - Si se utiliza un modelo desagregado es más difícil la espacialización de las estimaciones.	---	- Requiere de la existencia de relaciones matemáticas específicas entre las variables. - No reconoce cambios en las características urbanas futuras. - Si se utiliza un modelo desagregado es más difícil la espacialización de las estimaciones.	- Requiere de la existencia de relaciones matemáticas específicas entre las variables. - Existe mucha variación en la formulación matemática de los modelos por lo que no puede recomendarse una estructura particular.
<b>Análisis de Tasas</b>	- Requiere mayor cantidad de información desagregada para cada uso del suelo.	- Solo establece relaciones entre pares de variables. - Mayor pobreza en el modelo de generación residencial (no incorpora variables socioeconómicas). - Menor estabilidad a largo plazo ya que solo	---	-Solo establece relaciones entre pares de variables. - Mayor pobreza en el modelo de generación residencial (no incorpora variables socioeconómicas). - Menor estabilidad a

<p><b>Clasificación Cruzada</b></p> <p>- Requiere de mayor volumen de información para la clasificación de los hogares.</p> <p>- No puede espacializar sus estimaciones.</p> <p>- Escasas herramientas disponibles para el cálculo de las estimaciones.</p>	<p>incorpora variables urbanas.</p> <p>- No puede incluir nuevas variables.</p> <p>- Requiere de mayor volumen de información para la clasificación de los hogares.</p> <p>- Mayor compromiso por la incorporación de nuevas variables (crecimiento exponencial del número de categorías).</p> <p>- Mayor imprecisión en la determinación futura del valor de las variables (número de familias por categoría).</p> <p>- No puede verificarse la relevancia de las variables incluidas.</p> <p>- Escasas herramientas disponibles para el cálculo de las estimaciones.</p>	<p>- Requiere de mayor volumen de información para la clasificación de los hogares.</p> <p>- Mayor imprecisión en la determinación futura del valor de las variables (número de familias por categoría).</p> <p>- No puede verificarse la relevancia de las variables incluidas.</p> <p>- No puede espacializar sus estimaciones.</p> <p>- Escasas herramientas disponibles para el cálculo de las estimaciones.</p>	<p>largo plazo ya que solo incorpora variables urbanas.</p> <p>---</p>
---	--	--	--

**FUENTE:** Tomado de Leighton C. – “Estimación de tasas de generación de viajes para actividades comerciales en el A.M.C.”, 2001.

- **Descripción del grafico de generación de viajes y reportes estadísticos**

Según (Moran, 2017) la gráfica propuesta por la ITE es una gráfica de puntos en el espacio en la que se representa el número de viajes observados vs. el tamaño de la variable independiente. Estas gráficas se han adoptado como una norma a nivel mundial para la realización de tablas de generación de viajes, dado a que con ellas



se adoptan códigos numéricos por tipos de usos de suelo. Con ello se logra establecer parámetros mundiales para poder contrastar estudios de generación de tráfico entre distintas zonas.

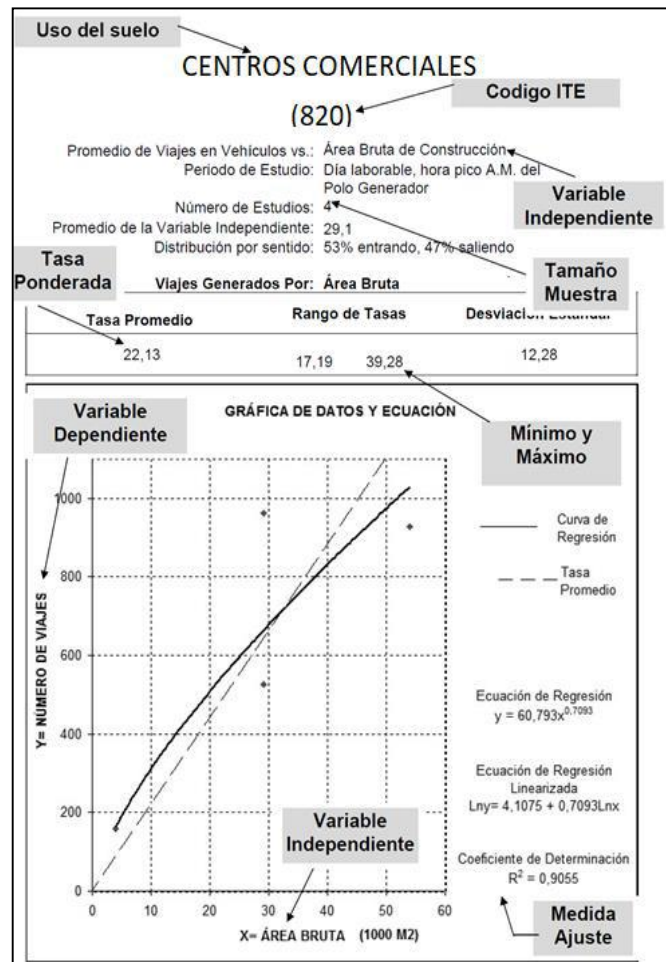


Figura 1: Modelo de grafico ITE

FUENTE: Tomado de Moran D. – “Estudio de generación de viajes para centros comerciales ubicados en el Canton Samborondon” Basado en Trip Generation Manual 9na edición, 2017

- *Tasas de viaje promedio*

La tasa de viajes promedio es la fórmula mediante la cual representamos el promedio del número de viajes por la unidad de la variable independiente. Ese promedio se lo obtiene por la siguiente fórmula (Quintero & Angulo, 2011 tomado de Moran, 2017)

$$\mu = \frac{\sum Z}{n}$$

*Dónde:*

*X= unidades de la variable independiente*

*Y= número de viajes vehiculares por hora*

*Z= Y/X*

*n= número de estadios deportivos*

- ***Desviación estándar***

Según (Soto, 2017): Es una medida de la variación o dispersión de los datos con respecto al valor promedio. Si una variable aleatoria tiene una desviación estándar pequeña, entonces tendríamos que la mayoría de los valores se van a agrupar alrededor de la media. Por lo tanto, la probabilidad de que una variable aleatoria tome un valor dentro de cierto intervalo alrededor de la media es mayor que para una variable aleatoria similar con una desviación estándar mayor.

La fórmula para obtener los valores de desviación estándar es la siguiente (Quintero & Angulo, 2011 citado en Moran, 2017):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Z - \mu)^2}{(n - 1)}}$$

*Dónde:*

*X= unidades de la variable independiente*

*Y= número de viajes vehiculares por hora*

*Z= Y/X*

$\mu$  = tasa de viaje promedio

$n$  = número de estadios deportivos

- **Análisis de regresión**

Según (Soto, 2017): El ITE (Institute of Transportation Engineers, 2012) examina las variables independientes y el número de viajes en orden para generar una curva de regresión, una ecuación de regresión y un coeficiente de correlación para cada uso de suelo.

El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) es definido como el porcentaje de la variación en el número de viajes asociado con la variación del tamaño de la variable independiente.

- Si el valor de  $R$  es 0.80, resulta en un  $R^2$  de 0.64, lo cual es el 64% de la variación en el número de viajes es representado por la variación en el tamaño de la variable independiente.
- Mientras el valor de  $R^2$  se acerca más hacia 1.0 es mejor la relación entre el número de viajes y el tamaño de la variable independiente.
- Si el valor de  $R^2$  disminuye hacia 0 peor es la relación o no existe correlación.

Según (Centeno, 2017 citado en Moran 2017), para calcular  $R^2$  se puede usar la fórmula estándar siguiente:

$$R^2 = \frac{\text{Suma Explicada}}{\text{Suma Total}} = \frac{\hat{\beta}'X'y - T\bar{y}^2}{y'y - T\bar{y}^2} = \frac{\hat{\beta}'X'X\hat{\beta} - T\bar{y}^2}{y'y - T\bar{y}^2}$$

*Donde:*

*Suma explicada = es el grado de fluctuación de la variable dependiente que el modelo de regresión estimado es capaz de explicar*

*$\beta$  = es el vector de parámetros estimados del modelo*

*$X$  = es la matriz de observaciones de las variables explicativas del modelo*

*$y$  = es el vector de observaciones de la variable dependiente*

*$T$  = es el número de observaciones de las variables del modelo*

*$\bar{y}^2$  = es el cuadrado de la media de la variable dependiente.*

El  $R^2$  también se puede calcular como el cuadrado del coeficiente de correlación entre  $Y$  (variable dependiente) y  $\hat{y}$  (variable dependiente estimada a través del modelo de regresión).

La ecuación de regresión se la obtiene con el método de los mínimos cuadrados, la cual es una técnica de análisis numérico que busca una función que describa el comportamiento entre una variable dependiente e independiente. Para calcularla se utilizan las siguientes fórmulas:

$$b = \frac{n \cdot \sum X_i Y_i - \sum Y_i \sum X_i}{n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$a = \frac{\sum X_i^2 \cdot \sum Y_i - \sum X_i \cdot \sum X_i \cdot Y_i}{n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

*Dónde:*

*$n$  = número de la muestra*

*$X_i$  = Variable dependiente*

$Y_i = \text{Variable independiente}$

**Coefficiente de correlación:**

$$R = \frac{\sum((Y_i - \bar{Y})(X_i - \bar{X}))}{\sqrt{[\sum(Y_i - \bar{Y})^2] \cdot [\sum(X_i - \bar{X})^2]}}$$

La fórmula general de las ecuaciones de regresión usada en el Trip Generation

Manual es la siguiente:

$$T = bX + a \text{ (linear)}$$

$$\ln(T) = b\ln(X) + a \text{ (logaritmica)}$$

*Dónde:*

$X = \text{variable independiente}$

$T = \text{variable dependiente o número de viajes vehiculares.}$

Las mejores condiciones en las que se generan las curvas de regresión, son cuando:

- El valor de  $R^2$  sea mayor o igual a 0.75
- La magnitud de la muestra sea mayor o igual a 3
- y por último que el número de viajes aumenta a medida que aumente la variable independiente.

Solo así podremos obtener una curva de regresión que se asemeje a la realidad.

### 2.3.7 Sistema de transporte

**Transporte público:** En transporte público se encuentran aquellos medios de transporte en que los pasajeros no son los propietarios de los mismos, siendo servidos por terceros. Los servicios de transporte público pueden ser suministrados tanto por empresas públicas como privadas. El transporte público urbano es parte esencial de una ciudad. Disminuye la contaminación, ya que se usan menos automóviles para el transporte de personas, además de permitir el desplazamiento de personas que no cuentan con un automóvil y necesitan recorrer largas distancias. Tampoco se debe olvidar que hay personas que, teniendo auto, a veces no lo usan por que se presenta dificultades al momento de estacionar (no se cuenta con estacionamientos adecuados) y por cuestiones de seguridad los usuarios prefieren movilizarse en un transporte público.

**Transporte privado:** Son aquellos servicios de transporte urbano que no están abiertos para el público general. Así mismo no tienen rutas y horarios estos operan de forma independiente y ofrecen sus servicios de movilidad de acuerdo a la demanda del usuario. En la ciudad de Puno se tienen a los taxis, mototaxis y triciclos.

### 2.3.8 Teoría del tráfico vehicular

La teoría del tráfico vehicular nos ayuda a entender el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista mediante el análisis de los elementos del flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para el planeamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte. Con la aplicación de las leyes de la física y las matemáticas, el análisis de flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia de la operación.

Uno de los resultados más útiles del análisis del flujo vehicular es el desarrollo de modelos macroscópicos, microscópicos y mesoscópicos (cinéticos) que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento. Estos modelos han sido la base del desarrollo del concepto de capacidad y niveles de servicio aplicado a diferentes tipos de elementos viales (Cal, Mayor y Cárdenas, 2007).

- **Los modelos macroscópicos** se enfocan en captar las relaciones globales del flujo de tráfico, tales como velocidad de los vehículos, flujo vehicular y densidad de tráfico. Por su naturaleza, son modelos continuos, que hacen uso extensivo de ecuaciones diferenciales.
- **Los modelos microscópicos** se enfocan en la descripción del comportamiento del flujo del tráfico vehicular a través de describir las entidades discretas individuales y atómicas que interactúan unas con otras (en este caso cada vehículo individual).
- **Los modelos mesoscópicos (cinéticos)** definen una función que expresa la probabilidad de que un vehículo a determinada velocidad se encuentre en cierto tiempo en determinada posición. Utilizan por lo general *métodos estadísticos*.

Al abordar el tema de la teoría del tráfico vehicular, se pretende dar particular énfasis en los aspectos que relacionan las variables del flujo vehicular la descripción probabilística o casual del flujo de tránsito, la distribución de los vehículos en una vialidad y las distribuciones estadísticas empleadas en proyecto y control de tránsito.

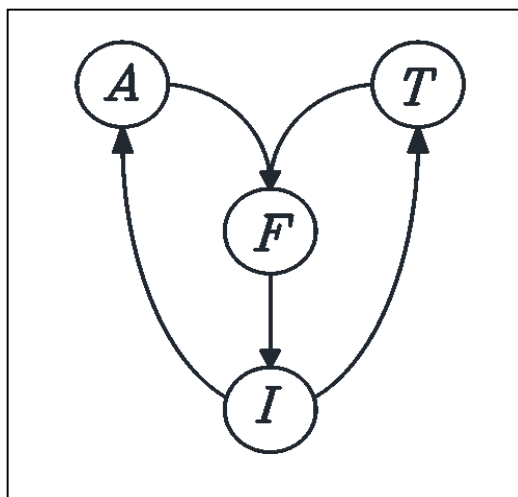
### 2.3.8.1 Estructura del sistema de transporte

Según (Manheim, 1984 citado en Fernández & Valenzuela, 2004), el análisis de sistemas de transporte debe apoyarse en las dos premisas básicas siguientes:

- El sistema global de transporte de una región debe ser visto como un sistema multimodal simple.
- El análisis del sistema de transporte no puede separarse del análisis del sistema social, económico y político de la región.

El sistema de transporte de una región está estrechamente relacionado con su sistema socioeconómico. En efecto, el sistema de transporte usualmente afecta la manera en que los sistemas socioeconómicos crecen y cambian y, a su vez, las variaciones en los sistemas socioeconómicos generan cambios en el sistema de transporte.

Según (Manheim, 1984 citado en Fernández & Valenzuela, 2004) en su artículo “*Gestión ambiental de tránsito: cómo la ingeniería de transporte puede contribuir a la mejoría del ambiente urbano*”, sostienen que es sabido que el objetivo de la ingeniería de transporte es entender la dinámica y actuar sobre el sistema de transporte, resumido en la siguiente figura.



*Figura 2: Esquema de Manheim*

**FUENTE:** tomado de la Revista Eure (Vol. XXIX, N° 89), pp. 98. Rodrigo Fernández y Eduardo Valenzuela. “*Gestión ambiental de tránsito: cómo la ingeniería de transporte puede contribuir a la mejoría del ambiente urbano*”, 2004.



Donde “A” es el *conjunto de actividades* de residencia, producción, consumo, recreación, etc. en un *área geográfica determinada* (país, región, ciudad, comuna); “T” es el conjunto de vías (red), vehículos, terminales (paraderos, estaciones), es decir *el sistema de transporte y su utilización en esa área geográfica*; “F” es el conjunto de viajes (*flujo vehicular*) sobre la red entre diversos orígenes y destinos, en diferentes vehículos, por variadas rutas y en distintos períodos; e “I” es el conjunto de *efectos o impactos* urbanos y ambientales derivados del tráfico (*Flujo vehicular*) sobre la red: congestión, polución, ruido, segregación, riesgo, intimidación, intrusión visual, inaccesibilidad al transporte público, etc.

En la Figura 2, se puede observar la relación que indica que los flujos vehiculares “F” que se presentan en el sistema son el producto de las interacciones entre el sistema de transporte “T” y el sistema de actividades “A”.

Dependiendo de la magnitud de estos *impactos* “I”, las personas, en forma individual o colectiva (El Estado y sus instituciones), toman decisiones.

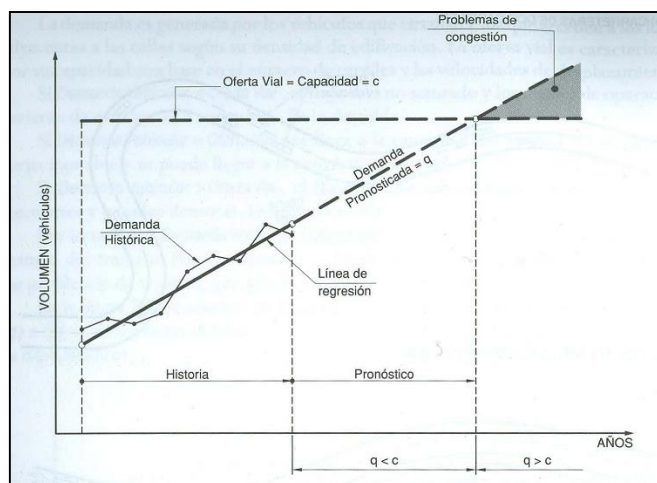
En el *mediano plazo*, estas se manifiestan sobre el sistema de transporte (T); por ejemplo, aumento de frecuencias del transporte público, nueva línea de metro, aumento de la capacidad vial, etc.

En un *plazo mayor*, las decisiones se observarán sobre el sistema de actividades (A); por ejemplo, implementación de nuevas infraestructuras, cambio en el lugar de residencia o trabajo, reubicación de actividades productivas, etc.

### 2.3.8.2 Conflictos del Tráfico Vehicular

Según (Cal, Mayor y Cárdenas, 2007) las ciudades dependen grandemente de sus sistemas de calles, ofreciendo servicios de transporte. Muchas veces, estos sistemas tienen que operar por arriba de su capacidad, con el fin de satisfacer los incrementos de demanda

por servicios de transporte, ya sea para tránsito de vehículos livianos, tránsito comercial, transporte público, acceso a las distintas propiedades de estacionamientos, etc., originando problemas de tránsito, cuya severidad por lo general se puede medir en términos de accidentes y congestión.



*Figura 3: Comparación entre la demanda vehicular y la oferta vial.*

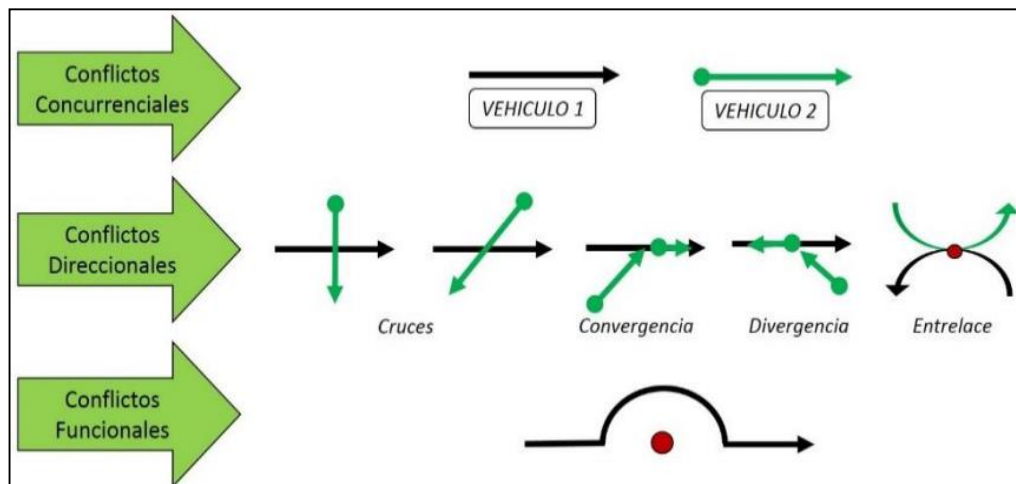
**FUENTE:** Tomado del libro *Ingeniería de Transito*, Rafael Cal, Mayor Reyes y James Cárdenas, 2007.

El conflicto vehicular se presenta cuando dos o más vehículos quieren utilizar la misma vía mientras se encuentran en circulación, y se clasifican en tres tipos: Concurrentiales, direccionales y funcionales.

- **Conflictos Concurrentiales** se presenta en tramos de vías angostas unidireccionales en donde dos vehículos se encuentran en un mismo punto de una vía con velocidades diferentes.
- **Conflictos Direccionales** se produce en una intersección o en una vía secundaria que se une a una avenida principal. Este tipo de conflicto se presenta en zonas donde no hay señal de ceder el paso.

- **Conflictos Funcionales** se producen en los paraderos formales o informales, cuando los vehículos de transporte público se detienen a recoger o dejar pasajeros en un punto.

En la Figura 4, se presenta la clasificación de los conflictos de tráfico anteriormente mencionado.



*Figura 4: Comparación entre la demanda vehicular y la oferta vial*

**FUENTE:** C. Pinto, *Elaboración basada en el libro “Elementos de la Teoría del Tráfico vehicular”, 2016.*

Estos conflictos se pueden apreciar al momento de viajar. Para corregir estos conflictos se necesita la aplicación de un adecuado sistema de regulación vehicular, como contar con las correctas señalizaciones tanto verticales como horizontales los cuales pueden controlar el flujo vehicular.

Para entender el tráfico real de una vía es importante conocer el modelo fluido dinámico del tránsito vehicular en función a los conflictos, sus componentes y su relación entre ambas.

### 2.3.8.3 Variables fundamentales del tráfico vehicular

Según (Cal, Mayor y Cárdenas, 2007) las características fundamentales del flujo vehicular, son representadas en sus tres variables principales: el flujo, el volumen y la concentración. Mediante la deducción de relaciones entre ellas se puede determinar las características de la corriente de tránsito y así predecir las consecuencias de diferentes opciones de operación o de proyecto. Los conocimientos de estas tres variables son importantes, ya que estas indican la calidad o nivel de servicio experimentado por los usuarios de cualquier sistema vial.

- **Tasa de flujo o flujo ( $q$ ) y volumen ( $Q$ ):** La tasa de flujo “ $q$ ”, es la frecuencia en la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o calzada. La tasa de flujo es el número de vehículos “ $N$ ”, que pasan durante un intervalo de tiempo específico “ $T$ ”, inferior a una hora, expresada en vehículos por minuto (*veh/min*) o vehículos por segundo (*veh/s*). Sin embargo, la tasa de flujo “ $q$ ”, también puede ser expresada en vehículos por hora (*veh/h*), teniendo cuidado de su interpretación, pues no se trata del número de vehículos que efectivamente pasan durante una hora completa o volumen horario “ $Q$ ”. La tasa de flujo “ $q$ ”, se calcula con la siguiente expresión:

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

Donde:

$q$ : Vehículos que pasan por unidad de tiempo (Veh. /periodo)

$N$ : Número total de vehículos que pasan (Veh.)

$T$ : Periodo determinado (Unidad de tiempo)

- **Volumen ( $Q$ ):** Vehículos que efectivamente pasan durante una hora completa.

- **Velocidad Media Temporal ( $V_t$ ):** La velocidad media Temporal es la media aritmética de velocidades de vehículos que transitan en un punto.
- **Velocidad Media Espacial ( $V_s$ ):** La velocidad media Espacial es la media armónica de velocidades de vehículos que transitan en un punto.
- **Densidad o Concentración ( $K$ ):** La concentración es el número de vehículos entre una distancia de tiempo. Una concentración alta nos indica que los vehículos están muy juntos y que las velocidades son bajas, por el contrario, en una concentración baja los vehículos se encuentran separados a grandes distancias y las velocidades son altas.

$$K = \frac{N}{d}$$

*Donde:*

*K: Concentración o Densidad (Veh/km)*

*d: Distancia (km)*

*N: Vehículos que ocupan una longitud específica (Veh.)*

Los anteriores conceptos y relaciones fundamentales, constituyen el punto de partida para analizar aún más las características del flujo vehicular a través de sus tres variables principales: **flujo ( $q$ )**, **velocidad ( $v$ )** y **densidad ( $k$ )**, relacionadas mediante la ecuación fundamental del flujo vehicular que se presenta a continuación:

$$q = v k$$

En la Figura 5, se presenta la relación entre las tres variables que describe el comportamiento real de una vía vehicular.

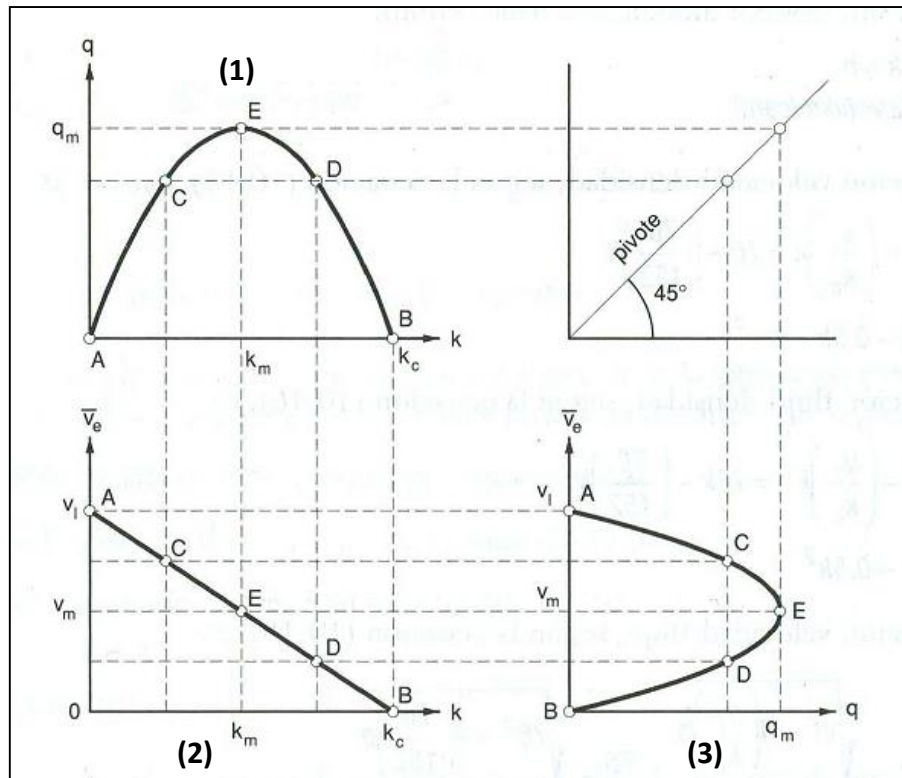


Figura 5: Diagramas Fundamentales de flujo vehicular

FUENTE: Tomado del libro *Ingeniería de Transito*, Rafael Cal, Mayor Reyes y James Cárdenas, 2007.

- **Velocidad – Concentración:** La relación entre ambos componentes es lineal. En la Figura 5(1), describe que, a mayor concentración, es decir, mayor número de vehículos en una vía menor es la velocidad y viceversa.
- **Volumen – Concentración:** La relación que existe entre ambos componentes tiene una función parabólica de la densidad. En esta relación un incremento adicional en la concentración, reducirá al flujo, el cual será cero cuando la concentración es igual al embotellamiento, como se observa en la Figura 5(2).
- **Velocidad – Flujo:** La relación entre ambos componentes es parabólica. En la Figura 5(3), se puede observar que medida que el flujo “ $q$ ” aumenta, desde el punto “ $A$ ” a velocidad a flujo libre, la velocidad “ $v$ ” progresivamente disminuye.

#### 2.3.8.4 Tipos de solución frente al tráfico vehicular

Según (Cal, Mayor y Cárdenas, 2007) el problema del tránsito causa pérdida de vidas y bienes, es decir que equivale a una situación de falta de seguridad para las personas y de ineficiencia económica del transporte, la solución se obtendrá haciendo el tránsito seguro y eficiente. Hay tres tipos de solución que se pueden dar al problema del tránsito:

- **Solución integral:** si el problema es causado por un vehículo moderno sobre carreteras y calles antiguas, la solución integral consistirá en construir nuevos tipos de vialidades que sirvan a este vehículo, dentro de la previsión posible. Esta solución es casi imposible de aplicar en las ciudades actuales, por el alto costo que ello significa, ya que se tendría que reestructurar el sistema vial y el de los edificios y se necesitaría empezar por eliminar casi todo lo existente, llevándose a cabo una renovación urbana total.
- **Solución parcial de alto costo:** Esta solución consiste en sacar la mejor solución posible de lo que actualmente se tiene, con los cambios necesarios que requieren inversiones considerables. Los casos críticos, como calles angostas, cruceos peligrosos, obstrucciones naturales, capacidad restringida, falta de control en la circulación, etc., pueden atacarse mediante la inversión necesaria que es considerable. Entre las medidas que pueden tomarse están: el ensanchamiento de calles, modificación de intersecciones rotatorias, creación de intersecciones canalizadas, sistemas de control automático con semáforos, estacionamientos públicos y privados, etc.
- **Solución parcial de bajo costo:** Consiste en el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes, con el mínimo de obra material y el máximo en cuanto a regulación funcional del tránsito. Incluye, entre otras cosas, la legislación y

reglamentación adaptadas a las necesidades del tránsito; las medidas necesarias de educación vial; la organización del sistema de calles con circulación en un sentido; el estacionamiento de tiempo limitado; correcta distribución de señales de tránsito y semáforos; la priorización y eficiente organización del transporte público, de calles y aceras peatonales.

### 2.3.9 Capacidad de tránsito

Según (HCM, 2010) se define, en general a la *capacidad de tránsito de una vía* al máximo número de personas o vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar un perfil transversal o tramo uniforme de un carril o calzada durante un periodo definido de tiempo bajo las condiciones prevalecientes de la plataforma, el tráfico y los sistemas de control.

Según (HCM, 2010) el periodo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de **15 minutos**, debido a que se considera que ese es el intervalo más corto para el que se puede presentar una circulación estable.

Para establecer la capacidad de tránsito previamente se deben tener en cuenta las vías urbanas y su categorización. En el Perú, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) categoriza las vías urbanas según su funcionalidad y jerarquía.

En la siguiente Tabla 9, se presenta una lista de categorización según su funcionalidad en el departamento de Puno.

**Tabla 9: Clasificación Urbana de la Red Vial en la Ciudad de Puno**

<b>CLASE DE VIA</b>	<b>TIPO</b>	<b>LOCALIZACION</b>
<b>EXPRESA</b>	<i>Semi Expresa</i>	<i>Av. Circunvalación Sur</i>
	<i>Circunvalación</i>	<i>Jr. Juliaca</i>
		<i>Jr. Dianderas</i>
		<i>Av. Costanera</i>
<b>ARTERIAL</b>	<i>Vías para el</i>	<i>Av. La Torre</i>
	<i>transporte regular</i>	<i>Av. El Sol</i>

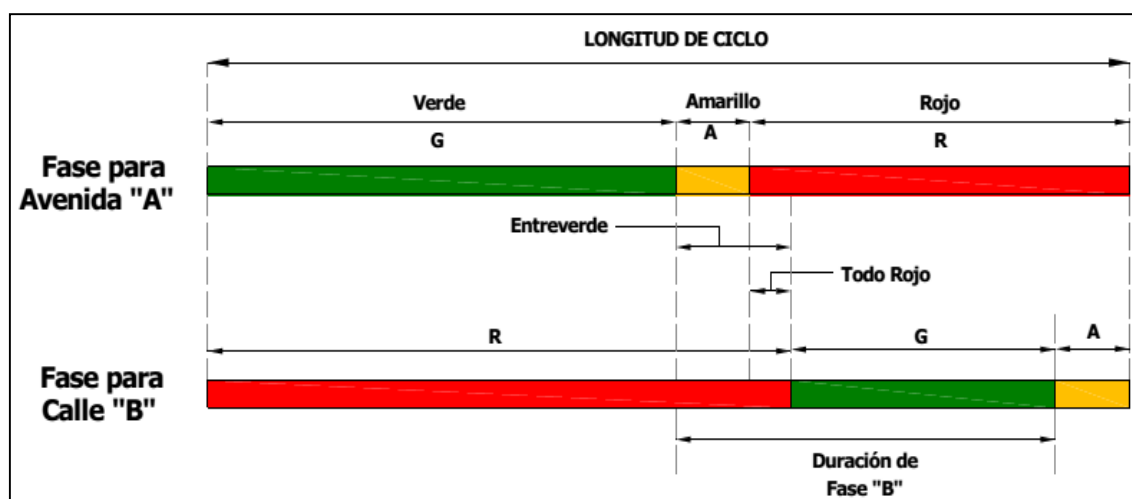


		<p>Av. Bolívar Av. Ejercito Av. Estudiante Av. Orgullo Aymara <b>Av. Sesquicentenario</b> <b>Av. Floral</b> Jr. Leoncio Prado Jr. Tacna</p>
		<p>Jr. Deustua Jr. Puno Jr. Libertad Jr. Ayacucho Jr. Lambayeque Jr. Deza Jr. Ilave Jr. Huancané <b>Jr. Basadre</b> Jr. Diego de Almagro Jr. República de Panamá Jr. Selva Alegre Jr. Pardo Jr. Carabaya Jr. Cajamarca Jr. Moquegua Jr. Benjamín Pacheco Jr. Emancipación Jr. 4 de noviembre Jr. Pedro Ruiz Gallo Av. Los Incas Av. Del Puerto Av. Laykakota Av. Bancharo Rossi Av. Industrial Av. Sideral Av. Titicaca</p>
<b>COLECTORA</b>	<b>Vías para el transporte regular</b>	
		<p>Jr. Carlos Oquendo Jr. Ayacucho Jr. Azogue Jr. Santiago Giraldo Jr. Domingo Choquehuanca Jr. Miguel Grau Jr. Mariano Melgar Jr. Talara Jr. Ilo Jr. Lampa Jr. Echenique Jr. Ricardo Palma Jr. Antonio Encinas Jr. José Manuel Moral Jr. Crnl. Barriga, etc.</p>
<b>LOCAL</b>	<b>Vías para el transporte regular</b>	

**FUENTE:** Elaboración Propia tomado del “plan regulador de rutas de transporte público urbano en la ciudad de Puno” - Clasificación Normativa de las Vías (D.S. N° 017-2007 MTC).

Usualmente, para el control de intersecciones se manejan semáforos que son dispositivos mecánicos o eléctricos, que regulan el tránsito de vehículos y peatones en las vías e intersecciones. Estos dispositivos, cuentan con un ciclo o longitud de ciclo, siendo el tiempo necesario para efectuar todos los movimientos posibles en una intersección a través de una secuencia completa de todas las indicaciones del semáforo (HCM 2010), esto buscando la liberación de vehículos en intersecciones. Estos dispositivos tienen entre dos o más fases de ciclo semafórico y depende del número de accesos y/o movimientos.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de ciclo semafórico del tipo más frecuente.



*Figura 6: Diagrama de fases en una intersección con semáforos*

**FUENTE:** Tomado del libro *“Ingeniería de Tránsito”* de Rafael Cal y Mayor R. & James Cárdenas G., 2007.

La Figura 6, muestra que mientras la fase “A” presenta un intervalo verde y un intervalo amarillo, entonces la fase “B” tiene un intervalo rojo sin incluir un intervalo todo rojo. A continuación, la fase “A” tendrá un intervalo rojo y la fase “B” un intervalo todo rojo más un intervalo verde y un intervalo amarillo. El intervalo todo rojo forma parte del comienzo del intervalo rojo de la fase “A” más el final del intervalo rojo de la

fase “B”. cuya finalidad es la de estar seguros de que los vehículos despejen la intersección.

En el caso de las intersecciones donde no existen semáforos es necesario colocar un ciclo semafórico óptimo que regule el tránsito vehicular y no genere demoras ni incomodidad vehicular. Para ello, diseñar un ciclo semafórico óptimo se emplea la ecuación proporcionado por el HCM 2010.

$$C_o = \frac{1.5 L + 5}{1 - \sum y}$$

*Dónde:*

*Co: ciclo óptimo*

*L: tiempo total perdido por ciclo (s)*

*Y: Flujo de saturación por intersección*

Calculado el ciclo semafórico óptimo es necesaria una redistribución adecuada de los tiempos de verde efectivo y rojo, para lo cual se presentará la siguiente ecuación proporcionado por el HCM 2010.

$$G_t = C_o - (\sum l + TR)$$

*Dónde:*

*Gt: tiempo de verde efectivo total*

*Co: ciclo óptimo*

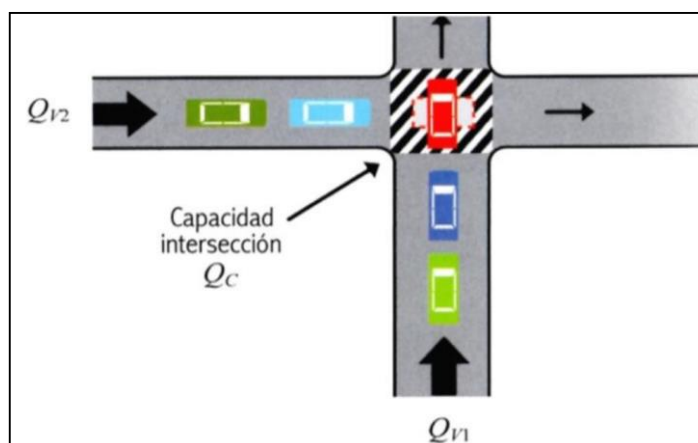
*l: sumatoria de tiempos en ámbar*

*TR: tiempo en rojo*

La red vial del Perú tiene múltiples cruces entre los cuatros tipos de vías en el cual esta involucrados los usuarios y peatones, además cada cruce de vía está regulado por un semáforo o señal prohibitiva o reguladora vial. Por esta razón, es necesario comprender el comportamiento dinámico del Tráfico Vehicular en las intersecciones de las vías y como varía su capacidad y nivel de servicio.

### 2.3.10 Capacidad vial en intersecciones

Una intersección es el área común entre dos o más vías que se cruzan, como se observan en la Figura 7. Una intersección es un lugar donde la circulación es parcial o totalmente interrumpida, en forma alternada (semáforos) con señales preventivas (Pare o Ceda el Paso).



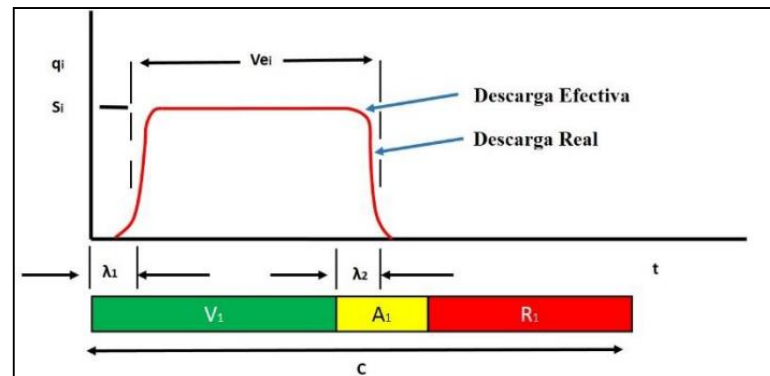
*Figura 7: Circulación Vial Interrumpida por una Intersección*

**FUENTE:** P. Arias & V. Valdiviezo, Tomado del libro “Elementos de la Teoría del Tráfico vehicular” Rodrigo Fernández, 2014.

En la Figura 7, se ejemplifica que en una intersección solo puede ser ocupada por un número determinado de vehículos a la vez que está regulado por un semáforo y/o señal preventiva. Además, el número de carros que ingresen a la intersección también es regulado por la presencia de los peatones. A continuación, se explicará la capacidad vial en intersecciones semaforizadas y no semaforizadas y la capacidad de cruces peatonales.

### 2.3.10.1 Capacidad vial en intersecciones semaforizada

El funcionamiento de una intersección regulada con semáforo consiste en dar prioridad absoluta a cada acceso durante un lapso de tiempo que se repite cíclicamente durante un periodo “C” (ciclo de Semáforo), como es representado en la Figura 8.



**Figura 8: Diagrama de Longitud del Ciclo Semáforo**

**FUENTE:** tomado de Pinto C., elaboración basada en el libro “Elementos de la Teoría del Tráfico vehicular”, 2016.

En donde:

$V_i$  = Verde presentado al acceso  $i$

$A_i$  = Amarillo del acceso  $i$

$R_i$  = Rojo presentado al acceso  $i$

$C$  = Ciclo Semafórico

$\lambda_1$  = Pérdida Inicial

$\lambda_2$  = Ganancia Final

$V_{ei}$  = Verde efectivo del acceso  $i$

$r_{ei}$  = Rojo efectivo del acceso  $i$

$u_i$  = Razón de verde efectivo del acceso  $i$

$S_i = \text{Flujo de Saturación del acceso } i$

La Figura 8, explica el comportamiento real de en una vía o intersección semaforizada. Cuando el semáforo da verde hay una pérdida inicial ( $\lambda_1$ ) por parte de la reacción y acción del primer conductor que se encuentra en el inicio de la línea de la intersección para poder salir. Luego de esta transición toda la cola se moviliza y empieza la descarga del acceso, cuando aparece la luz de ámbar, algunos conductores aceleran para poder pasar la intersección antes que de la luz roja. Esta última transición ( $\lambda_2$ ) se conoce como ganancia final del semáforo. Además, la capacidad de una intersección semaforizada depende de su flujo de saturación y su razón de verde efectivo, es decir de las propiedades del tráfico y de la programación del semáforo.

El flujo de Saturación es un parámetro importante en el cálculo de capacidades en intersecciones reguladas con semáforo, se usa para la modelación del tráfico en redes viales. Existen dos tipos de flujo:

- **Flujo de Saturación Real ( $S$ ):** máxima tasa de descarga de una cola, compuesta por cualquier tipo de vehículo que hace cualquier tipo de movimiento en la intersección se mide en (veh/h – carril) o (veh/h).
- **Flujo de Saturación Básico ( $S_b$ ):** máxima tasa de descarga durante el verde de una cola compuesta solo por automóviles que siguen directo en la intersección. (1800 Veh livianos/h verde – carril). El flujo de Saturación real, se calcula por cada carril de cada acceso de una vía o intersección con la siguiente ecuación:

$$S = N(S_b)(f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{LT})$$

Valores:

*S*: Flujo de Saturación Real del grupo de Carriles (Veh/hora de verde)

*S<sub>b</sub>*: Flujo de Saturación Básico por carril (1900 veh ligero/hora de verde-carril)

*N*: número de carriles del grupo de carriles

***F<sub>w</sub>***: factor de ajuste por ancho de carriles

$$F_w = 1 + \frac{w - 3.6}{9}$$

Dónde:

$W \geq 2.4m$

Si  $W \geq 4.8m$  analizar como 2 carriles

***F<sub>HV</sub>***: factor de ajuste por vehículos pesados

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)}$$

Dónde:

*%HV*: Porcentaje de vehículos pesados del grupo

*E<sub>t</sub>*: 2.4 autos/pesados

***F<sub>g</sub>: factor de ajuste por pendiente de acceso***

$$F_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

*Dónde:*

$$6 \leq \%G \leq +10$$

*%G: Porcentaje de pendiente del acceso*

***F<sub>p</sub>: factor de ajuste por estacionamiento***

$$F_p = \frac{N - 0.1 \left( \frac{18 N_m}{3600} \right)}{N}$$

*Dónde:*

$$0 \leq N_m \leq 1800$$

$$F_p \geq 0.050$$

*F<sub>p</sub> = 1, sin estacionamiento*

*N: Número de Carriles del grupo*

*N<sub>m</sub>: Número de maniobras de estacionamientos/h*

***F<sub>bb</sub>: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección***

$$F_{bb} = \frac{N - \frac{14.4 N_B}{3600}}{N}$$



*Dónde:*

$$0 \leq NB \leq 250$$

$$f_{bb} \geq 0.050$$

*N:* Número de carriles por grupo

*NB:* Número de buses que paran por hora

***Fa:*** factor de ajuste por utilización de Carriles

$$F_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} N}$$

*Donde:*

*Vg:* Tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril

*Vg1:* Tasa de Flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto

*N:* Número de Carriles por Grupo

***Flu:*** factor de ajuste por Tipo de área

*Fa:* 0.9, centro de la ciudad

*Fa:* 1 en otras áreas

***FLT:*** factor de ajuste por vueltas a la izquierda

$$F_{LT} = 0.95 \quad (\text{carril Exclusivo})$$

$$F_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05 P_{LT}} \quad (\text{carril Compartido})$$

*F<sub>LT</sub>:* Proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

*FRT: factor de ajuste por vueltas a la derecha*

$$f_{RT} = 0.85 \text{ (carril Exclusivo)}$$

$$f_{RT} = 1 - 0.15 P_{RT}$$

*f<sub>RT</sub>: Proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles*

### 2.3.10.2 Capacidad de Cruces Peatonales

El análisis de capacidad peatonal está enfocado en cruces peatonales en dos tipos, en cruce tipo cebra y cruces peatonales.

- **Capacidad vehicular en cruces de cebra:**

Según (Arias & Valdiviezo, 2014) un cruce tipo cebra es una intersección regulada con señal de prioridad en la cual la corriente peatonal tiene la prioridad sobre el tráfico vehicular. Se puede estimar la capacidad vehicular en cruces peatonales y el flujo de peatones con la siguiente ecuación:

$$Q_z = Q_0 - P_{q(\text{peatonal})}$$

*En donde:*

*Q<sub>z</sub> = capacidad vehicular en cruce peatonal*

*P<sub>q</sub> = Flujo de peatones de cruzan en ambos sentidos*

*Q<sub>0</sub> = Capacidad Vehicular básica*

- **Capacidad del cruce peatonal**

La capacidad del cruce de peatones se realiza en cruces formales (paraderos) y no formales (cualquier zona de la vía vehicular), al igual que el caso de la capacidad vehicular, esta tiene dos perspectivas: en cruces peatonales semaforizadas y no semaforizadas.

Cruce peatonal semaforizada, se toma la misma consideración de la teoría del tráfico vehicular en donde la velocidad y densidad peatonal no son independientes y su relación equivale a la expresión del modelo fluido dinámico, explicado anteriormente ( $q = vk$ ).

Cruce peatonal no semaforizada, la prioridad lo pueden tener los peatones o vehículos. En el primer caso, se asume igual al flujo de saturación peatonal y el segundo por el proceso de modelo de brechas.

### 2.3.11 Niveles de servicio vehicular y peatonal

El (HCM, 2010) denomina al nivel 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 servicios tales como la velocidad, el tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, y la comodidad y conveniencia”.

El HCM 2010, establece seis niveles de servicio “**LOS**” (Level Of Service, siglas en inglés y en español Niveles de Servicio), identificados por las letras **A**, **B**, **C**, **D**, **E** y **F**, donde al nivel de servicio “**A**” se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que al nivel “**F**” se alcanza el flujo forzado que refleja el uso pleno de la capacidad de la vía.

- **Nivel de servicio A**

Representa las condiciones de flujo libre. Los usuarios son prácticamente insensibles a la presencia de los otros usuarios en el flujo del tráfico. Existe una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.



*Figura 9: Nivel de servicio A*

*FUENTE: Tomado del Manual de diseño geométrico de vías urbanas – ICG, 2005.*

- **Nivel de Servicio B**

La presencia de otros usuarios es notable y la selección de velocidad es relativamente poco afectada, pero hay un poco descenso en la libertad de maniobrar.



*Figura 10: Nivel de servicio B*

*FUENTE: Tomado del Manual de diseño geométrico de vías urbanas - ICG, 2005.*

- **Nivel de Servicio C**

Las velocidades son cercanas al flujo libre, pero las libertades de maniobrar son restringidas por los otros usuarios. El nivel general de comodidad y conveniencia disminuye significativamente. Las interrupciones en el tráfico como un incidente pueden generar colas y demoras significativas.

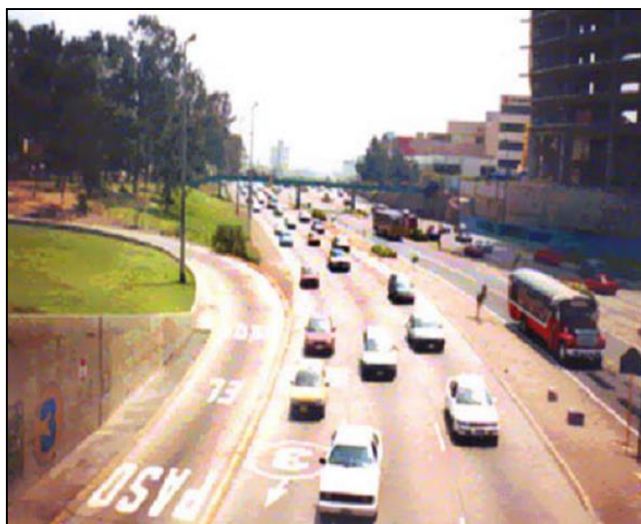


*Figura 11: Nivel de servicio C*

*FUENTE: Tomado del Manual de diseño geométrico de vías urbanas - ICG, 2005.*

- **Nivel de Servicio D**

Las condiciones de velocidades empiezan a disminuir con el aumento del flujo vehicular. La libertad de maniobrar es más limitada y los conductores experimentan reducciones en el bienestar físico y psicológico. Los incidentes pueden generar largas colas debido al crecimiento de la densidad.



*Figura 12. Nivel de servicio D*

*FUENTE: Tomado del Manual de diseño geométrico de vías urbanas - ICG, 2005.*

- **Nivel de servicio E**

Las condiciones de servicio son cercanas a la capacidad de la vía. La capacidad de maniobrar es muy limitada y los usuarios experimentan malestares físico y psicológico considerablemente.



*Figura 13: Nivel de servicio E*

*FUENTE: Tomado del Manual de diseño geométrico de vías urbanas - ICG, 2005.*

- **Nivel de Servicio F**

Describe la ruptura del flujo vehicular. Se forman grandes colas donde la tasa de entrada de vehículos es mayor a la salida. Estos problemas se producen en los puntos de incidencia dentro y fuera de las rampas. Los vehículos habitualmente funcionan a bajas velocidades en estas condiciones, y se requiere a menudo de una parada completa, por lo general de forma cíclica.

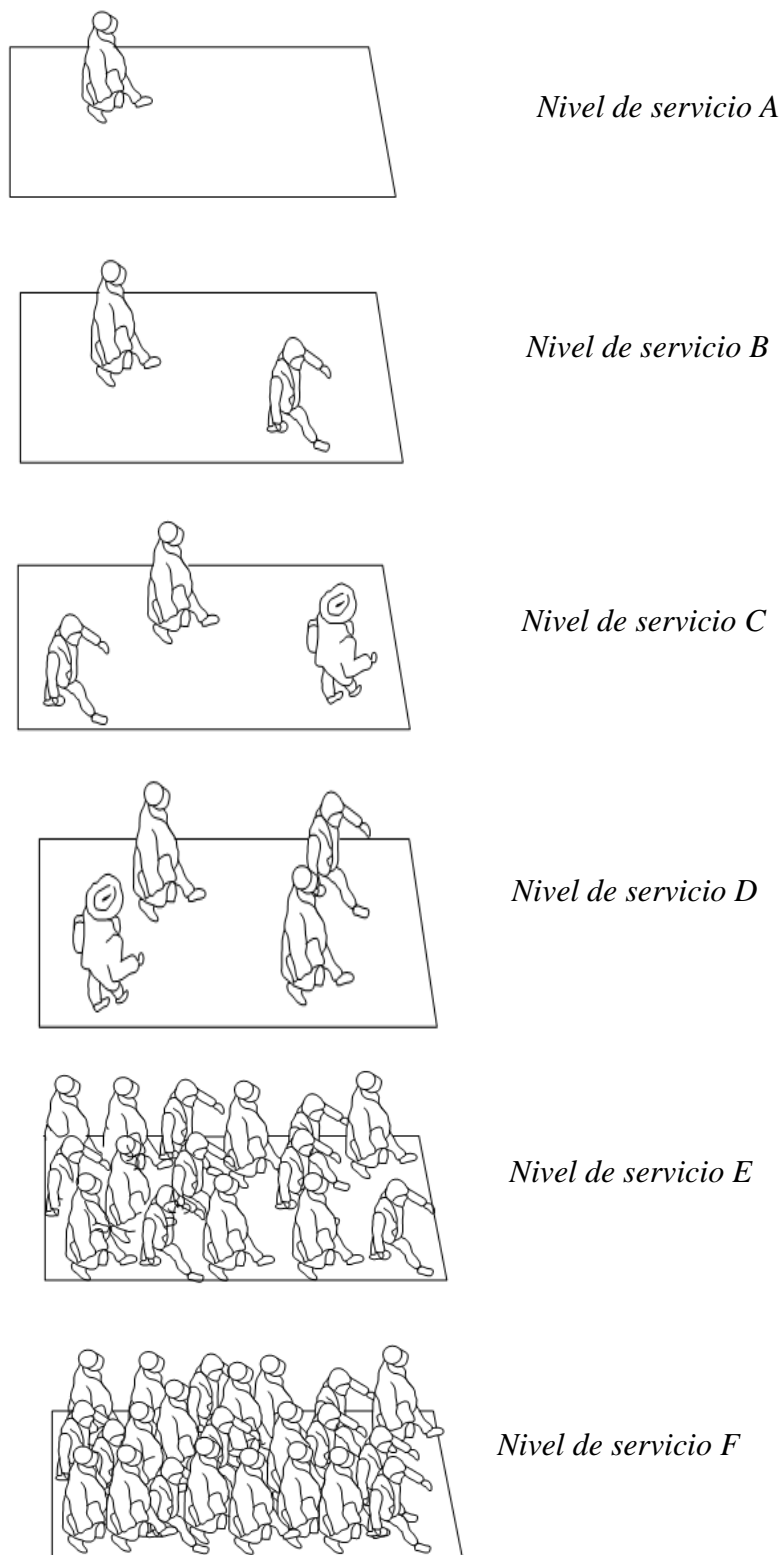


*Figura 14: Nivel de servicio F*

*FUENTE: Tomado del Manual de diseño geométrico de vías urbanas - ICG, 2005.*

En el desarrollo del flujo peatonal existen niveles de servicio para peatones que es una medida cualitativa que se caracteriza por diversas situaciones referentes a la facilidad de desplazarse en un área determinada ( $m^2$ ).

Los niveles de servicio o Level of Service (LOS), se dividen en 6 niveles de la Letra “A” hasta la “F”. Cada nivel está asociado a un requisito de espacio específico, como se puede observar en la Figura 15.



**Figura 15: Niveles de Servicio del Flujo Peatonal**  
**FUENTE: Tomado del HCM 2010 - Highway Capacity Manual**



Según (Hill, 2004) en su texto “Urban Transportation System”, indica que estudios realizados en EE. UU indican que las tasas más altas observadas en el flujo de peatones en aceras son cerca de 25 personas/min/pie, a una velocidad de 150 personas/pie y con una densidad de 5 a 9 pie<sup>2</sup>/persona, estos parámetros representa a las condiciones cercanas de los Niveles de Servicio tipo E. Como se observa en la Tabla 10.

*Tabla 10: Características del flujo de Peatones en Aceras*

<b>NIVELES DE SERVICIO</b>						
<b>Características</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>Ratio Flujo (Peatón/min/pie)</b>	menos 5	5-7	7-10	10-15	15-23	Variable
<b>Espaciamiento (pie 2/peatón)</b>	mas 60	40-60	24-40	15-24	8-15	menos 8
<b>Vel. Caminar (pie/min)</b>	mas 255	250-255	240-250	225-240	150-225	menos 150

**FUENTE:** *Elaboración propia tomado del texto Hill Mc Graw - “Urban Transportation System”, 2004.*

### 2.3.12 Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas

Según (Pinto, 2016) las intersecciones que tienen un volumen de tránsito medio o alto requieren ser reguladas mediante un dispositivo de control como lo es un semáforo. Dependiendo el tipo de vía, zona y volumen se elige el tipo de semáforo adecuado como son los semáforos vehiculares, peatonales, etc. Los semáforos son sincronizados mediante una programación individual o grupal mediante una central computarizada. Existen cuatro tipos de sincronización de semáforos como son: simultanea – onda verde, alterna, progresiva limitada y progresiva flexible. A continuación, se presenta tipos de semáforos respecto a su posición estándar.

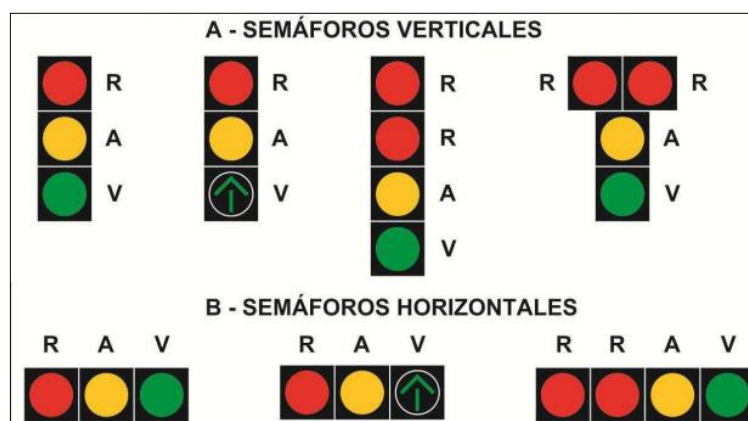


Figura 16: Tipos de Semáforos respecto a su posición estándar

FUENTE: manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016.

Los semáforos tienen como función principal optimizar el control y funcionamiento de las vías e intersecciones vehiculares y peatonales, esto se consigue al minimizar las pérdidas de tiempo al máximo las cuales se dan por las colas de tráfico. A medida que existan menos pérdidas de tiempo el nivel de servicio (LOS) será mejor.

- Aproximadamente, 5 seg por vehículo indica un LOS A
- Aproximadamente, 30 seg por vehículo indica un LOS D

En la siguiente Tabla 11, se presentan, se muestran los 6 niveles de servicio según el tiempo de demora promedio (seg.)

Tabla 11: Nivel de Servicio peatonal

LOS	A	B	C	D	E	F
Control Delay per Vehicle	≤ 10	> 10 - 20	> 20 - 35	> 35 - 55	> 55 - 80	≥ 80

FUENTE: Tomado del HCM 2010 - "Highway Capacity Manual"

El Highway Capacity Manual 2010 describe tres tipos de demora, las cuales son:

- **Demora de Viaje:** La diferencia entre el tiempo que un vehículo toma para pasar la intersección y recuperar su velocidad original y el tiempo que le hubiera tomado si no hubiera reducido su velocidad.
- **Demora en Pare:** Tiempo en el que el vehículo ha estado parado mientras estuvo en cola. Normalmente esto es a una velocidad de 5 km/h o menos.
- **Demora de Cola Inicial:** Estimación del retardo de la cola inicial por vehículo (en segundos) cuando una cola está presente al comienzo del periodo de análisis.

### 2.3.13 Relación entre capacidad y niveles de servicio

Según (Hay ,1998 citado en Arias & Valdiviezo, 2014) La capacidad vial es el diseño geométrico de la vía existente y los Niveles de Servicio son las garantías de seguridad y conformidad, existe una amplia relación entre estos dos indicadores. La capacidad y el nivel de servicio de una intersección semaforizada dependen las siguientes condiciones:

- Las condiciones físicas y de Operación; por ejemplo, la anchura del acceso, la distancia de guarnición a guarnición, anchura de los carriles, si la operación es en uno o en dos sentidos y si se permite o no el estacionamiento, dentro de los 250 pies (76 m) más próximos a la intersección
- Condiciones Ambientales, que influye en el factor de carga e incidencia de vehículos que puedan utilizar la parte verde del ciclo de semáforo.
- El Factor de carga representa el grado en que la luz verde se utiliza mientras dura. Es la relación entre número de fases verde plenamente cargadas o utilizadas y el número disponible durante el mismo periodo. Su valor oscila entre 0.0 (ningún ciclo) y 1.0 (todos los ciclos cargados)

- **Factor horario de Máxima Demanda O Factor Hora Pico (FHMD-FHP):** El factor horario de máxima demanda de cada acceso mide la consistencia de la demanda y se define como la relación entre el número de vehículos contados durante la hora máxima demanda y cuatro veces el número de vehículos contados durante 15 minutos consecutivos intensos. Se usa un factor de 1.0 para una demanda muy fuerte, pero se usa con más frecuencia 0.85 para accesos que tienen cargas elevadas durante casi una hora. También, se puede usar valor de 0.6 y 0.7 para un flujo elevado, pero de corta duración.

$$FHMD = \frac{VHMD}{N q_{max}}$$

*Donde:*

*N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda (HMD).*

*N = 4 para periodos de 15 minutos y N = 12 para periodos de 5 minutos.*

*q<sub>max</sub>: Flujo máximo (número de vehículos).*

*VHMD: Máximo número de vehículos que pasan por un punto por la sección de un carril o calzada durante 60 minutos.*

El VHMD es el valor representativo de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día particular.

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIALES

##### 3.1.1 Materiales en el proceso de la investigación

En los materiales considerados en el proceso de investigación, se consideró como requisitos fundamentales la obtención de los resultados, son los que se muestran a continuación:

- **Instrumentos de recolección de datos**

Para tomar datos de campo se hizo uso de plantillas de entrevistas y plantillas de aforos los cuales se presentan detalladamente en los anexos.

- **Software Synchro V. 10.0**

Es un programa de computación el cual planifica, diseña, controla y optimiza los tiempos de semáforos en intersecciones y arterias viales.

Este software tiene la capacidad de modelar el flujo vehicular, analizar la capacidad de intersecciones sin semáforos (da como resultado capacidad de funcionamiento de la intersección), y en las intersecciones con semáforos da como resultado el nivel de servicio en intersecciones, todos estos análisis los hace siguiendo la metodología del HCM 2010.

- **Microsoft Word, Excel 2016**

Programas de uso general a lo largo del desarrollo de la investigación.

- **Accesorios de campo**

Para ver el tráfico que se genera en las vías estudiadas y en los aforos tomados tanto en la ciudad de Puno y Juliaca se hizo uso de una cámara fotográfica. Así como el uso de tableros y hojas.

Para tomar datos de las dimensiones de las vías en estudio se hizo uso de cintas de medida: Winchas de 50m y 5m. Así como el uso de tableros y hojas.

### 3.2 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- **Tipo de investigación**

Cuantitativa: porque se recogió y se procesó los datos numéricos obtenidos del trabajo realizado en campo para la determinación de la capacidad vial y nivel de servicio.

- **Nivel de investigación**

Descriptiva: ya que se describió situaciones y/o eventos que se pueden dar en el futuro debido al impacto vial que se tendrá en las vías aledañas cuando el complejo deportivo universitario esté en funcionamiento.

- **Método de investigación**

Se empleó el método hipotético – deductivo ya que se observó el fenómeno a estudiar en las intersecciones seleccionadas y se crearon hipótesis las cuales fueron verificadas y comprobadas en el transcurso de la investigación.

## • Población y muestra

**Población:** La población de esta investigación fueron las cuatro intersecciones seleccionadas las cuales por ser aledañas al complejo universitario tendrán un impacto vial significativo.

**Muestra:** La muestra son las cuatro intersecciones seleccionadas para la investigación. La muestra es igual a la población. El tipo de muestra en la investigación es no probabilístico, se utiliza esta afirmación en base a lo dicho por (Hernández, Fernández y Baptista, 2010) “las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal y poco arbitral. Aun así, se utilizan en muchas investigaciones y a partir de ella se hacen las inferencias sobre la población”. Esto nos indica que en la presente investigación no se utilizó fórmulas estadísticas para la determinación de la muestra.

### 3.3 ÁMBITO DE ESTUDIO

#### 3.3.1 Contenido de un estudio de impacto vial (EIV)

El presente trabajo de tesis tiene como uno de sus objetivos trazados el elaborar un Estudio de Impacto vial (EIV) del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria – Puno.

El área involucra el estudio de cuatro intersecciones; dos intersecciones adyacentes al proyecto, y dos secundarias aledañas al mismo. En conclusión, a lo largo de estos capítulos se mencionará a las cuatro intersecciones.

Uno de los requisitos para realizar el Estudio de impacto vial es conocer la geometría de la zona, áreas de influencia, señalización y tipo de transporte, es así que a

continuación se explicara el área de influencia donde se ubica el complejo deportivo universitario.

### 3.3.2 Áreas de influencia

En la elaboración de un Estudio de Impacto vial (EIV), es necesario reconocer y establecer el tipo de edificaciones y el uso del suelo que tienen las zonas aledañas al proyecto, ya que, dependiendo de ello se considera si son puntos que generan zonas de atracciones de los usuarios, si es así esto generará viajes, lo cual conlleva al aumento del flujo de vehículos.

En el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Puno 2012-2022, elaborado por la Municipalidad Provincial de Puno, se presenta una mirada global a los usos del suelo diagnosticados a continuación:

- **Comercial:** Incidiendo en el área central y diseminado por toda la trama; esto refleja el carácter esencial de una ciudad totalmente dependiente.
- **Área educativa:** Se esparce como un comercio más, surgiendo de acuerdo a las ofertas del mercado y sin espacios asignados que garanticen su seguridad y protección.
- **Área industrial o manufacturera:** Es dispersa y de poca magnitud, a veces se combina con el área residencial generando zonas improvisadas de viviendas-taller no diseñadas para tal uso.
- **Centros de salud:** No garantizan cobertura, estando ausentes en áreas periféricas y peri-urbanas.
- **Recreación:** Se limita a canchas deportivas providencialmente diseminadas. Ausencia de áreas verdes. Áreas de aporte abandonadas y sin tratamiento. Centralidad del área institucional y escasez de espacios cívicos.





*Figura 17: Uso de suelo de la ciudad de Puno*

*FUENTE: Tomado del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Puno 2012-2022*

### 3.3.3 Especificaciones del complejo deportivo Universitario

Proyecto: *Construcción del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno*

#### Ubicación:

- Departamento : Puno
- Provincia : Puno
- Distrito : Puno
- Ciudad universitaria – UNA puno



*Figura 18: Ubicación del Complejo deportivo universitario de la UNAP*

*FUENTE: Tomado del expediente técnico del proyecto “construcción del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria puno”*

**Límites:**

- NORTE : Plataformas deportivas de la C.U.
- SUR : Av. Sesquicentenario
- ESTE : Área de expansión recreativa de la UNA
- OESTE : con la pérgola existente



*Figura 19: Límites del Complejo deportivo universitario de la UNAP*

*FUENTE: Tomado del expediente técnico del proyecto “construcción del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno”*

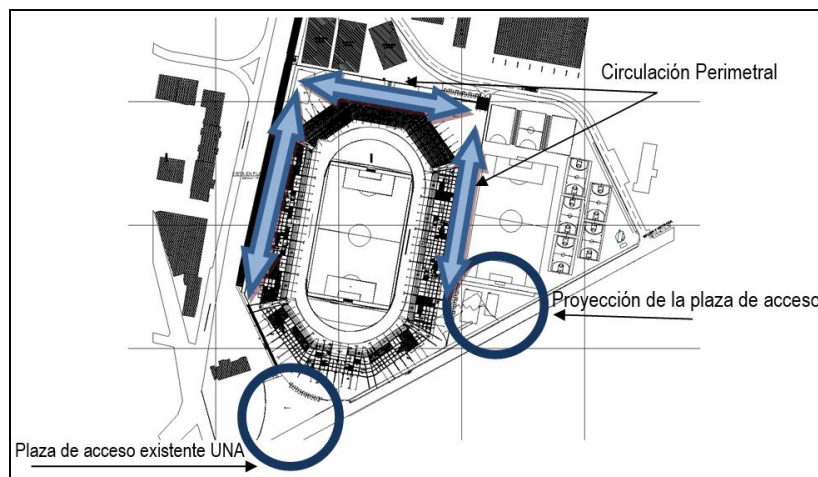
### **Vías de acceso**

#### **Vehicular y Peatonal**

El acceso peatonal y vehicular a la zona del proyecto desde el centro de la ciudad, se realiza siguiendo el trayecto de la Av. La torre hasta la intersección con la Av. Floral, continuando a través de esta, hasta llegar a la puerta principal de la universidad, este acceso conduce al sector donde se emplazará el estadio. Tanto vehicular como peatonalmente.

El proyecto contempla accesos independientes de la ciudad universidad, por lo que se propone ubicar una plaza de acceso hacia la avenida floral (lado este – tribuna oriente), y aprovechar la plaza de acceso existente hacia la ciudad universitaria el cual está ubicado hacia el lado sur – tribuna, los cuales se articulan con las explanadas de las demás tribunas.

En las tribunas se ubican circulaciones horizontales las cuales sirven para el desplazamiento de los espectadores a la vez que se articulan con las circulaciones verticales ubicadas estratégicamente para el desplazamiento de entrada y salida del público. El estadio contempla una *capacidad de 30, 000 espectadores*.



*Figura 20: Acceso al Complejo deportivo universitario de la UNAP*

*FUENTE: Tomado del expediente técnico del proyecto “Construcción del complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria Puno”*

### 3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS INTERSECCIONES

Es fundamental en el desarrollo de los estudios de impacto vial (EIV), conocer la descripción del diseño geométrico de las intersecciones en estudio. A continuación, se describirá en detalle las cinco intersecciones mencionadas, anchos de carril, ancho de cada acceso, dimensiones de las zonas protegidas, las bermas, ubicación de los semáforos, etc.

#### 3.4.1 Intersección Av. Floral - Av. Sesquicentenario - Jr. Jorge Basadre

La intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre es una intersección en forma de cruz, teniendo este doble sentido de circulación es una vía de dos carriles de circulación, la Av. Floral es considerada según la Municipalidad Provincial de Puno en una vía arterial al igual que la Av. Sesquicentenario, el Jr. Jorge Basadre, es

considerado como una vía colectora es una ruta principal de salida y entrada de la urbanización donde se encuentra el complejo deportivo en estudio.

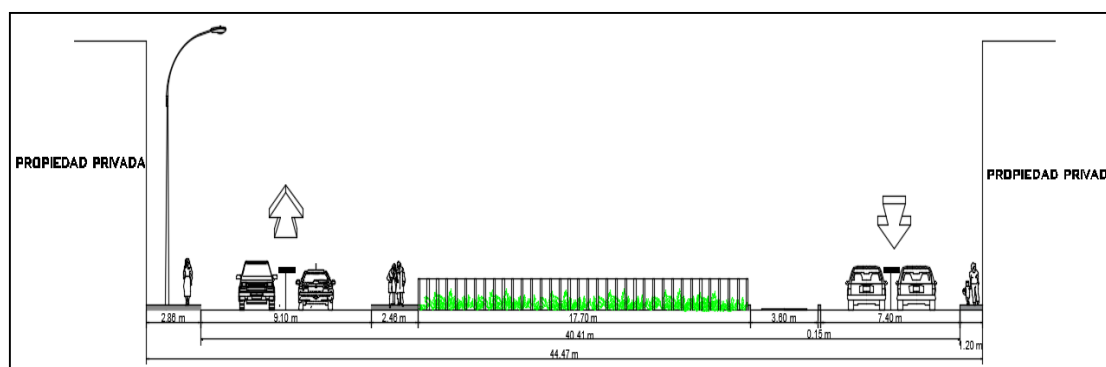
La Av. floral es una vía de doble sentido de circulación, con dos carriles por sentido, en la dirección SO-NE, cuenta con un ancho de carril de 3.70 m con un ancho de vereda de 1.20m cuenta con un sardinel de 0.15 m a continuación se encuentra los rieles del tren con un ancho de 3.60 m esta avenida consta de un separador central de 17.70 m.

En la dirección NE-SO de la Av. Floral, cuenta con un carril de 4.55 m y un ancho de vereda de 2.86 m ambas vías no cuentan con cunetas.

La Av. Sesquicentenario tiene un ancho de carril de 5.55 m con un ancho de vereda de 2.00 m y un ancho de cuneta de 0.30 m y 0.65 m

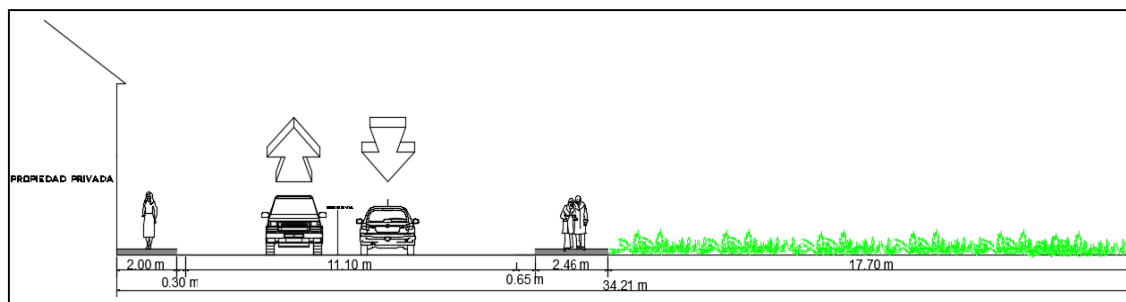
En el Jr. Jorge Basadre el carril tiene un ancho de 2.70 m con un ancho de veredas de 1.10 m y de 1.55 m

El pavimento de la intersección se encuentra en regular estado de mantenimiento al igual que las veredas.

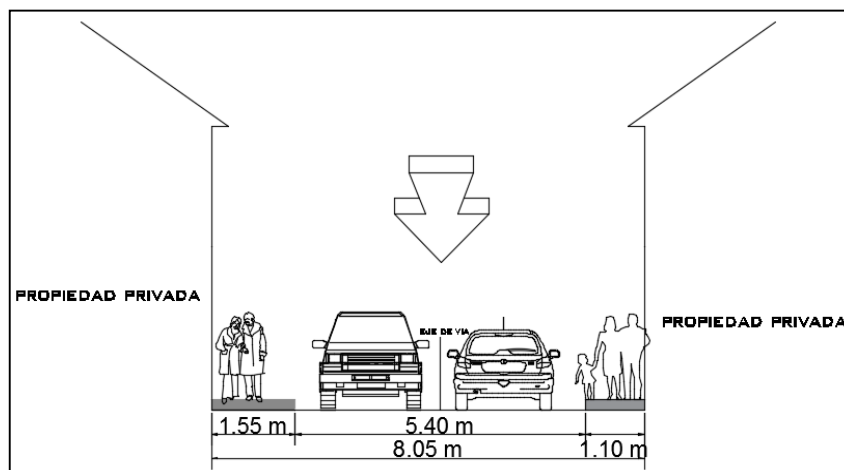


**Figura 21: Sección vial de la Av. Floral**

**FUENTE: Elaboración propia**



**Figura 22: Sección vial de la Av. Sesquicentenario**  
**FUENTE: Elaboración propia**



**Figura 23: Sección vial del Jr. Jorge Basadre**  
**FUENTE: Elaboración propia**

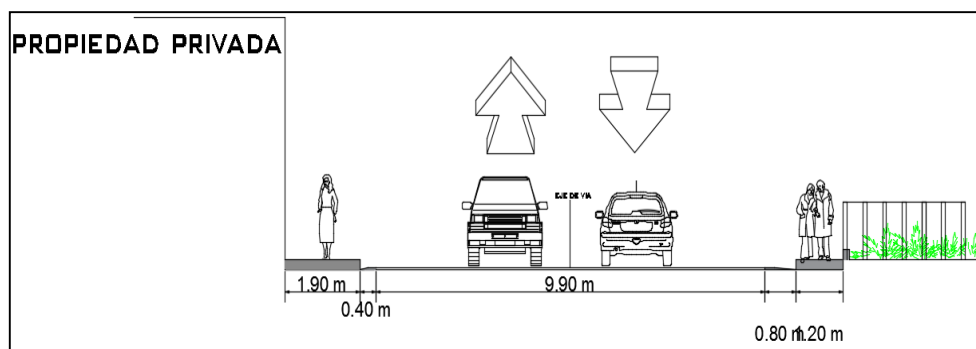
### 3.4.2 Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre

El Jr. Panamá es una vía de doble sentido de circulación, con un carril por sentido, en la dirección SE-NO, cuenta con un ancho de carril de 4.95 m con un ancho de vereda de 1.90 m y 1.20 m cuenta con cunetas de 0.40 m y 0.80 m

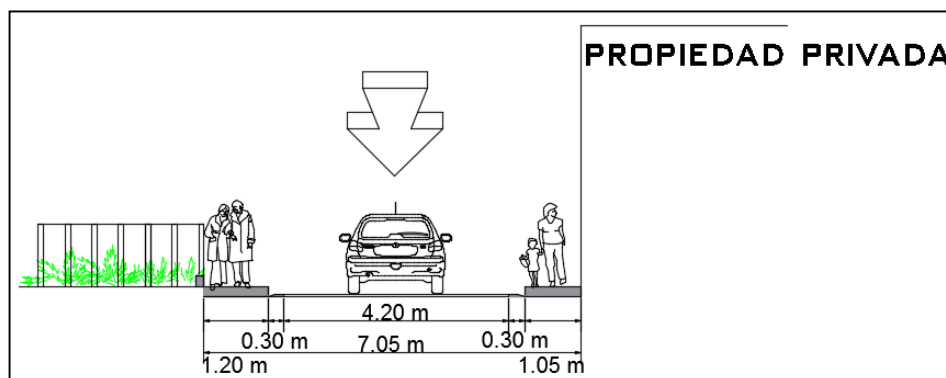
El Jr. Jorge Basadre en la dirección SE-NO, tiene un solo sentido de circulación, con un ancho de carril de 4.20 m, ancho de vereda de 1.20 m y un ancho de cuneta de 0.30 m

Así mismo el Jr. Jorge Basadre en la dirección NE-SO, tiene doble sentido de circulación con un carril por sentido, 2.80 m, ancho de vereda de 1.20 m y 2.20 m así mismo con un ancho de cuneta de 0.30 m

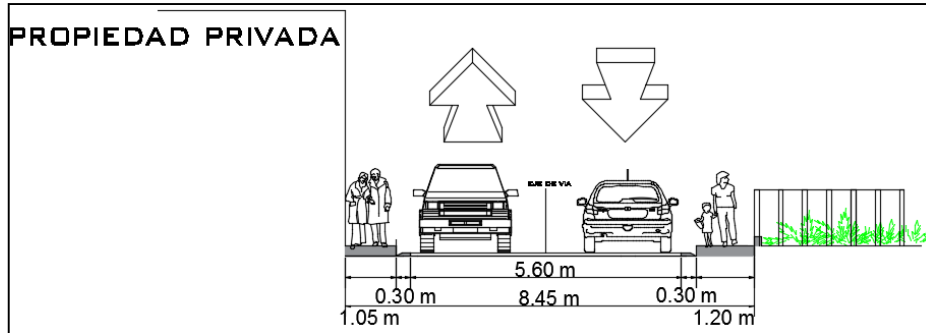
El pavimento de la intersección se encuentra en condiciones regulares de mantenimiento, al igual que las veredas.



**Figura 24: Sección vial del Jr. Panamá**  
**FUENTE: Elaboración propia**



**Figura 25: Sección vial del Jr. Jorge Basadre**  
**FUENTE: Elaboración propia**



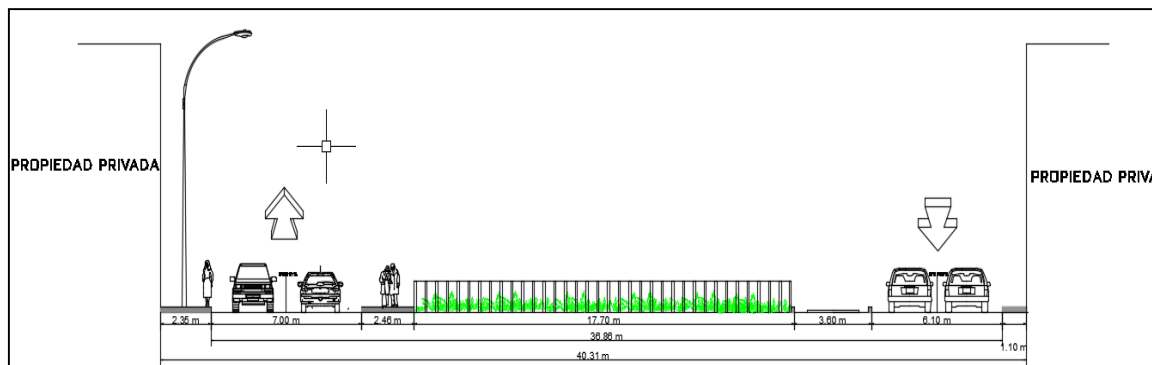
**Figura 26: Sección vial del Jr. Jorge Basadre**  
**FUENTE: Elaboración propia**

### 3.4.3 Intersección Av. Floral – Av. Costanera

Como ya se mencionó la Av. Floral, es una vía de doble sentido de circulación, con dos carriles por sentido, en la dirección SO-NE, cuenta con un ancho de carril de 3.50 m con un ancho de vereda de 2.35 m cuenta con un sardinel de 0.15 m a continuación se encuentra los rieles del tren con un ancho de 3.60 m esta avenida consta de un separador central de 17.70 m.

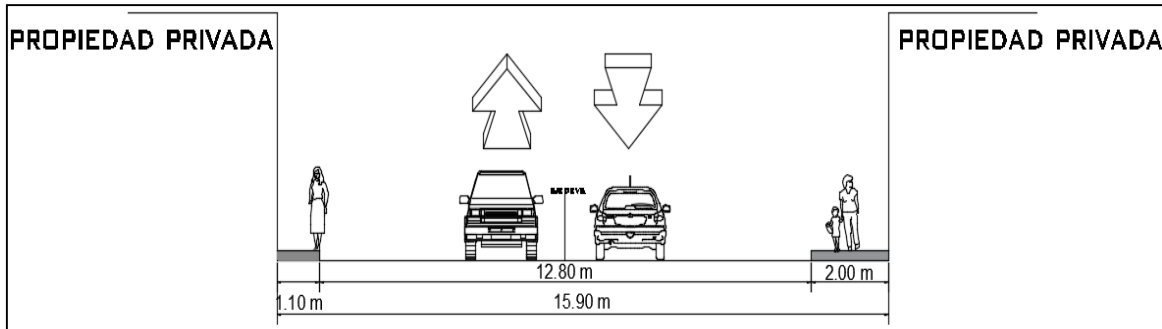
La Av. Costanera es una vía de doble sentido de circulación, con un carril por sentido, cuenta con un ancho de carril de 6.40 m con un ancho de vereda de 2.00 m y 1.10 m no presenta cunetas.

El pavimento de la intersección se encuentra en regular estado de mantenimiento al igual que las veredas.



**Figura 27: Sección vial de la Av. Floral**  
**FUENTE: Elaboración propia**





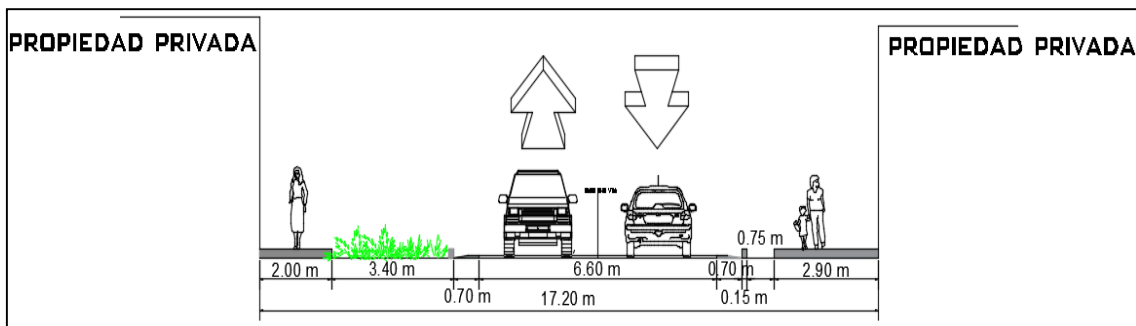
**Figura 28: Sección vial de la Av. Costanera**  
**FUENTE: Elaboración propia**

### 3.4.4 Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar

La Av. Sesquicentenario en esta intersección tiene un ancho de carril de 3.30 m con un ancho de vereda de 2.00 m con anchos de cuneta de 0.30 m y 0.65 m presenta además una ciclovía de 0.75 m.

En el Jr. José de la Mar presenta doble sentido de circulación con un carril por sentido, el carril tiene un ancho de 2.90 m con un ancho de veredas de 1.00 m y cuneta de 0.30m.

El pavimento de la intersección se encuentra en regular estado de mantenimiento al igual que las veredas.



**Figura 29: Sección vial de la Av. Sesquicentenario**  
**FUENTE: Elaboración propia**

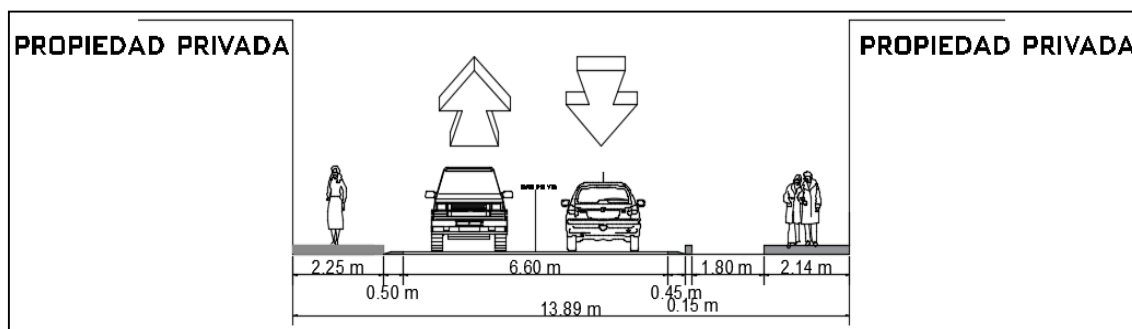


Figura 30: Sección vial de la Av. Sesquicentenario

FUENTE: Elaboración propia

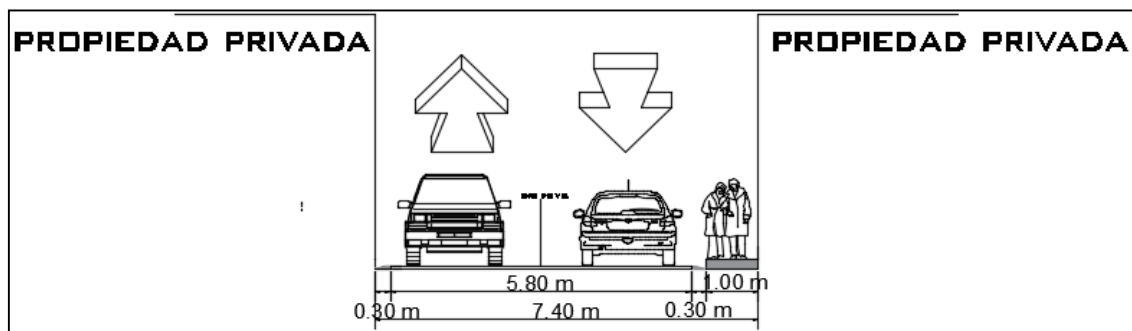


Figura 31: Sección vial del Jr. José la Mar

FUENTE: Elaboración propia



Figura 32: Levantamiento en campo (Características de la vía)

FUENTE: Elaboración Propia



*Figura 33: Levantamiento en campo (Características de la vía)*

*FUENTE: Elaboración Propia*

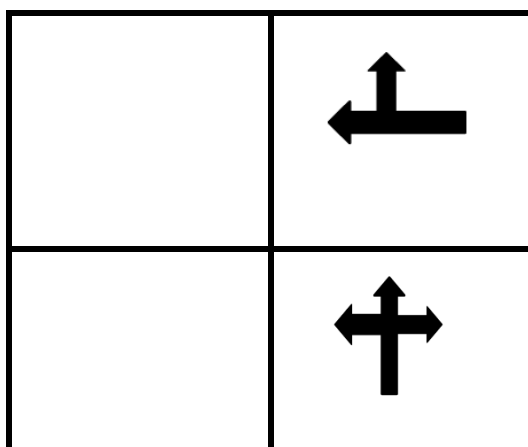
### 3.5 SEMÁFOROS EN INTERSECCIONES

En la recolección de datos, comprobamos que ninguna de las intersecciones se encuentra semaforizadas, a excepción de la intersección de la Av. Floral con la Av. Costanera, a continuación, se muestran los giros en todas las intersecciones mencionadas.

#### 3.5.1 Intersección Av. Floral - Av. Sesquicentenario - Jr. Jorge Basadre

Esta intersección es una intersección en cruz “+” y no se encuentra semaforizada.

En la Figura 34, se muestra los giros de la intersección.

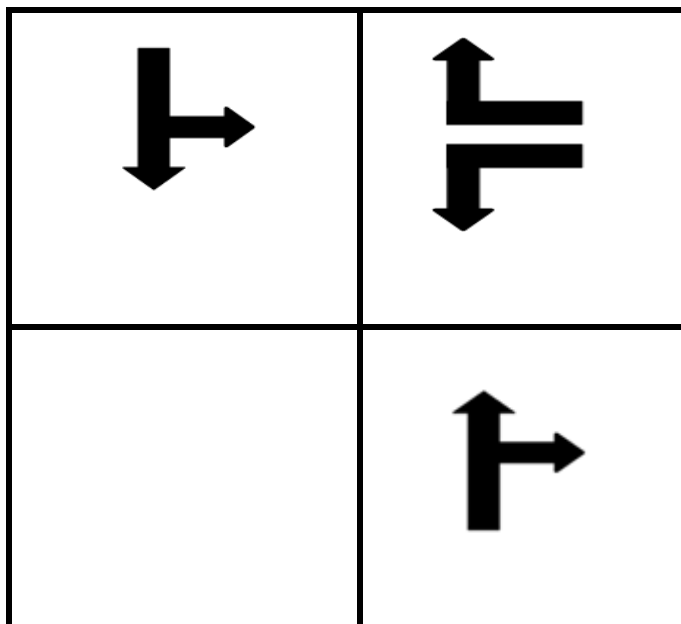


*Figura 34: Giros de la Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre*

*FUENTE: Elaboración propia*

### 3.5.2 Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre

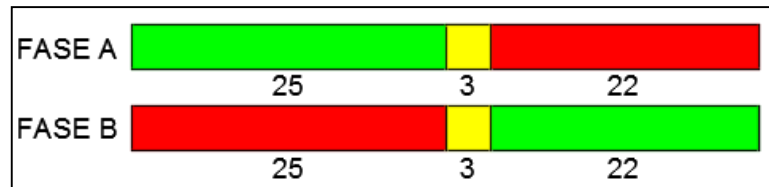
Esta intersección no está semaforizada. En la Figura 35, se muestra los giros de la intersección.



*Figura 35: Giros de la Intersección Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre*  
*FUENTE: Elaboración propia*

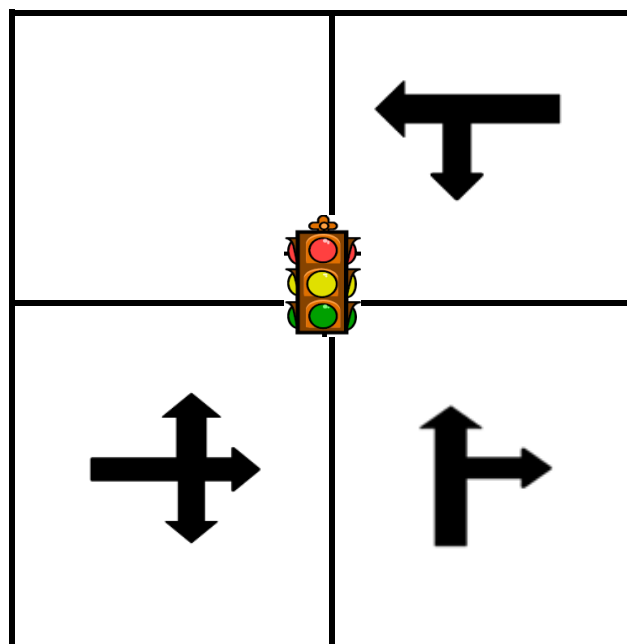
### 3.5.3 Intersección Av. Floral – Av. Costanera

Esta intersección en forma de cruz, esta semaforizada. La fase A da movimiento a las unidades vehiculares que se desplazan por los accesos de SO a NE esta tiene una duración de 25 segundos de verde, 3 de ámbar y 22 de rojo. Asimismo, la fase B en dirección de NE a SO y viceversa tiene un semáforo con un ciclo de 22 segundos de verde y 25 segundos de rojo y 3 segundos de ámbar. En la Figura, se muestra el ciclo semafórico de la intersección.



*Figura 36: Ciclo Semafórico en la Intersección Av. Floral – Av. Costanera*

*FUENTE: Elaboración propia*

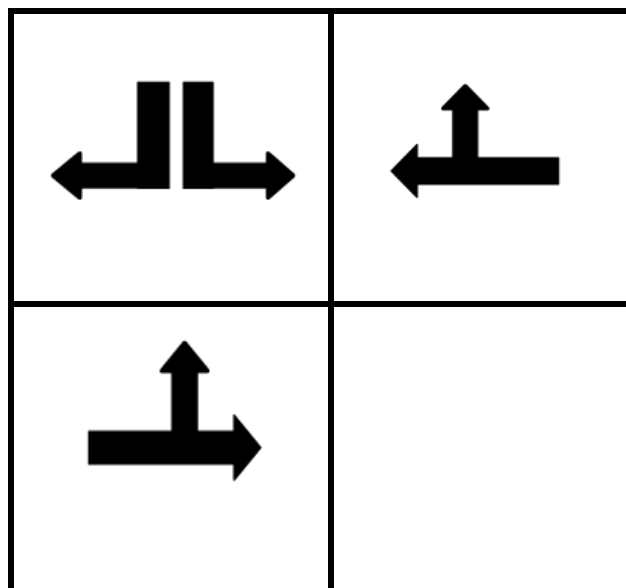


*Figura 37: Giros de la Intersección Av. Floral – Av. Costanera*

*FUENTE: Elaboración propia*

### 3.5.4 Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar

Esta intersección tampoco esta semaforizada. En la Figura 38, se muestra los giros de la intersección.



*Figura 38: Giros de la Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar*  
*FUENTE: Elaboración propia*

### 3.6 AFORO VEHICULAR

Para evaluar el tráfico vehicular que se presenta en todas las intersecciones es necesario estudiar la variabilidad de las unidades vehiculares que se presentan durante el día para hallar los volúmenes que se presentan, así como la **Hora Pico** que se presenta durante el día.

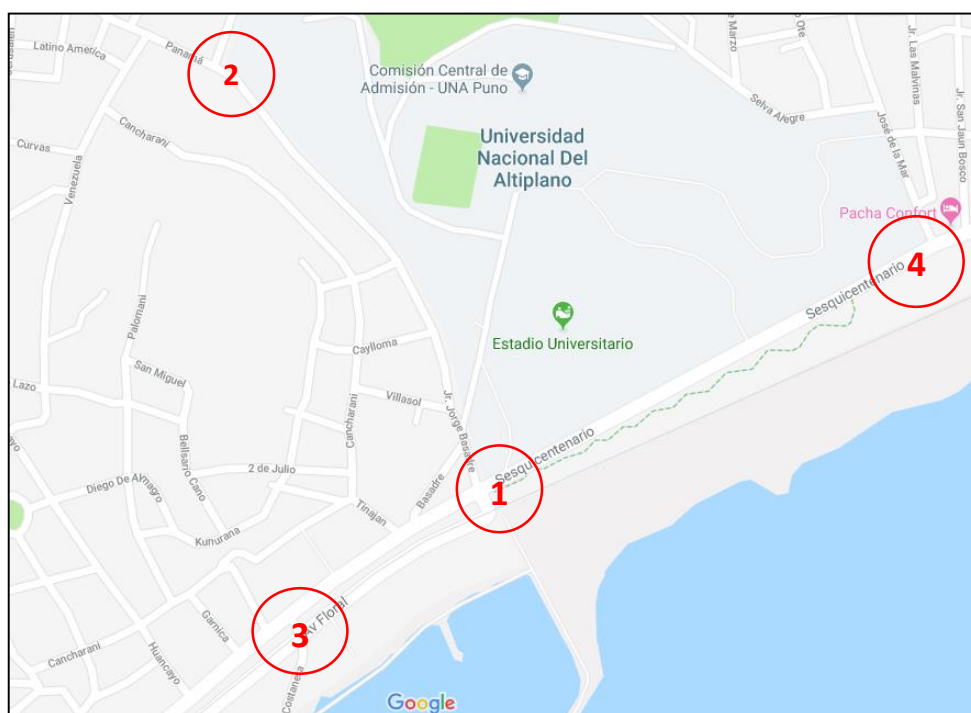
Los aforos vehiculares fueron realizados durante tres días en el mes de septiembre del año 2018 (lunes 24, viernes 28 y domingo 30), durante un periodo de 05 horas por día.

Estos días fueron elegidos teniendo en consideración que son los más representativos, debido a que, es necesario conocer el tráfico en un día de la semana y principalmente los fines de semana donde ocurren los eventos deportivos como es el caso de los partidos que se realizan en Puno.

Los aforos se realizaron a través de conteo manual, para realizar el conteo, se separó en intervalos de 15 minutos en 15 minutos, empezando a las 12:30 pm y terminado a las 17:30 pm. Se tomó en consideración el tipo de vehículo clasificado por autos/taxis, camionetas, combis, bus, camión, moto lineal, moto taxi, triciclo/bicicleta

Enseguida se realizó la conversión a autos directos equivalentes ADE. Finalmente, con estos resultados se halló la hora de máxima demanda, (hora pico) que nos servirá para realizar los cálculos de nuestro proyecto de tesis.

Para el aforo se establecieron estaciones de conteo o puntos de aforo de los volúmenes de tránsito. La siguiente figura muestra la localización de los puntos de aforo y los aforos realizados durante los días de estudio en las intersecciones se encuentra en los anexos.



**Figura 39: Ubicación de las intersecciones de aforo**  
**FUENTE: Elaboración propia mediante Google Maps**

### 3.7 CAPACIDAD DE LA INTERSECCIONES VIALES

Es definida para cada uno de los accesos o grupo de carriles, esta se calcula con la máxima demanda horaria. En el área de estudio transitan gran variedad de vehículos de transporte. Inicialmente se calculó la hora de máxima demanda para flujo mixto, sin embargo, se tuvo el percance que el programa Synchro Studio V10.0 al ser una herramienta de modelación mesoscópica solo permite la modelación mediante autos ligeros. Por esta razón se hará la conversión por tipología de vehículo, mediante la tabla de Autos Directamente Equivalentes (ADE) que se muestra a continuación:

*Tabla 12: Autos directamente equivalentes (ADE)*

<i>Tipología vehicular</i>	<i>UCP</i>
<i>Auto</i>	<i>1.0</i>
<i>Bus</i>	<i>3.0</i>
<i>Camioneta Rural (combi)</i>	<i>1.25</i>
<i>Camión</i>	<i>2.50</i>
<i>Moto taxi</i>	<i>0.75</i>
<i>Moto lineal</i>	<i>0.35</i>

*FUENTE: Elaboración propia tomado del HCM 2010*

Mediante los valores de conversión indicados en la anterior Tabla se procede a calcular la Hora Pico, con esto, la capacidad de cada acceso, tanto para flujo mixto como para ADE. Para los cálculos siguientes se usará la hora pico de los ADE.

Finalmente se calculó el volumen máximo en la hora pico para el tránsito peatonal. En el resumen de aforo vehicular se muestran las tablas de aforos vehiculares y peatonales de las intersecciones en cuestión.

### 3.8 RESUMEN DE AFORO VEHICULAR Y PEATONAL

En las siguientes tablas se muestra un resumen de los aforos tomados durante los días lunes, viernes y domingo. Los cuales están representados en su hora pico.



**Tabla 13: Resumen de aforo vehicular en Hora Pico (lunes)**

<i>INTERSECCION</i>	<i>DIRECCION</i>	<i>HORA INICIO (HORA PICO)</i>	<i>HORA FINAL (HORA PICO)</i>	<i>TOTAL FLUJO MIXTO (HORA PICO)</i>	<i>TOTAL FLUJO ADE (HORA PICO)</i>
<i>Av. Floral-Av.</i>	<i>SO-NE</i>	<i>12:30</i>	<i>13:30</i>	<i>813</i>	<i>903</i>
<i>Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>NE-SO</i>	<i>13:00</i>	<i>14:00</i>	<i>463</i>	<i>511</i>
<i>Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>NE-SO</i>	<i>15:00</i>	<i>16:00</i>	<i>10</i>	<i>9</i>
	<i>NO-SE</i>	<i>15:00</i>	<i>16:00</i>	<i>258</i>	<i>290</i>
	<i>SE-NO</i>	<i>15:00</i>	<i>16:00</i>	<i>250</i>	<i>289</i>
<i>Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>NE-SO</i>	<i>12:45</i>	<i>13:45</i>	<i>790</i>	<i>890</i>
	<i>SO-NE</i>	<i>12:30</i>	<i>13:30</i>	<i>573</i>	<i>659</i>
	<i>SE-NO</i>	<i>12:30</i>	<i>13:30</i>	<i>382</i>	<i>406</i>
<i>Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<i>NE-SO</i>	<i>13:00</i>	<i>14:00</i>	<i>249</i>	<i>268</i>
	<i>NO-SE</i>	<i>16:30</i>	<i>17:30</i>	<i>92</i>	<i>95</i>
	<i>SE-NO</i>	<i>16:30</i>	<i>17:30</i>	<i>297</i>	<i>325</i>

**FUENTE: Elaboración Propia****Tabla 14: Resumen de aforo vehicular en Hora Pico (viernes)**

<i>INTERSECCION</i>	<i>DIRECCION</i>	<i>HORA INICIO (HORA PICO)</i>	<i>HORA FINAL (HORA PICO)</i>	<i>TOTAL FLUJO MIXTO (HORA PICO)</i>	<i>TOTAL FLUJO ADE (HORA PICO)</i>
<i>Av. Floral-Av.</i>	<i>SO-NE</i>	<i>12:45</i>	<i>13:45</i>	<i>819</i>	<i>901</i>
<i>Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>NE-SO</i>	<i>13:00</i>	<i>14:00</i>	<i>571</i>	<i>626</i>
<i>Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>NE-SO</i>	<i>15:00</i>	<i>16:00</i>	<i>8</i>	<i>7</i>
	<i>NO-SE</i>	<i>15:30</i>	<i>16:30</i>	<i>224</i>	<i>252</i>
	<i>SE-NO</i>	<i>15:15</i>	<i>16:15</i>	<i>224</i>	<i>275</i>
<i>Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>NE-SO</i>	<i>13:00</i>	<i>14:00</i>	<i>803</i>	<i>901</i>
	<i>SO-NE</i>	<i>13:00</i>	<i>14:00</i>	<i>722</i>	<i>814</i>
	<i>SE-NO</i>	<i>13:30</i>	<i>14:30</i>	<i>321</i>	<i>347</i>
<i>Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<i>NE-SO</i>	<i>13:00</i>	<i>14:00</i>	<i>521</i>	<i>568</i>
	<i>NO-SE</i>	<i>15:00</i>	<i>16:00</i>	<i>59</i>	<i>62</i>
	<i>SE-NO</i>	<i>13:00</i>	<i>14:00</i>	<i>402</i>	<i>445</i>

**FUENTE: Elaboración Propia**

**Tabla 15: Resumen de aforo vehicular en Hora Pico (Domingo)**

<i>INTERSECCION</i>	<i>DIRECCION</i>	<i>HORA INICIO (HORA PICO)</i>	<i>HORA FINAL (HORA PICO)</i>	<i>TOTAL FLUJO MIXTO (HORA PICO)</i>	<i>TOTAL FLUJO ADE (HORA PICO)</i>
<i>Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>SO-NE</i>	<i>12:30</i>	<i>13:30</i>	<i>456</i>	<i>473</i>
	<i>NE-SO</i>	<i>12:45</i>	<i>13:45</i>	<i>322</i>	<i>336</i>
<i>Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>NE-SO</i>	<i>13:00</i>	<i>14:00</i>	<i>9</i>	<i>7</i>
	<i>NO-SE</i>	<i>13:15</i>	<i>14:15</i>	<i>192</i>	<i>208</i>
	<i>SE-NO</i>	<i>12:30</i>	<i>13:30</i>	<i>186</i>	<i>194</i>
<i>Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>NE-SO</i>	<i>13:15</i>	<i>14:15</i>	<i>550</i>	<i>576</i>
	<i>SO-NE</i>	<i>12:45</i>	<i>13:45</i>	<i>306</i>	<i>346</i>
	<i>SE-NO</i>	<i>13:45</i>	<i>14:45</i>	<i>502</i>	<i>551</i>
<i>Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<i>NE-SO</i>	<i>16:30</i>	<i>17:30</i>	<i>247</i>	<i>280</i>
	<i>NO-SE</i>	<i>16;15</i>	<i>17:15</i>	<i>59</i>	<i>63</i>
	<i>SE-NO</i>	<i>12:30</i>	<i>13:30</i>	<i>264</i>	<i>270</i>

**FUENTE: Elaboración Propia**

En la siguiente Tabla se presenta un resumen de aforo peatonal en el cual se analiza la intersección de estudio “Av. Floral-Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre”. En el resumen se muestra el tráfico peatonal durante la Hora Pico.

**Tabla 16. Resumen de aforo Peatonal en Hora Pico (viernes)**

<i>Hora de control</i>		<i>Jr. Jorge Basadre</i>		<i>Av. Sesquicentenario</i>		<i>Av. Floral</i>		<i>Jr. Jorge Basadre</i>		<i>suma</i>	<i>suma H.P.</i>
<i>12:30</i>	<i>12:45</i>	<i>162</i>	<i>105</i>	<i>25</i>	<i>20</i>	<i>13</i>	<i>10</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>344</i>	
<i>12:45</i>	<i>13:00</i>	<i>139</i>	<i>88</i>	<i>35</i>	<i>25</i>	<i>18</i>	<i>13</i>	<i>7</i>	<i>5</i>	<i>330</i>	
<i>13:00</i>	<i>13:15</i>	<i>251</i>	<i>137</i>	<i>42</i>	<i>39</i>	<i>21</i>	<i>20</i>	<i>8</i>	<i>7</i>	<i>525</i>	
<i>13:15</i>	<i>13:30</i>	<i>223</i>	<i>93</i>	<i>26</i>	<i>45</i>	<i>13</i>	<i>23</i>	<i>5</i>	<i>9</i>	<i>437</i>	<i>1636</i>
		<i>1198</i>		<i>257</i>		<i>131</i>		<i>50</i>			

**FUENTE: Elaboración Propia**



*Figura 40: Conteo vehicular en intersecciones*

*FUENTE: Elaboración Propia*

En los anexos se presenta los diagramas de flujo, los cuadros de aforo vehicular y peatonal de manera más detallada.

### **3.9 SEÑALIZACION**

#### **3.9.1 Señalización horizontal**

Según el (Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016) la señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

Seguidamente, se presenta la señalización horizontal existente en el área de estudio. En la mayoría de los casos se presentó una carencia en la asignación de las señales horizontales en las intersecciones de estudio.

En la Figura 41, se observar un reductor de velocidad (Resalto de Sección Circular) esto en la intersección de la Av. Floral con la Av. Costanera, como también se puede apreciar la ausencia de semaforización en dicha intersección.



**Figura 41: Reductor de velocidad del tipo sección circular (1)**

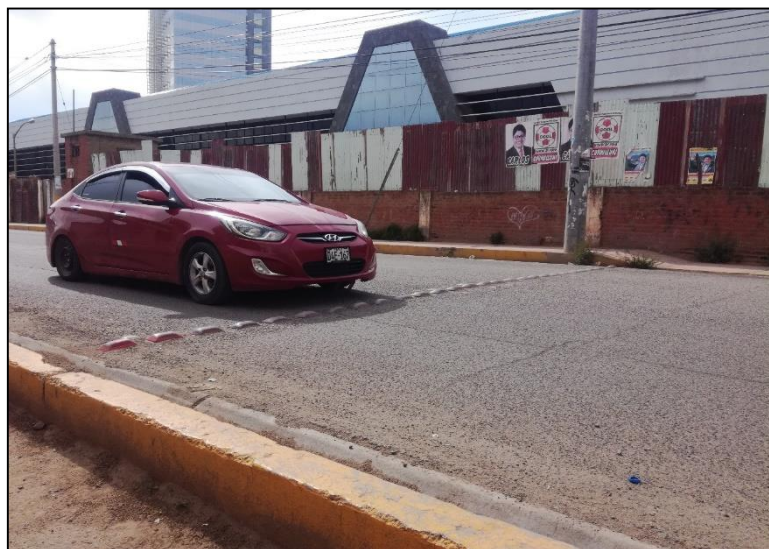
**FUENTE: Elaboración Propia**

En la Figura 42, se observar un reductor de velocidad (Resalto de Sección Circular) esto en la intersección de la Av. Floral con la Av. Sesquicentenario, como también se puede apreciar la ausencia de semaforización en dicha intersección.



*Figura 42: Reductor de velocidad del tipo sección circular (2)*

*FUENTE: Elaboración Propia*



*Figura 43: Reductor de velocidad del tipo tachón*

*FUENTE: Elaboración Propia*

### 3.9.2 Señalización vertical

Según el (Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, 2016) las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el

camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos en este manual.

- **Función:** Siendo la función de las señales verticales, la de reglamentar, prevenir e informar al usuario de la vía, su utilización es fundamental principalmente en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no siempre son evidentes.

A continuación, se presenta la señalización vertical existente en el área de estudio. En la mayoría de los casos se presentó una carencia en la asignación de las señales verticales en las intersecciones de estudio.

En la Figura 44, se puede apreciar una señalización vertical que es transitoria en la Av. Sesquicentenario.



**Figura 44: Señales Transitorias**

**FUENTE: Elaboración Propia**

En la Figura 45, se puede apreciar una señalización vertical el cual indica una señal de cruce ferroviario en la Av. Floral.



*Figura 45: Señal cruce ferroviario*

*FUENTE: Elaboración Propia*

En la Figura 46, se puede apreciar que la intersección de la Av. Costanera con Av. Floral cuenta con semaforización.



*Figura 46: Dispositivo de control de tránsito (Semáforo)*

*FUENTE: Elaboración Propia*

### 3.10 TIPOS DE TRANSPORTE

En el conteo vehicular en las intersecciones de estudio se observó que hay diferentes tipos de transporte que se desplazan en la zona de estudio, a continuación, en las Figuras 47, 48, 49, 50 y 51 se mostrara los diferentes tipos de vehículos que transitan en la zona:



*Figura 47: Autos y taxis*

*FUENTE: Elaboración Propia*



*Figura 48: Combi*

*FUENTE: Elaboración Propia*





*Figura 49: Mototaxi*

*FUENTE: Elaboración Propia*



*Figura 50: Motocicleta*

*FUENTE: Elaboración Propia*



*Figura 51. Bus*

*FUENTE: Elaboración Propia*

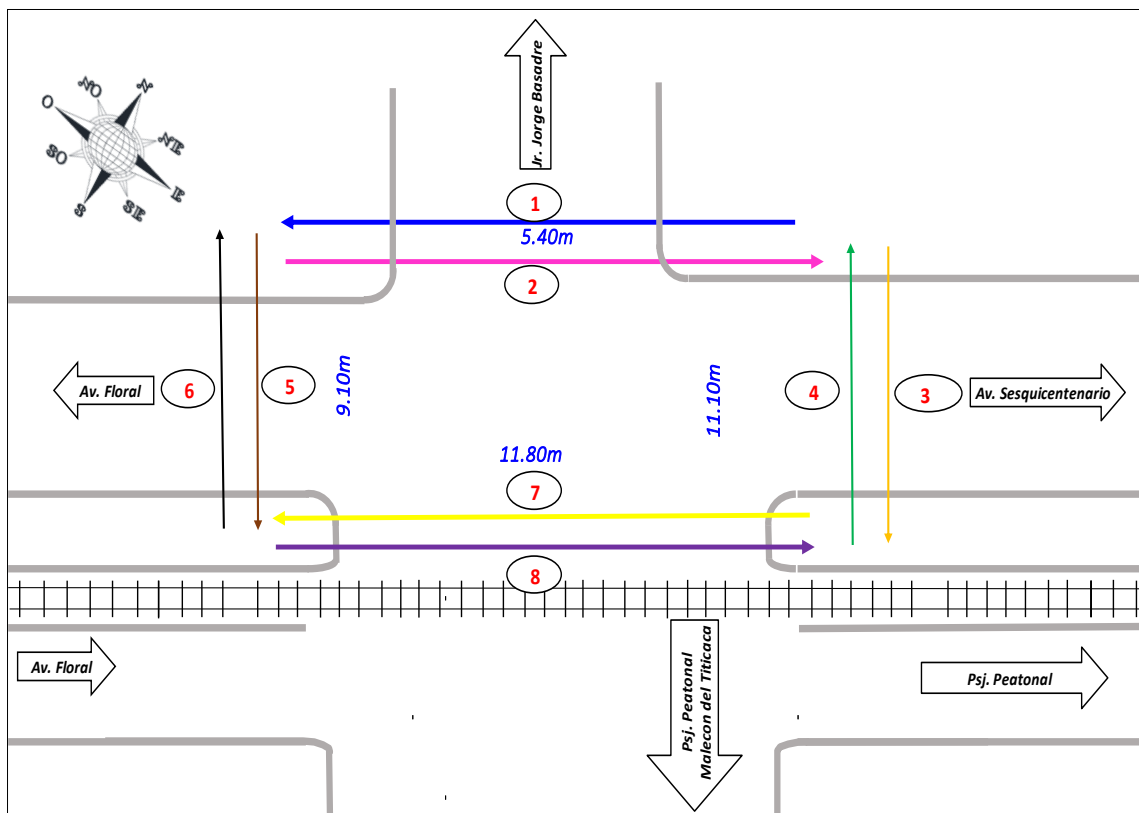
### **3.11 EVALUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DEL PROYECTO**

Se procedió a la evaluación del estado actual de la intersección principal como es la Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre y demás intersecciones, mediante la información recopilada en los capítulos anteriores, para esto se utilizará el programa Synchro Studio 10.0 el cual nos permitirá obtener datos como el flujo de saturación (S), nivel de servicio (LOS), capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU), así como otros datos relevantes para el proyecto.

Así mismo se modeló virtualmente el área de estudio en la actualidad 2018 y proyectarnos hacia el futuro en el año 2038, dándonos de esta manera una noción clara de la situación y problemas que se presentarán en ese contexto.

**3.11.1 Evaluación actual peatonal**

Para la evaluación de impacto peatonal se analizó solo la intersección Av. Floral – Av. Sesquicentenario – Jr. Jorge Basadre, porque es la intersección más alejada de acceso al estadio. En la Figura 52, se puede observar el flujograma peatonal, en el cual se indica la circulación el tránsito peatonal estudiado. De acuerdo a este flujograma es que recogen datos en campo del aforo peatonal.



**Figura 52: Flujograma de tránsito peatonal**  
**FUENTE: Elaboración Propia**

A continuación, se presenta el resumen de aforo peatonal que se muestra en la Tabla 17, donde se muestra la suma de tránsito peatonal por cada calle. En los anexos se adjunta el aforo completo y su flujograma de estudio más detallado.

**Tabla 17: Resumen de aforo Peatonal en Hora Pico en la intersección Av. Floral – Av. Sesquicentenario – Jr. Jorge Basadre**

Hora de control		Jr. Jorge Basadre (1 – 2)		Av. Sesquicentenario (4 – 3)		Av. Floral (5 – 6)		Jr. Jorge Basadre (7 – 8))		suma	suma H.P.
12:30	12:45	162	105	25	20	13	10	5	4	<b>344</b>	
12:45	13:00	139	88	35	25	18	13	7	5	<b>330</b>	
13:00	13:15	251	137	42	39	21	20	8	7	<b>525</b>	
13:15	13:30	223	93	26	45	13	23	5	9	<b>437</b>	<b>1636</b>
		<b>1198</b>		<b>257</b>		<b>131</b>		<b>50</b>			

**FUENTE: Elaboración Propia**

En la Tabla 18, se observa un resumen y el criterio utilizado para el cálculo de nivel de servicio peatonal en la acera estudiada. Y en la Tabla 19, se obtienen los resultados de los niveles de servicio peatonal en la intersección del Av. Floral – Av. Sesquicentenario – Jr. Jorge Basadre de acuerdo al criterio de la Tabla 18.

**Tabla 18: Resumen de características del flujo de Peatones en Aceras**

NIVELES DE SERVICIO						
Características	A	B	C	D	E	F
<b>Ratio Flujo (Peatón/min/pie)</b>	<b>menos 5</b>	<b>5-7</b>	<b>7-10</b>	<b>10-15</b>	<b>15-23</b>	<b>Variable</b>

**FUENTE: Elaboración propia tomado del texto “Urban Transportation System”, 2004.**

**Tabla 19: Calculo del nivel de servicio peatonal por calle**

	Jr. Jorge Basadre (1 – 2)	Av. Sesquicentenario (4 – 3)	Av. Floral (5 – 6)	Jr. Jorge Basadre (7 – 8))
<b>Peatones por H.P.</b>	1198	257	131	50
<b>Peatones por min.</b>	19.97	4.28	2.18	0.83
<b>Distancia del paso peatonal:</b>	5.40 m	11.10 m	9.10 m	11.80 m
	18 pie	37 pie	30 pie	39 pie
<b>Flujo (Peatón/min/pie)</b>	1.06	0.12	0.07	0.02
<b>Nivel de Servicio</b>	A	A	A	A

**FUENTE: Elaboración propia**

En el paso peatonal del Jr. Jorge Basadre (1 – 2), Av. Sesquicentenario (4 – 3), Av. Floral (5 – 6) y Jr. Jorge Basadre (7 – 8): Se muestra un nivel de servicio A el cual representa las condiciones de flujo peatonal libre. Existe libertad para transitar tranquilamente sobre el paso peatonal.

### 3.11.2 Evaluación actual vehicular

Con la información recopilada en los apartados anteriores, como el diseño geométrico de las intersecciones, el tipo de transporte imperante en la zona, los aforos vehiculares y peatonales, se procedió a obtener resultados como el flujo de saturación (S), nivel de servicio (LOS), capacidad de funcionamiento de intersecciones (ICU), mediante el programa Synchro Studio 10.0 el cual usa como base para sus cálculos el HCM (Highway Capacity Manual 2010).

A continuación, se presentan las tablas, para la calificación de los niveles de servicio en intersecciones semaforizadas, no semaforizadas y de la misma manera según los parámetros (ICU).

*Tabla 20: Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas*

<i>Nivel de servicio en intersecciones Semaforizadas</i>		
<i>Demora por vehículos</i>	<i>Relación V/C</i>	
	$\leq 1$	$> 1$
$\leq 10$	A	F
$> 10 - \leq 20$	B	F
$> 20 - \leq 35$	C	F
$> 35 - \leq 55$	D	F
$> 55 - \leq 80$	E	F
$> 80$	F	F

*FUENTE: Tomado del Manual programa Synchro Studio 10.0*

**Tabla 21: Nivel de servicio en intersecciones No semaforizadas**

<b>Nivel de servicio en intersecciones no Semaforizadas</b>		
<b>Demora por vehículos</b>	<b>Relación V/C</b>	
	$\leq 1$	$>1$
$\leq 10$	A	F
$> 10 - \leq 15$	B	F
$> 15 - \leq 25$	C	F
$> 25 - \leq 35$	D	F
$> 35 - \leq 50$	E	F
$> 50$	F	F

**FUENTE: Tomado del Manual programa Synchro Studio 10.0****Tabla 22: Nivel de servicio según Capacidad de Funcionamiento de la Intersección (ICU)**

<b>Nivel de servicio ICU</b>	
<b>ICU</b>	<b>LOS</b>
$< 55 \%$	A
55 % - 64 %	B
64 % - 73 %	C
73 % - 82 %	D
82 % - 91 %	E
91 % - 100 %	F
100 % - 109 %	G
$> 109 \%$	H

**FUENTE: Tomado del Manual programa Synchro Studio 10.0**

Se muestran los resultados obtenidos mediante el programa Synchro Studio 10.0 respecto a la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre y las intersecciones influyentes.

### 3.11.2.1 Resultados del programa Synchro Studio 10.0 – Evaluación Actual

Luego de introducir los datos requeridos al programa Synchro Studio 10.0 obtenemos la *capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU)* el cual se muestra a continuación:

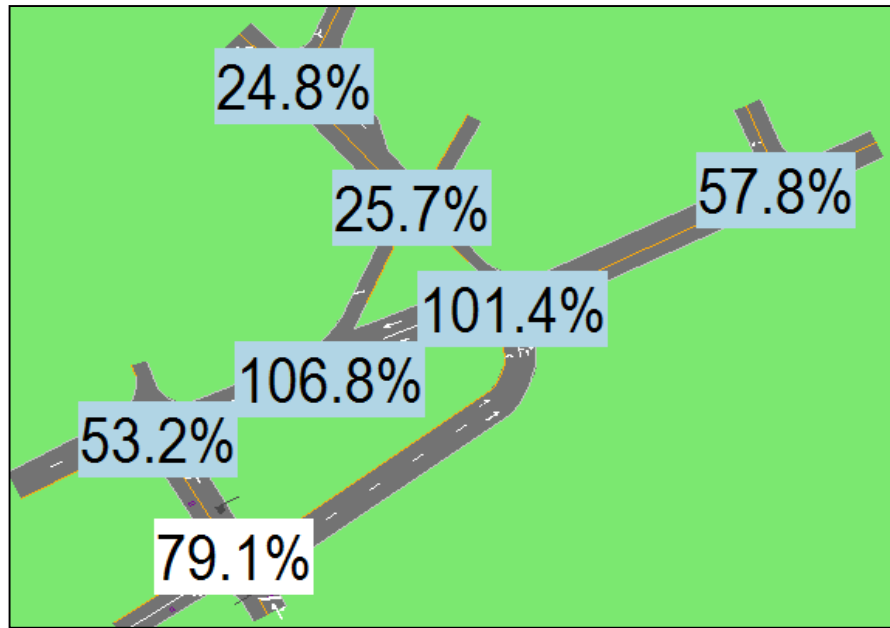


Figura 53: Capacidad de funcionamiento de intersección (ICU) - del proyecto actual (viernes)  
 FUENTE: Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0

Tabla 23: Resultados del análisis en el en el programa Synchro Studio 10.0 en la Intersección  
 Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre

	↖	→	↘	↙	←	↖	↙	↑	↘	↘	↓	↙
Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations					↖		↙	↖				
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	587	39	90	366	445	0	0	0
Future Volume (vph)	0	0	0	0	587	39	90	366	445	0	0	0
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.6	3.6	3.6	3.6	4.8	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)		0%			1%			-1%			0%	
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt					0.992			0.918				
Flt Protected							0.950					
Satd. Flow (prot)	0	0	0	0	2084	0	1778	1719	0	0	0	0
Flt Permitted							0.950					
Satd. Flow (perm)	0	0	0	0	2084	0	1778	1719	0	0	0	0
Link Speed (k/h)		50			50			50			50	
Link Distance (m)		35.7			74.8			16.4			29.8	
Travel Time (s)		2.6			5.4			1.2			2.1	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	0	0	0	0	638	42	98	398	484	0	0	0
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	680	0	98	882	0	0	0	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		0.0			0.0			3.6			3.6	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.00	1.00	1.00	1.01	0.85	1.01	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25		15	25		15	25		15
Sign Control		Free			Free			Free			Free	
<b>Intersection Summary</b>												
Area Type:	Other											
Control Type:	Unsignalized											
Intersection Capacity Utilization	101.4%						ICU Level of Service G					

FUENTE: Resultados mediante en el programa Synchro Studio 10.0

Tabla 24: Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar

Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	31	414	567	2	3	59
Future Volume (vph)	31	414	567	2	3	59
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.3	2.9	2.9
Grade (%)		-1%	1%		-1%	
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fr <sub>t</sub>					0.871	
Fl <sub>t</sub> Protected		0.996			0.998	
Satd. Flow (prot)	0	1802	1792	0	1501	0
Fl <sub>t</sub> Permitted		0.996			0.998	
Satd. Flow (perm)	0	1802	1792	0	1501	0
Link Speed (k/h)		50	50		50	
Link Distance (m)		74.8	25.0		21.2	
Travel Time (s)		5.4	1.8		1.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	34	450	616	2	3	64
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	484	618	0	67	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Left	Right	Left	Right
Median Width(m)		0.0	0.0		2.9	
Link Offset(m)		0.0	0.0		0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8	4.8		4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.04	1.04	1.05	1.05	1.10	1.10
Turning Speed (k/h)	25			15	25	15
Sign Control		Free	Free		Free	
<b>Intersection Summary</b>						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	57.8%			ICU Level of Service B		
Analysis Period (min)	15					

FUENTE: Resultados mediante en el programa Synchro Studio 10.0



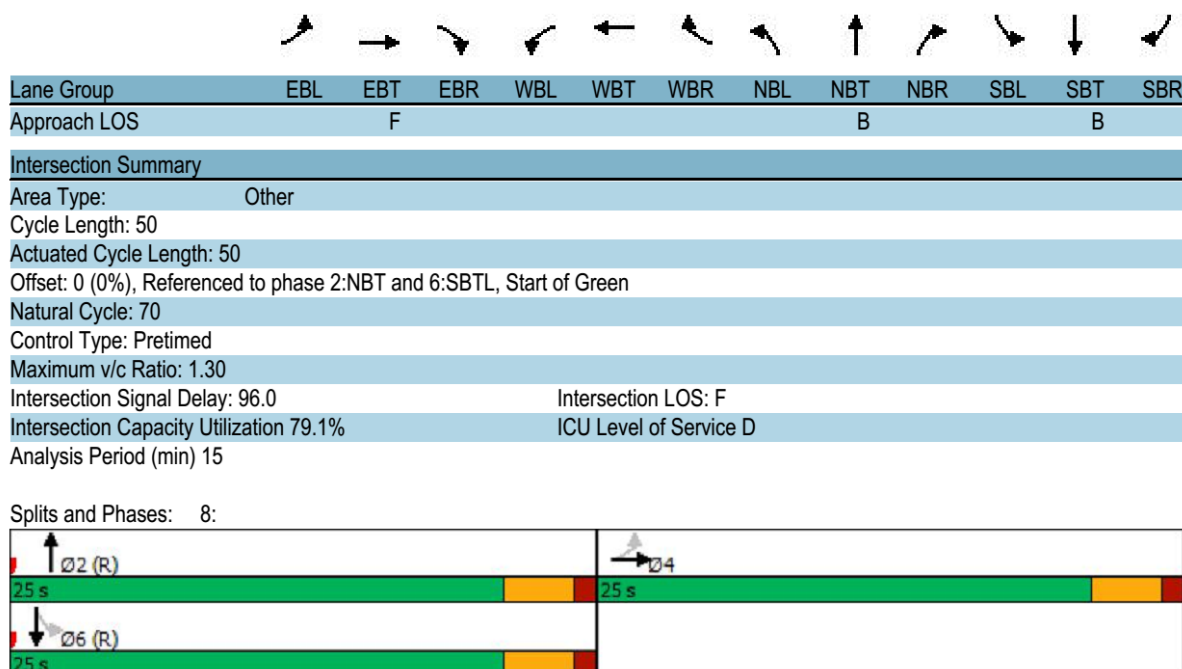
Tabla 25: Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre

Lane Group	SBL	SBR	SEL	SET	NWT	NWR
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	6	1	2	251	235	40
Future Volume (vph)	6	1	2	251	235	40
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	2.8	2.8	4.8	4.8	4.8	3.6
Grade (%)	-1%			-1%	1%	
Storage Length (m)	0.0	0.0	0.0			10.0
Storage Lanes	1	0	0			1
Taper Length (m)	7.5		7.5			
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.983					0.850
Flt Protected	0.958					
Satd. Flow (prot)	1606	0	0	2122	2101	1575
Flt Permitted	0.958					
Satd. Flow (perm)	1606	0	0	2122	2101	1575
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	22.5			17.6	39.4	
Travel Time (s)	1.6			1.3	2.8	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	7	1	2	273	255	43
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	8	0	0	275	255	43
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	2.8			0.0	0.0	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	1.12	1.12	0.84	0.84	0.85	1.01
Turning Speed (k/h)	25	15	25			15
Sign Control	Free			Free	Free	
<b>Intersection Summary</b>						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	24.8%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

FUENTE: Resultados mediante en el programa Synchro Studio 10.0

Tabla 26: Intersección Av. Floral – Av. Costanera

Lane Group	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lane Configurations												
Traffic Volume (vph)	22	847	28	0	0	0	0	280	45	9	359	0
Future Volume (vph)	22	847	28	0	0	0	0	280	45	9	359	0
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.0	3.0	3.0	3.6	3.6	3.6	4.8	4.8	4.8	3.6	3.6	3.6
Grade (%)		-1%			0%			0%			0%	
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Fr <sub>t</sub>		0.995						0.981				
Flt Protected	0.950											0.999
Satd. Flow (prot)	1660	1739	0	0	0	0	0	2071	0	0	1861	0
Flt Permitted	0.950										0.990	
Satd. Flow (perm)	1660	1739	0	0	0	0	0	2071	0	0	1844	0
Right Turn on Red			Yes				Yes		Yes			Yes
Satd. Flow (RTOR)		4						20				
Link Speed (k/h)		50			50			50			50	
Link Distance (m)		31.9			65.1			16.1			14.4	
Travel Time (s)		2.3			4.7			1.2			1.0	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Adj. Flow (vph)	24	921	30	0	0	0	0	304	49	10	390	0
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	24	951	0	0	0	0	0	353	0	0	400	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right
Median Width(m)		3.0			3.0			0.0			0.0	
Link Offset(m)		0.0			0.0			0.0			0.0	
Crosswalk Width(m)		4.8			4.8			4.8			4.8	
Two way Left Turn Lane												
Headway Factor	1.09	1.09	1.09	1.00	1.00	1.00	0.85	0.85	0.85	1.00	1.00	1.00
Turning Speed (k/h)	25		15	25			15	25		15	25	15
Turn Type	Perm	NA						NA		Perm	NA	
Protected Phases		4						2			6	
Permitted Phases	4									6		
Minimum Split (s)	22.5	22.5						22.5		22.5	22.5	
Total Split (s)	25.0	25.0						25.0		25.0	25.0	
Total Split (%)	50.0%	50.0%						50.0%		50.0%	50.0%	
Maximum Green (s)	21.0	21.0						21.0		21.0	21.0	
Yellow Time (s)	3.0	3.0						3.0		3.0	3.0	
All-Red Time (s)	1.0	1.0						1.0		1.0	1.0	
Lost Time Adjust (s)	0.0	0.0						0.0		0.0	0.0	
Total Lost Time (s)	4.0	4.0						4.0		4.0	4.0	
Lead/Lag												
Lead-Lag Optimize?												
Walk Time (s)	7.0	7.0						7.0		7.0	7.0	
Flash Dont Walk (s)	11.0	11.0						11.0		11.0	11.0	
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0						0		0	0	
Act Effct Green (s)	21.0	21.0						21.0		21.0	21.0	
Actuated g/C Ratio	0.42	0.42						0.42		0.42	0.42	
v/c Ratio	0.03	1.30						0.40		0.52	0.52	
Control Delay	8.8	164.4						11.2		13.5	13.5	
Queue Delay	0.0	0.0						0.0		0.0	0.0	
Total Delay	8.8	164.4						11.2		13.5	13.5	
LOS	A	F						B		B	B	
Approach Delay		160.6						11.2		13.5	13.5	



*FUENTE: Resultados mediante en el programa Synchro Studio 10.0*

Se puede apreciar en el análisis realizado por el programa, este arroja valores distintos los cuales son (*En adelante los resultados del programa Synchro Studio 10.0 de todos los análisis posteriores se adjuntan en los anexos de la presente investigación*):

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 101.4 %

El valor mostrado nos da a entender que la demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y que dicha intersección se encuentra en grado de saturación en la hora pico.

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

ICU: 24.8 %

Un ICU por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día, tal es el caso de la intersección mencionada.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

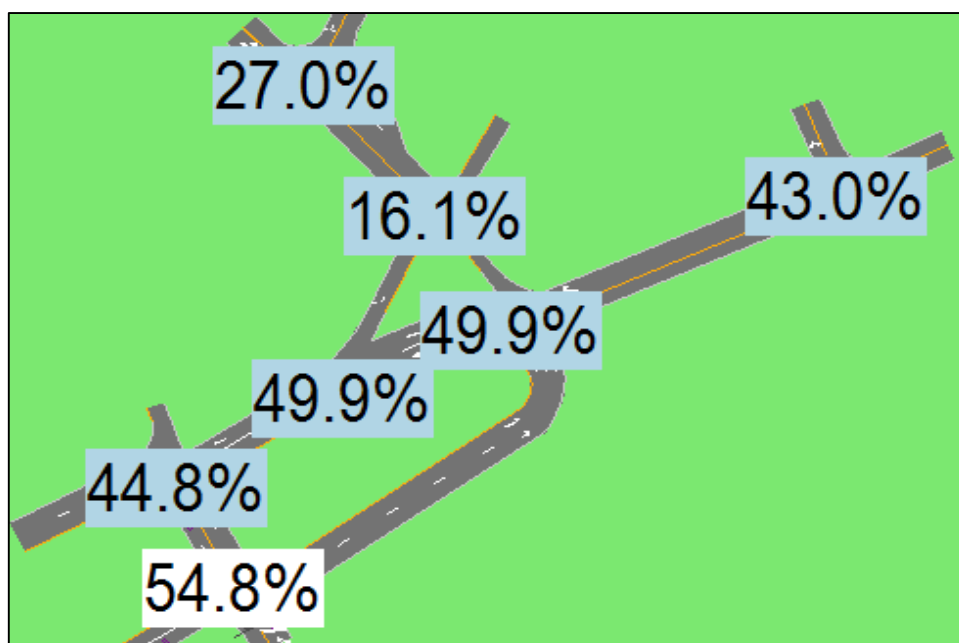
ICU: 79.1 %

La demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 57.8 %

Al igual que la intersección Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre la demanda vehicular que circulara por la intersección no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.



*Figura 54: Capacidad de funcionamiento de intersección (ICU) - del proyecto actual (Domingo)*

*FUENTE: Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0*

Así mismo para el día domingo estos valores son:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 49.9 %

Un ICU por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día, tal es el caso de la intersección mencionada.

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

ICU: 27.0 %

La demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

ICU: 54.8 %

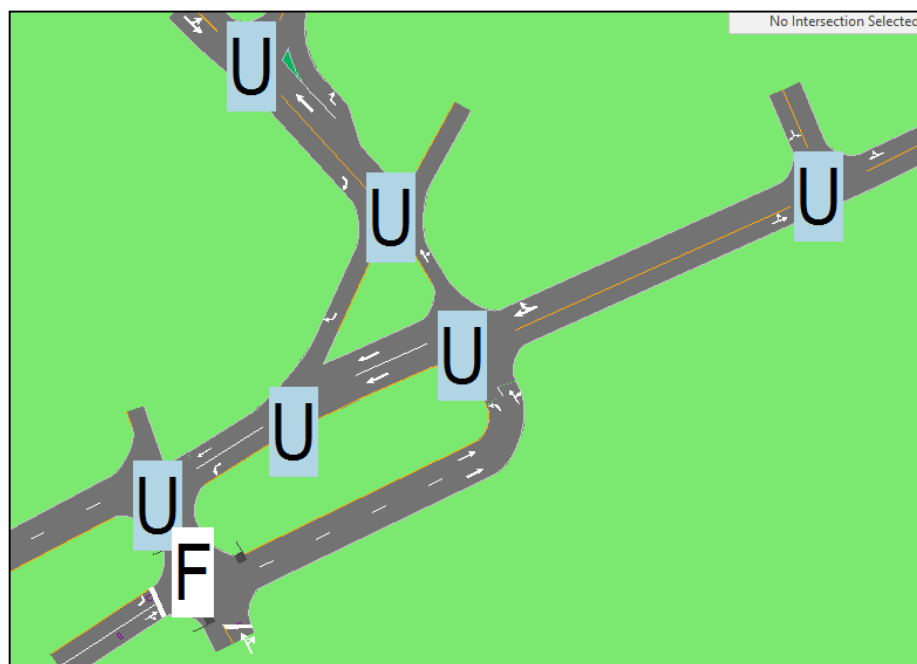
La demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 43.0 %

Al igual que la intersección Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre la demanda vehicular que circulara por la intersección no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.

A continuación, se muestra el Nivel de Servicio de las intersecciones en estudio, tanto para el día viernes como para el día domingo:



*Figura 55: Nivel de Servicio (LOS) del proyecto actual (Día Viernes)*  
**FUENTE: Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0**

Como se aprecia en el análisis del programa este arroja los siguientes Niveles de Servicio:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “F” el cual indica el colapso de dicha intersección en horas punta.

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “A” el cual indica que existe una buena condición de flujo libre. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

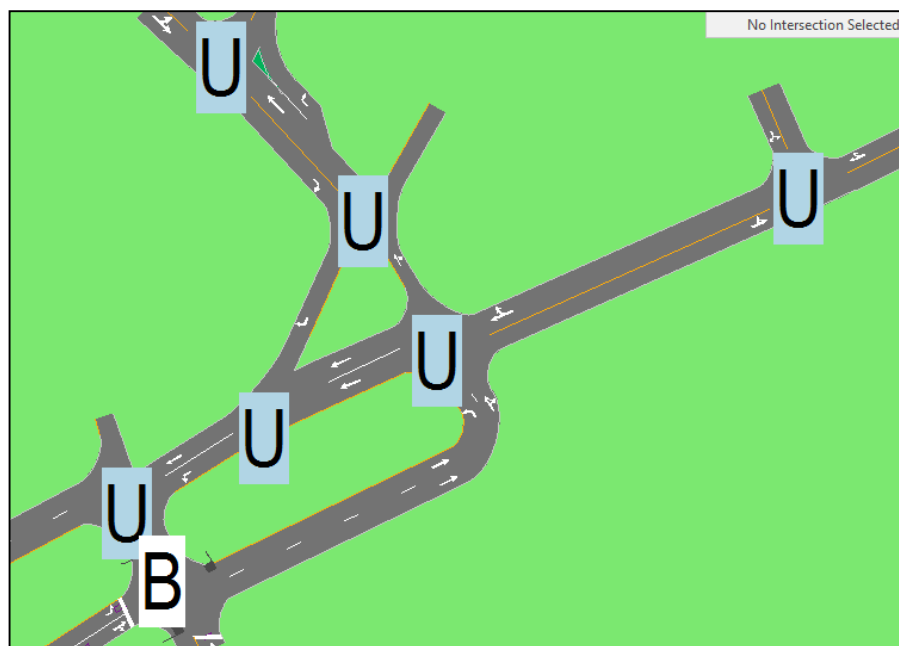
Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación solo a ciertas horas punta.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ B ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “B” el cual indica que la presencia de otros usuarios es notable y la selección de velocidad es relativamente poco afectada, pero hay un poco descenso en la libertad de maniobrar.



*Figura 56: Nivel de Servicio (LOS) del proyecto actual (Día Domingo)*  
*FUENTE: Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0*

Para el día domingo se presentan los siguientes valores:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “A” el cual indica que existe una buena condición de flujo libre. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.



- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “A” el cual indica que existe una buena condición de flujo libre. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Nivel de Servicio (LOS): “ B ”

En un nivel de servicio como este, la presencia de otros usuarios es notable y la selección de velocidad es relativamente poco afectada, pero hay un poco descenso en la libertad de maniobrar.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “A” el cual indica que existe una buena condición de flujo libre. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos:

**Tabla 27: Resumen de las intersecciones del proyecto en evaluación actual (viernes)**

<b>Cuadro resumen de datos obtenidos</b>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>No semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg.)</b>	-----	-----	50	-----
<b>Nivel de servicio</b>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>B</i>
<b>ICU</b>	<i>101 %</i>	<i>25 %</i>	<i>79 %</i>	<i>58 %</i>

**FUENTE:** *Elaboración propia*

**Tabla 28: Resumen de las intersecciones del proyecto en evaluación actual (domingo)**

<b>Cuadro resumen de datos obtenidos</b>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>No semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg.)</b>	-----	-----	50	-----
<b>Nivel de servicio</b>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>
<b>ICU</b>	<i>49.9 %</i>	<i>27.0 %</i>	<i>54.8 %</i>	<i>43.0 %</i>

**FUENTE:** *Elaboración propia*

### 3.11.3 Evaluación futura

Una vez conocido la situación actual de las intersecciones en estudio, a continuación, pasamos a realizar la proyección al año 2038, para eso se requiere usar la tasa de crecimiento vehicular anual dichos datos se obtuvieron del MTC.

**Tabla 29: Tasa de Crecimiento Vehicular en Puno**

<i>Tipo de vehículo</i>	<i>2002</i>	<i>2016</i>	<i>Tasa promedio Anual</i>
<i>Automóvil</i>	<i>3569</i>	<i>8711</i>	<i>0.47 %</i>
<i>Station wagon</i>	<i>2813</i>	<i>8867</i>	<i>0.61 %</i>
<i>Camioneta</i>	<i>2790</i>	<i>4740</i>	<i>0.28 %</i>
<i>Combi</i>	<i>7110</i>	<i>14029</i>	<i>0.36 %</i>
<i>Ómnibus</i>	<i>1414</i>	<i>2562</i>	<i>0.31 %</i>
<i>Camión</i>	<i>4145</i>	<i>4887</i>	<i>0.08 %</i>
<i>Remolcador</i>	<i>282</i>	<i>297</i>	<i>0.03 %</i>
<i>Remolcador y semirremolque</i>	<i>187</i>	<i>357</i>	<i>0.34 %</i>
<i>Moto lineal</i>	<i>652</i>	<i>5275</i>	<i>0.86 %</i>
<i>moto taxi</i>	<i>477</i>	<i>5275</i>	<i>1.63 %</i>

**FUENTE:** *Elaboración propia tomado de los datos estadísticos del MTC*

Mediante los valores de Tasa Promedio Anual se procede a proyectar el crecimiento vehicular en 20 años mediante la siguiente ecuación:

$$F = P * (1 + T)^n$$

*Donde:*

*F=crecimiento vehicular futuro*

*P=crecimiento vehicular actual*

*T=tasa de crecimiento vehicular anual*

*N=número de años proyectado*

**Tabla 30: Resumen de crecimiento vehicular (2038) en Hora Pico (viernes)**

INTERSECCION	DIRECCION	HORA	HORA	TOTAL	TOTAL
		INICIO (HORA PICO)	FINAL (HORA PICO)	FLUJO MIXTO (HORA PICO)	FLUJO ADE (HORA PICO)
Av. Floral-Av.	SO-NE	12:45	13:45	<b>949</b>	<b>1031</b>
Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre	NE-SO	13:00	14:00	<b>662</b>	<b>719</b>
Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre	NE-SO	15:00	16:00	<b>9</b>	<b>8</b>
	NO-SE	15:30	16:30	<b>256</b>	<b>285</b>
	SE-NO	15:15	16:15	<b>254</b>	<b>307</b>
Av. Floral – Av. Costanera	NE-SO	13:00	14:00	<b>935</b>	<b>1031</b>
	SO-NE	13:00	14:00	<b>831</b>	<b>924</b>
	SE-NO	13:30	14:30	<b>380</b>	<b>405</b>
Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar	NE-SO	13:00	14:00	<b>605</b>	<b>653</b>
	NO-SE	15:00	16:00	<b>68</b>	<b>71</b>
	SE-NO	13:00	14:00	<b>461</b>	<b>506</b>

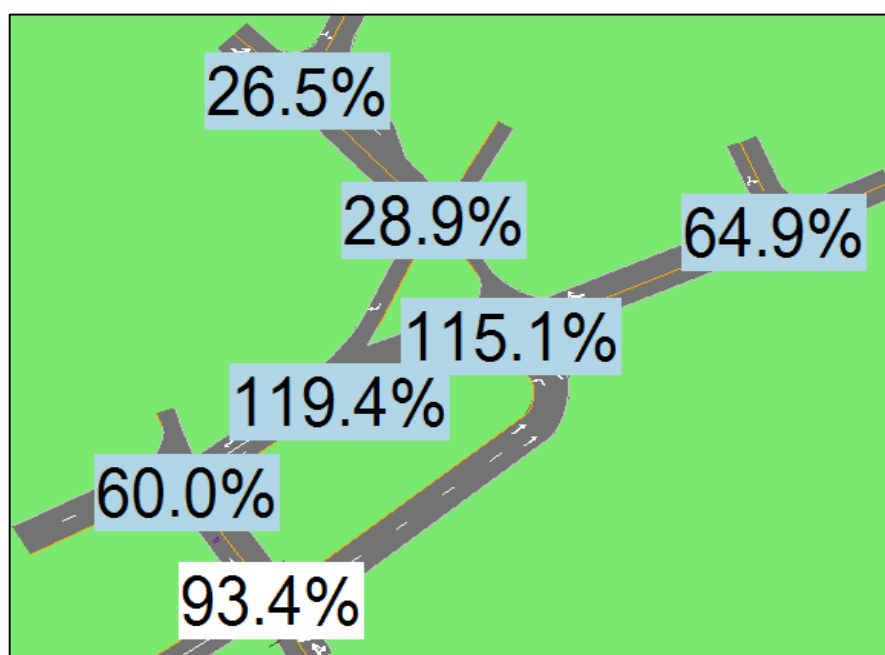
**FUENTE: Elaboración Propia****Tabla 31: Resumen de crecimiento vehicular (2038) en Hora Pico (domingo)**

INTERSECCION	DIRECCION	HORA	HORA	TOTAL	TOTAL
		INICIO (HORA PICO)	FINAL (HORA PICO)	FLUJO MIXTO (HORA PICO)	FLUJO ADE (HORA PICO)
Av. Floral-Av.	SO-NE	12:30	13:30	<b>534</b>	<b>549</b>
Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre	NE-SO	12:45	13:45	<b>377</b>	<b>390</b>
Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre	NE-SO	13:00	14:00	<b>11</b>	<b>8</b>
	NO-SE	13:15	14:15	<b>223</b>	<b>238</b>
	SE-NO	12:30	13:30	<b>218</b>	<b>225</b>
Av. Floral – Av. Costanera	NE-SO	13:15	14:15	<b>645</b>	<b>670</b>
	SO-NE	12:45	13:45	<b>350</b>	<b>391</b>
	SE-NO	13:45	14:45	<b>591</b>	<b>639</b>
Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar	NE-SO	16:30	17:30	<b>281</b>	<b>315</b>
	NO-SE	16:15	17:15	<b>68</b>	<b>72</b>
	SE-NO	12:30	13:30	<b>309</b>	<b>314</b>

**FUENTE: Elaboración Propia**

### 3.11.3.1 Resultados del programa Synchro Studio 10.0 – Evaluación a Futuro

Luego de introducir los datos requeridos al programa Synchro Studio 10.0 obtenemos la *capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU)* el cual se muestra a continuación:



*Figura 57: Capacidad de funcionamiento de intersección (ICU) - del proyecto a futuro (viernes)*

*FUENTE: Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0*

Se puede apreciar en el análisis realizado por el programa, este arroja valores distintos los cuales son:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 115.1 %

El valor mostrado nos da a entender que la demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y que dicha intersección se encuentra en grado de saturación en la hora pico.

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

ICU: 26.5 %

Un ICU por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día, tal es el caso de la intersección mencionada.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

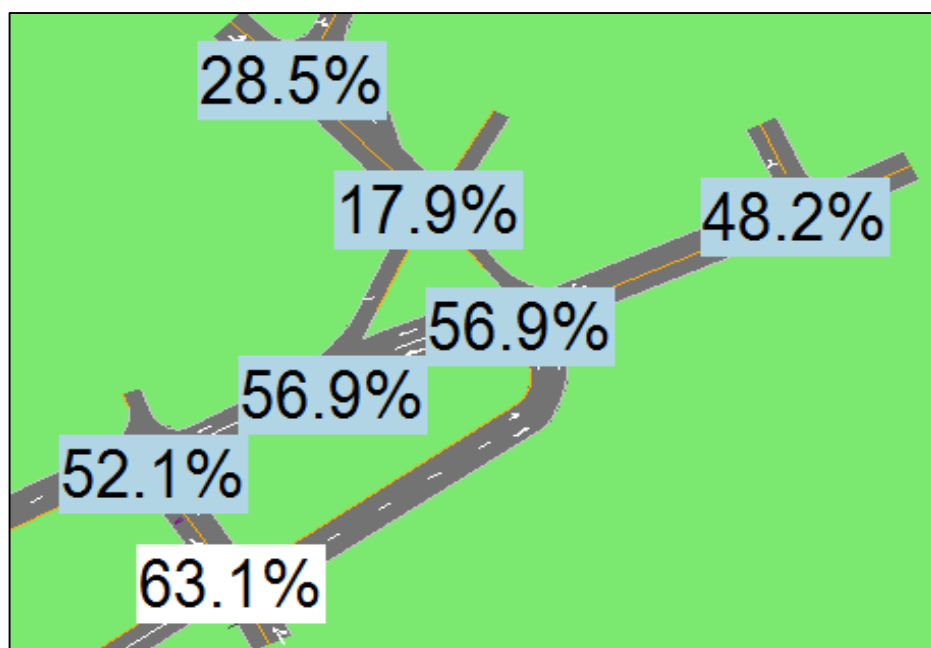
ICU: 95.2 %

Este valor de 95.2 % no indica que la demanda vehicular aun no supera la capacidad de la intersección y que la intersección mencionada, no se encuentra en grado de saturación, pero que esta pronta a saturarse.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 64.9 %

Al igual que la intersección Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre la demanda vehicular que circulara por la intersección no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.



*Figura 58: Capacidad de funcionamiento de intersección (ICU) - del proyecto a futuro (Domingo)*

*FUENTE: Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0*

Así mismo para el día domingo estos valores son:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 56.9 %

Un ICU por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día, tal es el caso de la intersección mencionada.

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

ICU: 32.1 %

La demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

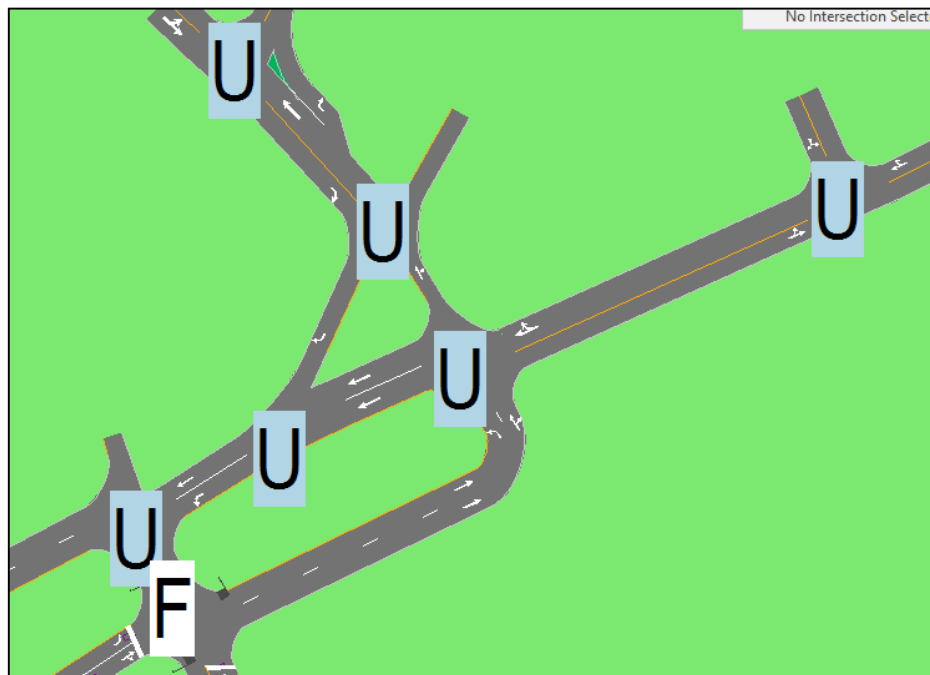
ICU: 63.0 %

La demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 48.2 %

Al igual que la intersección Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre la demanda vehicular que circulara por la intersección no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.



**Figura 59: Nivel de Servicio (LOS) del proyecto a futuro (Día Viernes)**  
**FUENTE: Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0**

Como se aprecia en el análisis del programa este arroja los siguientes Niveles de Servicio:



- **Intersección Av. Floral - Av. Sesquicentenario - Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”: El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “F” el cual indica el colapso de dicha intersección en horas punta.

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “A” el cual indica que existe una buena condición de flujo libre. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

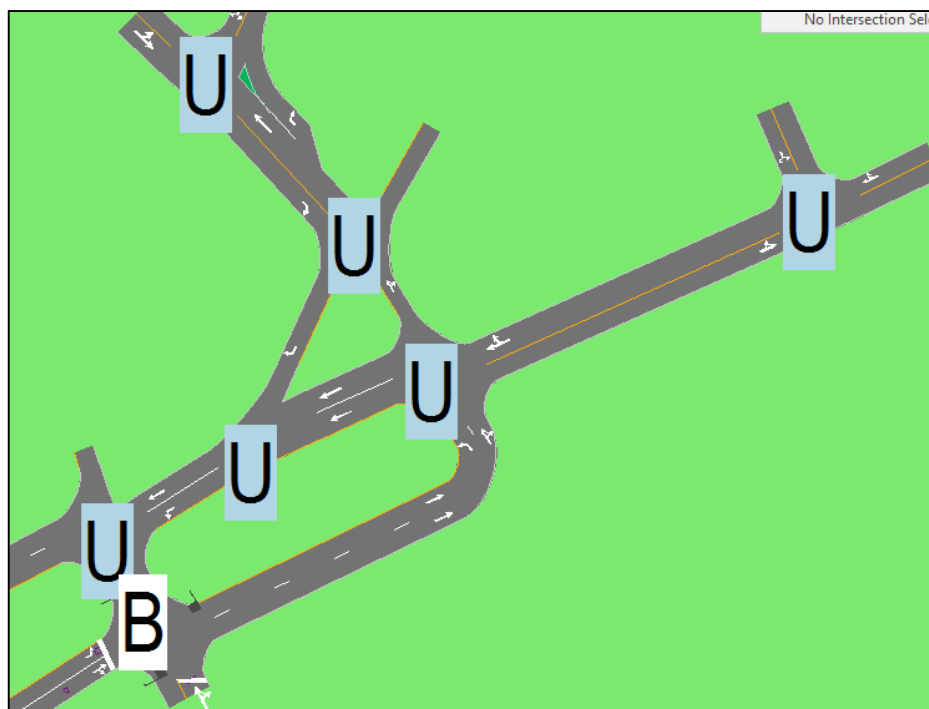
Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación solo a ciertas horas punta.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ C ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “C” el cual indica que el nivel de comodidad y conveniencia disminuye significativamente. Las interrupciones en el tráfico son concurrentes y existen demoras significativas.



*Figura 60: Nivel de Servicio (LOS) del proyecto a futuro (Día Domingo)*  
**FUENTE:** *Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0*

Para el día domingo se presentan los siguientes valores:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ B ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “B” el cual indica que la presencia de otros usuarios es notable y la selección de velocidad es relativamente poco afectada, pero hay un poco descenso en la libertad de maniobrar.

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “A” el cual indica que existe una buena condición de flujo libre. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Nivel de Servicio (LOS): “ C ”

En un nivel de servicio “C” tal como se presenta en la intersección mencionada las velocidades son cercanas al flujo libre, pero las libertades de maniobrar son restringidas por los otros usuarios. El nivel general de comodidad y conveniencia disminuye significativamente. Las interrupciones en el tráfico como un incidente pueden generar colas y demoras significativas.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “A” el cual indica que existe una buena condición de flujo libre. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

A continuación, se muestra una tabla de resumen de los datos obtenidos:

Tabla 32: Resumen de las intersecciones del proyecto evaluado a futuro

<b>Cuadro resumen de datos obtenidos</b>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>No semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg)</b>	-----	-----	50	-----
<b>Nivel de servicio</b>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>C</i>
<b>ICU</b>	<i>115.1 %</i>	<i>26.5 %</i>	<i>95.2 %</i>	<i>64.9 %</i>

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 33: Resumen de las intersecciones del proyecto evaluado a futuro día domingo.

<b>Cuadro resumen de datos obtenidos</b>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>No semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg)</b>	-----	-----	50	-----
<b>Nivel de servicio</b>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>A</i>
<b>ICU</b>	<i>56.9 %</i>	<i>32.1 %</i>	<i>63.0 %</i>	<i>48.2 %</i>

FUENTE: Elaboración propia

### 3.11.4 Evaluación a futuro con el complejo deportivo universitario

Determinar los niveles de servicio de la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre principal intersección a proyecto y de las demás intersecciones con el complejo deportivo universitario funcionando al 100% en su aforo dentro de 20 años, es uno de los objetivos de esta tesis.

Para la evaluación del complejo deportivo universitario es necesario realizar un estudio de generación de viajes y un estudio de distribución de viajes los cuales trataremos a continuación.

#### **3.11.4.1 Estadios seleccionados para estudio**

Se eligieron dos de los más importantes escenarios deportivos de la región entre los que se encuentran:

- Estadio Guillermo Briceño Rosamedina de Juliaca
- Estadio Politécnico Regional los Andes de Juliaca

#### **3.11.4.2 Descripción de los estadios seleccionados para estudio**

A continuación, se dará una breve descripción de cada uno de los estadios seleccionados para el estudio.

- **Estadio Guillermo Briceño Rosamedina**

El Estadio Guillermo Briceño Rosamedina es un recinto para eventos deportivos, ubicado en la ciudad de Juliaca, es propiedad del Instituto Peruano del Deporte (IPD), en ese estadio juega sus partidos de local el club Diablos Rojos, el Franciscano San Román y el Unión Fuerza Minera; participantes de la Copa Perú, creado en 1946.

En 2010, fue escenario del final de la Copa Perú donde el equipo del Alianza Unicachi (jugando de local), cayó ante Unión Comercio de San Martín. En 2014, fue de nuevo el escenario de la Copa Perú 2014, donde Unión Fuerza Minera

perdió la copa frente a Sport Loreto de Ucayali, tiene una capacidad de 20 000 espectadores.

- Localización (Juliaca - Perú)
- Coordenadas 15°50'13"S 70°01'19"O
- Propietario Instituto Peruano del Deporte
- **Detalles técnicos**
  - Superficie Césped natural
  - Dimensiones 105 × 70 (cancha) m
  - Capacidad 20 000 espectadores
  - Equipo local Diablos Rojos, Unión fuerza Minera, etc.
- **Acontecimientos**
  - Primera División del Perú
  - Segunda División del Perú
  - Copa Perú



*Figura 61: Vista en planta del estadio Guillermo Briceño Rosamedina*  
**FUENTE: Tomado del Google Eart**

- **Estadio Politécnico Regional los Andes de Juliaca**

Este estadio está ubicado en las instalaciones del Colegio decano de Juliaca, Politécnico Regional “Los Andes”. En este se jugaron la etapa distrital, provincial y departamental de la Copa Perú, este recinto deportivo es utilizado a menudo por el conjunto de Credicoop de la ciudad de los vientos Juliaca, cuya capacidad es de 2 000 espectadores.

- Apodo                      Estadio Chancalata
- Localización            (Juliaca-Perú)
- Coordenadas            15°50'13"S 70°01'19"O
- Propietario Colegio Politécnico Regional “Los Andes”

- **Detalles técnicos**

- Superficie    Césped artificial
- Dimensiones 105 × 70 (cancha) m
- Capacidad 2 000 espectadores
- Equipo local    Atlético Club Deportivo Defensor Politécnico

- **Acontecimientos**

- Copa Perú



*Figura 62: Vista en planta del estadio Politécnico Regional los Andes de Juliaca  
FUENTE: Tomado del Google Eart*

#### **3.11.4.3 Estudio de Generación de viajes en Estadios**

A continuación, se describirá la metodología para la obtención del número de viajes que generará el complejo deportivo universitario en el periodo de funcionamiento.

#### **3.11.4.4 Selección de la variable independiente**

La variable independiente a utilizar será: el número de asistentes.

#### **3.11.4.5 Recolección de datos**

Se realizaron conteos vehiculares en los accesos de ingreso a los estadios mencionados, los conteos fueron realizados entre dos personas. En todos los estadios se empleó la misma metodología, es decir realizar conteos durante los días domingos en un horario de 13H00 hasta las 17H00 en intervalos de quince minutos según los formatos del ITE. Se escogió este horario ya que generalmente los partidos de futbol empiezan a las 15H00 en todos los escenarios deportivos. Para el análisis de distribución de viajes se realizó entrevistas en los estadios de Puno.



A continuación, las Tablas 34, 35 y 36 se presentan el resumen de aforo vehicular para generación de viajes en la Hora Pico:

*Tabla 34: Resumen de aforo vehicular para generación de viajes (1)*

<i>ESTADIO POLITECNICO JULIACA (02/09/2018)</i>				<i>TOTAL DE ASISTENTES AL ESTADIO "ESPECTADORES"</i>
		<i>NUMERO DE</i>	<i>%</i>	
		<i>VEHICULOS EN</i>	<i>H.P.</i>	
<i>PARTIDO (CREDICOOP)</i>	<i>AUTOS</i>	<i>65</i>	<i>25%</i>	<i>900</i>
	<i>TAXI</i>	<i>28</i>	<i>11%</i>	
	<i>CAMIONETA</i>	<i>18</i>	<i>7%</i>	
	<i>MOTOTAXI</i>	<i>96</i>	<i>37%</i>	
	<i>COMBI</i>	<i>49</i>	<i>19%</i>	
	<i>BUS</i>	<i>6</i>	<i>2%</i>	
	<i>TOTAL</i>	<i>262</i>	<i>100%</i>	

*FUENTE: Elaboración propia*

*Tabla 35: Resumen de aforo vehicular para generación de viajes (2)*

<i>ESTADIO POLITECNICO JULIACA (09/09/2018)</i>				<i>TOTAL DE ASISTENTES AL ESTADIO "ESPECTADORES"</i>
		<i>NUMERO DE</i>	<i>%</i>	
		<i>VEHICULOS EN</i>	<i>H.P.</i>	
<i>PARTIDO (CREDICOOP)</i>	<i>AUTOS</i>	<i>151</i>	<i>32%</i>	<i>2000</i>
	<i>TAXI</i>	<i>64</i>	<i>14%</i>	
	<i>CAMIONETA</i>	<i>17</i>	<i>4%</i>	
	<i>MOTOTAXI</i>	<i>162</i>	<i>35%</i>	
	<i>COMBI</i>	<i>63</i>	<i>14%</i>	
	<i>BUS</i>	<i>8</i>	<i>2%</i>	
	<i>TOTAL</i>	<i>465</i>	<i>100%</i>	

*FUENTE: Elaboración propia*

*Tabla 36: Resumen de aforo vehicular para generación de viajes (3)*

<i>ESTADIO GUILLERMO BRICEÑO ROSAMEDINA JULIACA</i>			<i>TOTAL DE ASISTENTES AL ESTADIO "ESPECTADORES"</i>	
<i>21/10/2018</i>	<i>NUMERO DE VEHICULOS EN H.P.</i>	<i>%</i>		
<i>PARTIDO (CREDICOP)</i>	<i>AUTOS</i>	<i>176</i>	<i>24%</i>	<b>6000</b>
	<i>TAXI</i>	<i>61</i>	<i>8%</i>	
	<i>CAMIONETA</i>	<i>108</i>	<i>15%</i>	
	<i>MOTOTAXI</i>	<i>289</i>	<i>40%</i>	
	<i>COMBI</i>	<i>79</i>	<i>11%</i>	
	<i>BUS</i>	<i>9</i>	<i>1%</i>	
	<i>TOTAL</i>	<b>722</b>	<b>100%</b>	

*FUENTE: Elaboración propia*

En las Tablas 34, 35 y 36, se puede apreciar el tipo de vehículos que genera un estadio en promedio real por espectáculo deportivo. De esta manera podemos sacar una regresión respecto al total de viajes que genera un estadio con el número de espectadores. En los anexos se encuentra el aforo vehicular para generación de viajes de forma más detallada.

En las Figuras 63, 64 y 65 se puede observar el desarrollo de generación de viajes por acontecimiento deportivo desde las 13Hr. hasta 17Hr. En cual se observa el tráfico de entrada, salida y el total cada 15 min.

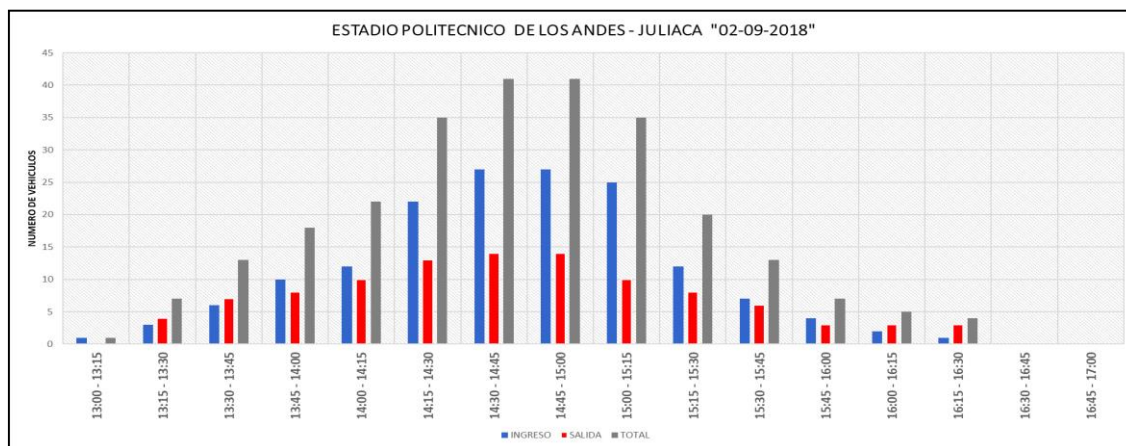


Figura 63: Resultados de viajes de entrada salida y total (1)

FUENTE: Elaboración propia

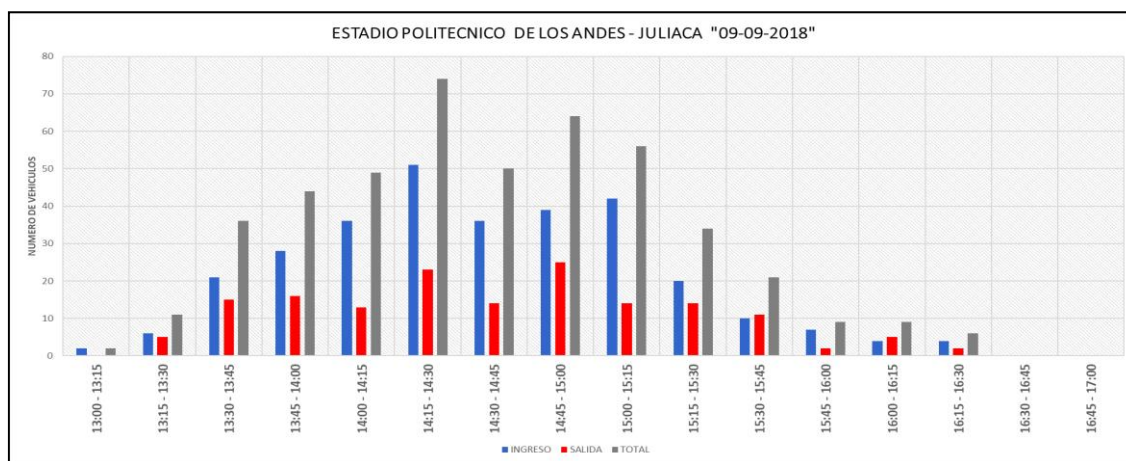


Figura 64: Resultados de viajes de entrada salida y total (2)

FUENTE: Elaboración propia

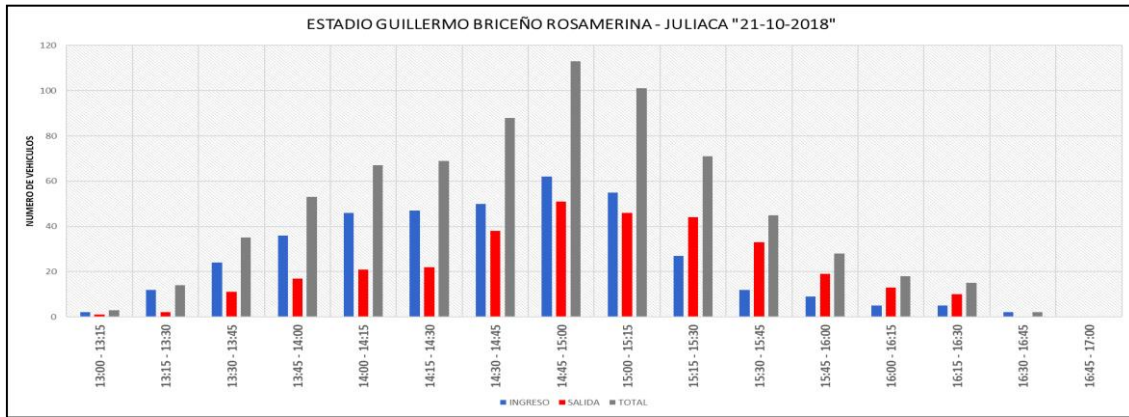


Figura 65: Resultados de viajes de entrada salida y total (3)

FUENTE: Elaboración propia



Figura 66: Aforo vehicular para generación de viajes (Estadio Guillermo Briceño Rosamedina)

FUENTE: Elaboración propia



*Figura 67: Vehículos estacionados a las afueras del Estadio Guillermo Briceño Rosamedina  
FUENTE: Elaboración propia*





**Figura 68: Aforo vehicular para generación de viajes (Estadio del Colegio Politécnico)**  
**FUENTE: Elaboración propia**

**3.11.4.6 Obtención de tasas de generación de viajes**

Las obtenciones de tasas de generación de viajes de los estadios estudiados son determinados a partir de la recopilación de la información del estudio.

La Tabla 37, muestra las tasas de generación de viajes de todos los estadios analizados, por cada variable independiente y durante su periodo pico P.M. de ingreso a los estadios.

**Tabla 37: Tasa de generación de viajes**

<b>TASA DE GENERACION DE VIAJES – HORA PICO P.M.</b>				
<b>ESTADIOS</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>TASA</b>
<b>ESTADIO POLITECNICO JULIACA</b>	<b>ESPECTADORES</b>	<b>900</b>	<b>152</b>	<b>0.17</b>
<b>ESTADIO POLITECNICO JULIACA</b>	<b>ESPECTADORES</b>	<b>2000</b>	<b>244</b>	<b>0.12</b>
<b>ESTADIO GUILLERMO BRICEÑO ROSAMEDINA</b>	<b>ESPECTADORES</b>	<b>6000</b>	<b>373</b>	<b>0.06</b>

**FUENTE: Elaboración propia**

A continuación, se presenta los cálculos de las tasas promedios ponderadas, rango de tasas.

*Tabla 38: Tasa promedio de generación de viajes*

VARIABLE	RANGO DE TASA		PROMEDIO
	MIN	MAX	TASA
<b>ESPECTADORES</b>	0.06	0.17	0.12

*FUENTE: Elaboración propia*

### 3.11.4.7. Análisis de regresión

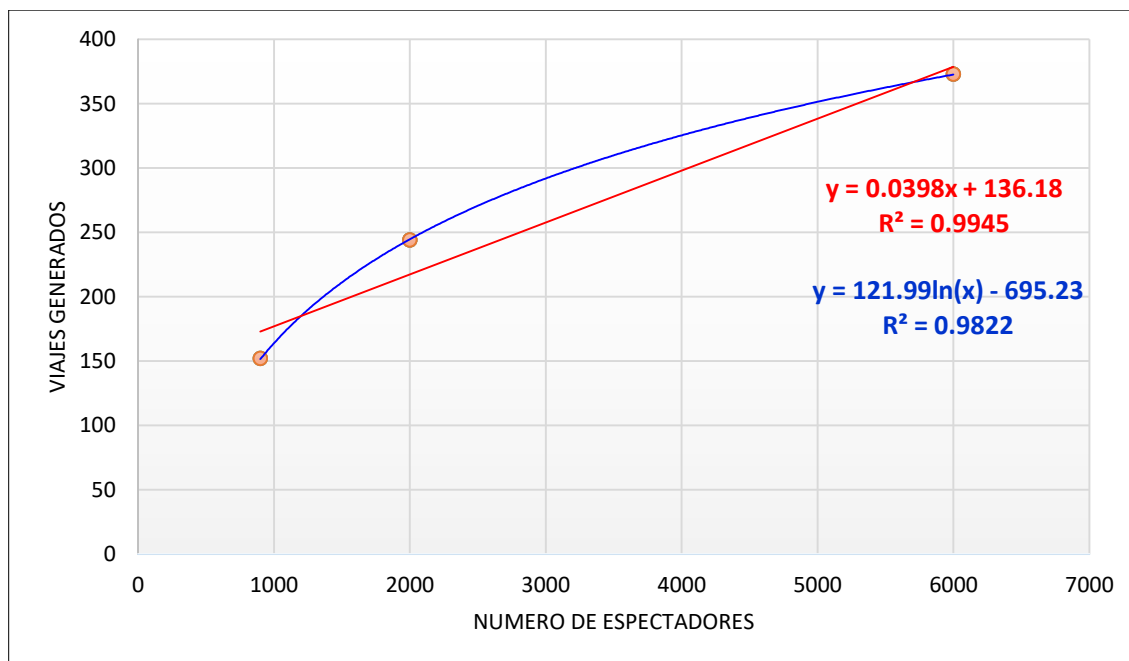
Las ecuaciones de regresión son obtenidas por medio de las gráficas finales. Una vez que se dispone de los datos de variables dependientes e independientes, estas son graficadas como puntos dispersos con un valor para el eje X y para el eje Y, obteniendo tantos puntos como estadios se han estudiado.

Una vez que han sido graficados los datos, por medio de la ayuda de las herramientas gráficas de la hoja de cálculo de Microsoft Excel, procederemos a obtener fácilmente la ecuación lineal y logarítmica para la línea de tendencia que mejor se ajusta a los datos graficados. Del mismo modo, haciendo uso del mismo programa, se obtendrá el dato del coeficiente de correlación  $R^2$  y se procederá a escoger la curva con el coeficiente más alto que se traduce en un mejor ajuste.

Para generar la regresión (logarítmica - lineal) de generación de viajes como mínimo se deben analizar tres acontecimientos deportivos.

### 3.11.4.8 Gráfica de generación de viajes

A continuación, se detalla el gráfico obtenido de generación de viajes:



*Figura 69: Curva de generación de viajes*

*FUENTE: Elaboración propia*

Mientras el valor del Coeficiente de determinación " $R^2$ " se acerca más hacia "1" es mejor la relación entre el número de viajes y el tamaño de la variable independiente. Si el valor de " $R^2$ " disminuye hacia "0" peor es la relación o no existe correlación. Por lo tanto, tomaremos en consideración la ecuación lineal.

#### **3.11.4.9 Cálculo de generación de viajes para el complejo deportivo universitario en la ciudad universitaria – Puno, al 2038**

En la ecuación lineal "Y" representa en número de viajes generados por el estadio y en el eje "X" tenemos el número de espectadores. Para el cálculo de generación de viajes reemplazamos " $X = 30000$ ", así de esta manera obtendremos los viajes generados para el estadio del complejo deportivo universitario de Puno.



$$Y = 0.0398 X + 136.18$$

$$Y = 0.0398 (30000) + 136.18$$

$$Y = 1330.18$$

Entonces el número de viajes generados por el estadio del complejo deportivo universitario de Puno será de **1330 vehículos**.

#### 3.11.4.10 Distribución de viajes

Para la distribución de generación de viajes se tomó en cuenta solo el estadio Enrique Torres Belón, y se procedió a realizar entrevistas a los espectadores, esto con el fin de conocer el tipo de vehículo que utilizan los espectadores para transportarse al estadio.

Estas entrevistas se realizaron puesto que hay espectadores que tienen vehículos propios, pero no los traen por diferentes motivos: Porque no hay estacionamiento, por la inseguridad, por el tráfico vehicular, porque les parece costoso y otros que, si traen sus vehículos, pero los dejan estacionados en las vías adyacentes al estadio Enrique Torres Belón. Cuyos resultados de análisis estadístico se presenta a continuación.

- Cálculo de muestra

Según (Triola, 2004) para el cálculo de una muestra de población finita de estudio se usa la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

$n$  = Tamaño de muestra buscado.

$N$  = Tamaño de la Población o Universo.

$Z_{\alpha}$  = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)".

$e$  = Error de estimación máximo aceptado.

$p$  = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito).

$q = (1 - p) =$  Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

Para estimar el parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC). Se tomado de la siguiente tabla.

**Tabla 39: Datos para estimar el parámetro estadístico "Z"**

<i>Nivel de confianza</i>	<i>Z</i>
99.70%	3
99.00%	2.58
98.00%	2.33
96.00%	2.05
95.00%	1.96
<b>90.00%</b>	<b>1.645</b>
80.00%	1.28

**FUENTE:** *Elaboración propia tomado de Triola, M. – "Estadística", 2004.*

Se realizó el cálculo de muestra con un nivel de confianza del 90%, obteniéndose los resultados en las siguientes tablas:

**Tabla 40: Para 6000 espectadores se tiene muestra de 258 entrevistas**

<b>Parámetro</b>	<b>Datos</b>	<b>Tamaño de muestra</b>
<i>N</i>	<b>6000</b>	
<i>Z</i>	1.645	
<i>p</i>	50.00%	<b><i>n</i> = 258.00</b>
<i>q</i>	50.00%	
<i>e</i>	5.00%	

**FUENTE: Elaboración propia****Tabla 41: Para 8000 espectadores se tiene muestra de 261 entrevistas**

<b>Parámetro</b>	<b>Datos</b>	<b>Tamaño de muestra</b>
<i>N</i>	<b>8000</b>	
<i>Z</i>	1.645	
<i>p</i>	50.00%	<b><i>n</i> = 261.00</b>
<i>q</i>	50.00%	
<i>e</i>	5.00%	

**FUENTE: Elaboración propia****Tabla 42: Para 6000 espectadores se tiene muestra de 257 entrevistas**

<b>Parámetro</b>	<b>Datos</b>	<b>Tamaño de muestra</b>
<i>N</i>	<b>5500</b>	
<i>Z</i>	1.645	
<i>p</i>	50.00%	<b><i>n</i> = 257.00</b>
<i>q</i>	50.00%	
<i>e</i>	5.00%	

**FUENTE: Elaboración propia**

Los resultados del análisis estadístico se presentan a continuación:

ANALISIS DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS

LUGAR DE ENTREVISTAS : ESTADIO ENRRIQUE TORRES BELON  
 NUMERO DE ENTREVISTAS : 776 ENTREVISTADOS (TOTAL)

1 ¿Qué tan a menudo usted asiste al estadio a ver espectáculos deportivos? 776

110 14%	De vez en cuando	123 16%	Casi siempre	543 70%	Siempre
------------	------------------	------------	--------------	------------	---------

2 ¿Para llegar al estadio que tipo de medio de transporte a utilizado?  
 ¿Con cuantas personas asiste al estadio? 776

250 32%	Auto (veh. Propio)	62 25%	1 persona	63 25%	2 personas	79 32%	3 personas	46 18%	4 personas
------------	--------------------	-----------	-----------	-----------	------------	-----------	------------	-----------	------------

En promedio se tiene **2.44 personas por auto** que asistieron al estadio

81 10%	Taxi	6 7%	1 persona	8 10%	2 personas	15 19%	3 personas	52 64%	4 personas
-----------	------	---------	-----------	----------	------------	-----------	------------	-----------	------------

En promedio se tiene **3.40 personas por taxi** que asistieron al estadio

267 34%	Colectivo (combi)	50 19%	1 persona	56 21%	2 personas	59 22%	3 personas	102 38%	4 personas
------------	-------------------	-----------	-----------	-----------	------------	-----------	------------	------------	------------

En promedio se tiene **2.80 personas por colectivo** que asistieron al estadio

27 3%	Moto Taxi	2 7%	1 persona	7 26%	2 personas	18 67%	3 personas	0 0%	4 personas
----------	-----------	---------	-----------	----------	------------	-----------	------------	---------	------------

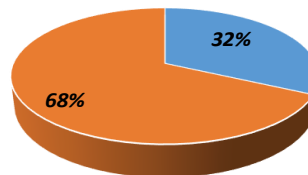
En promedio se tiene **2.60 personas por moto taxi** que asistieron al estadio

151 19%	A pie	12 52 34%	1 persona	14 57 38%	2 personas	5 32 21%	3 personas	1 10 7%	4 personas
------------	-------	-----------------	-----------	-----------------	------------	----------------	------------	---------------	------------

En promedio se tiene **2.00 personas que asitieron a pie** al estadio

3 ¿Cuenta con vehículo propio? 776

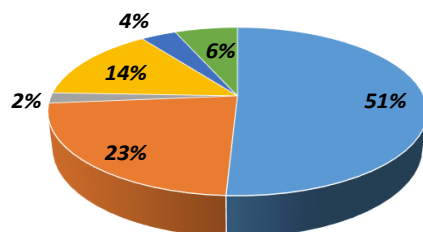
250 32%	Si	526 68%	No
------------	----	------------	----



- Personas con vehículo propio
- Personas sin vehículo propio

4 ¿Por qué motivo usted no viene con su vehículo propio al estadio? 250 Personas c/ Vehículo Propio

127 51%	Porque no hay estacionamiento y por la inseguridad
57 23%	Porque no hay estacionamiento
5 2%	Porque hay tráfico vehicular
36 14%	Porque no es seguro
9 4%	Porque me parece costoso (afecta mi economía)
16 6%	Otros ( si lo traen, dejan estacionado en las vias adyacentes)



- Porque no hay estacionamiento y por la inseguridad
- Porque no hay estacionamiento
- Porque hay tráfico vehicular
- Porque no es seguro
- Porque me parece costoso (afecta mi economía)
- Otros ( si lo traen, dejan estacionado en las vias adyacentes)



*Figura 70: Entrevistas realizadas en el estadio Enrique Torres Belón*

*FUENTE: Elaboración propia*

En el análisis anteriormente mostrado fue realizado para el total de entrevistas, cabe señalar que se realizaron tres entrevistas en diferentes eventos deportivos los que se llevaron a cabo en el estadio Enrique Torres Belón. Para los cuales se calcularon las muestras en función al total de espectadores que asistieron por evento deportivo. Las cuales fueron de 258, 261 y 257 entrevistas, haciendo un total de 776 entrevistas.

Del análisis anterior se puede concluir que:

- El 14% asiste al estadio de vez en cuando.
- El 16% asiste al estadio de casi siempre.
- El 70% asiste al estadio siempre.

Para el cálculo de proporción de **vehículos por persona** del análisis anterior podemos inferir la siguiente Tabla 43, en el cual nos muestra en promedio de personas por tipo de vehículo que asisten al estadio, con respecto al total de entrevistados.

**Tabla 43. Factor vehículo persona**

<i>Tipo de transporte</i>	<i>Factor (veh/per)</i>
<i>Auto</i>	<i>2.44</i>
<i>Taxi</i>	<i>3.4</i>
<i>Combi</i>	<i>2.8</i>
<i>Mototaxi</i>	<i>2.6</i>
<i>*A pie</i>	<i>2</i>

*El Dato de las personas que vienen \*A pie, nos indica que de acuerdo a las entrevistas realizadas en el estadio nos indica que el espectador asiste al estadio con una persona más.*

*FUENTE: Elaboración propia.*

Así mismo de los espectadores que cuentan con vehículo se puede inferir lo siguiente:

- De las personas que asisten al estadio el 32% cuenta con vehículo propio y el 68% no cuentan con una unidad vehicular propia, estos asisten al estadio en diferentes tipos de vehículos como: taxis, combis (colectivos), moto taxis o a pie.

De las personas que cuentan con vehículo propio se puede deducir lo siguiente:

- El 6% de las personas que cuentan con su propio vehículo, vienen al estadio y dejan sus unidades vehiculares en las calles aledañas al estadio Enrique Torres Belón.
- El 51% de las personas que cuentan con vehículo propio, no vienen con sus vehículos porque no hay estacionamiento y por la inseguridad.

- El 23% de las personas que cuentan con vehículo propio, no vienen con sus vehículos porque no hay estacionamiento.
- El 2% de las personas que cuentan con vehículo propio, no vienen con sus vehículos porque creen que hay tráfico vehicular.
- El 14% de las personas que cuentan con vehículo propio, no vienen con sus vehículos porque no les parece seguro.
- El 4% de las personas que cuentan con vehículo propio, no vienen con sus vehículos porque les parece costoso (afecta su economía).

A continuación, se muestra el cálculo proporcional para cada evento deportivo tomando en cuenta el factor persona vehículo y el cálculo de la proporción de personas por vehículo generado (cabe señalar que esta proporción de generación de viajes solo se aplica a los espectadores que asistieron al estadio con algún tipo de vehículo).

**Tabla 44: Resultados de la distribución de viajes en el primer partido**

<i>ESTADIO ENRIQUE TORRES BELON</i>							
	<i># DE ENTREVISTAS</i>	<i>FACTOR (PER/VEH)</i>	<i>DISTRIBUCION SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO</i>	<i>% DISTRIBUCION SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORT E UTILIZADO</i>	<i>% DE PERSONAS POR VEHICULO "GENERADO"</i>	<i>% DE PERSONAS POR VEHICULO "GENERADO"</i>	<i>TOTAL DE ASISTENTES AL ESTADIO "ESPECTADORES"</i>
<b>PRIMER PARTIDO (UGARTE VS CORIRE)</b>	AUTOS	84	2.44	204	31%	204	40%
	TAXI	24	3.4	82	13%	82	16%
	COMBIS	74	2.8	208	32%	208	41%
	MOTOTAXI	6	2.6	16	2%	16	3%
	A PIE	70	2	140	22%		
<b>TOTAL</b>	<b>258</b>		<b>650</b>	<b>100%</b>	<b>510</b>	<b>100%</b>	<b>6000</b>

**FUENTE:** *Elaboración propia.*

**Tabla 45: Resultados de la distribución de viajes en el segundo partido**

ESTADIO ENRIQUE TORRES BELON							
	# DE ENTRE VISTAS	FACTOR (PER/VEH)	DISTRIBUCION SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO	% DISTRIBUCION SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO	% DE PERSONAS POR VEHICULO "GENERADO"	% DE PERSONAS POR VEHICULO "GENERADO"	TOTAL DE ASISTENTES AL ESTADIO "ESPECTADORES"
<b>SEGUNDO PARTIDO (UGARTE VS CREDICOOP)</b>	AUTOS	92	2.44	224	33%	224	8000
	TAXI	31	3.4	105	16%	105	
	COMBIS	80	2.8	224	33%	224	
	MOTOTAXI	12	2.6	31	5%	31	
	A PIE	46	2	92	14%		
<b>TOTAL</b>	<b>261</b>		<b>676</b>	<b>100%</b>	<b>584</b>	<b>100%</b>	

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 46: Resultados de la distribución de viajes en el tercer partido**

ESTADIO ENRIQUE TORRES BELON							
	# DE ENTRE VISTAS	FACTOR (VEHI/PER)	DISTRIBUCION SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO	% DISTRIBUCION SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO	% DE PERSONAS POR VEHICULO "GENERADO"	% DE PERSONAS POR VEHICULO "GENERADO"	TOTAL DE ASISTENTES AL ESTADIO "ESPECTADORES"
<b>TERCER PARTIDO (UGARTE VS MINSA)</b>	AUTOS	74	2.44	181	27%	181	5500
	TAXI	26	3.4	88	13%	88	
	COMBIS	113	2.8	316	47%	316	
	MOTOTAXI	9	2.6	23	3%	23	
	A PIE	35	2	70	10%		
<b>TOTAL</b>	<b>257</b>		<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>608</b>	<b>100%</b>	

FUENTE: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la Tabla 47, en la cual se observa la proporción del tipo de transporte que utilizan los espectadores para llegar al estadio. Así mismo de las entrevistas realizadas se sacó un promedio el cual será tomado para la distribución de viajes.



**Tabla 47: Resumen de proporción vehicular por evento deportivo**

	<i>1er</i> <i>PARTIDO</i>	<i>2do</i> <i>PARTIDO</i>	<i>3er</i> <i>PARTIDO</i>	<i>PROMEDIO</i>
<i>AUTOS</i>	40.00%	38.36%	29.77%	<b>36.04%</b>
<i>TAXI</i>	16.08%	17.98%	14.47%	<b>16.18%</b>
<i>COMBIS</i>	40.78%	38.36%	51.97%	<b>43.70%</b>
<i>MOTOTAXI</i>	3.14%	5.31%	3.78%	<b>4.08%</b>
<i>TOTAL</i>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

**FUENTE:** *Elaboración propia*

De esta manera en la Tabla 47, se muestra el cálculo de distribución proporcional de viajes para un evento deportivo en el estadio de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, durante la Hora Pico.

**Tabla 48: Calculo de distribución de viajes para el estadio de la UNAP**

<i>TIPO DE VEHÍCULO</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>NUMERO DE VEHICULOS GENERADOS POR EL ESTADIO DE LA UNAP</i>	<i>DISTRIBUCION DE VIAJES POR TIPO DE VEHÍCULO</i>
<i>AUTOS</i>	<b>36.04%</b>	<b>1330</b>	<b>438</b>
<i>TAXI</i>	<b>16.18%</b>		<b>204</b>
<i>COMBIS</i>	<b>43.70%</b>		<b>636</b>
<i>MOTOTAXI</i>	<b>4.08%</b>		<b>52</b>
<i>TOTAL</i>	<b>100.00%</b>		<b>1330</b>

**FUENTE:** *Elaboración propia*

En la Tabla 48, se muestra en cálculo de distribución de viajes para cada tipo de vehículo que se puede generar, para el estadio de la Universidad Nacional Del Altiplano Puno, esto para una condición de que el estadio este a aforo de espectadores lleno, de lo cual podemos inferir los siguiente:

- El estadio lleno de espectadores generara 438 autos
- El estadio lleno de espectadores generara 204 taxis

- El estadio lleno de espectadores generara 636 combis (colectivos)
- El estadio lleno de espectadores generara 52 mototaxi.

### 3.11.4.11 Asignación de viajes

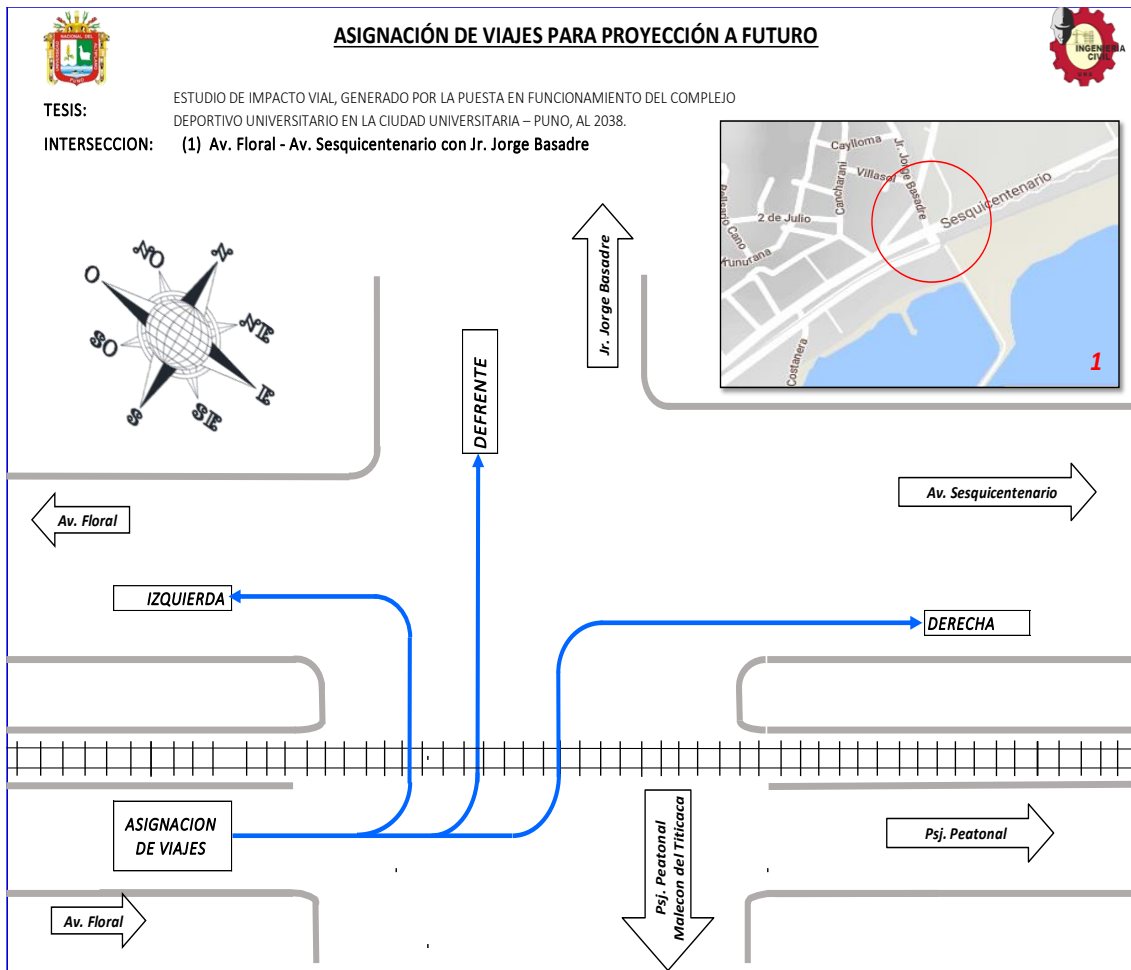
Una vez calculado la distribución de viajes, se procedió a la asignación de viajes en el sistema vial, como se muestra continuación:

**Tabla 49: Cálculo de Asignación de viajes para el estadio de la UNAP Intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre**

GIROS	AUTOS /TAXIS (642 vehículos)			COMBIS (636 vehículos)			MOTOTAXIS (52 vehículos)		
	IZQ	DEFR	DERE	IZQ	DEFR	DERE	IZQ	DEFR	DERE
(1) Actual Vehículos	16	67	130	8	45	59	2	20	12
(2) Total vehículos		213			112			34	
(3) % giros actuales	8%	31%	61%	7%	40%	53%	6%	59%	35%
(4) Asignación por giros	<b>48</b>	<b>202</b>	<b>392</b>	<b>45</b>	<b>256</b>	<b>335</b>	<b>3</b>	<b>31</b>	<b>18</b>
(5) Vehículos en el futuro	20	83	161	9	48	63	3	28	17
(6) Suma (asignación + veh.futuro)	68	285	553	45	256	335	6	58	35
(7) "ADE"	<b>68</b>	<b>285</b>	<b>553</b>	<b>57</b>	<b>319</b>	<b>419</b>	<b>4</b>	<b>44</b>	<b>26</b>

**FUENTE:** *Elaboración propia*

Para la asignación de viajes, se tomó en cuenta los giros en la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre que se tiene actualmente (1), giros a la izquierda, defrente y derecha; seguidamente se obtuvo el % de estos giros (3); luego se asignó los viajes por giros en la intersección (4) del total de distribución de viajes de acuerdo al porcentaje de los giros; posteriormente a este resultado se le agrega los viajes del futuro (6), para finalmente convertirlos a autos directamente equivalentes (7). A continuación, se muestra una figura en el cual se presenta la orientación de la asignación de viajes.



**Figura 71: Asignación de viajes en la Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**  
**FUENTE: Elaboración propia**

### 3.11.4.12 Evaluación a futuro con los viajes generados por el estadio de la UNAP

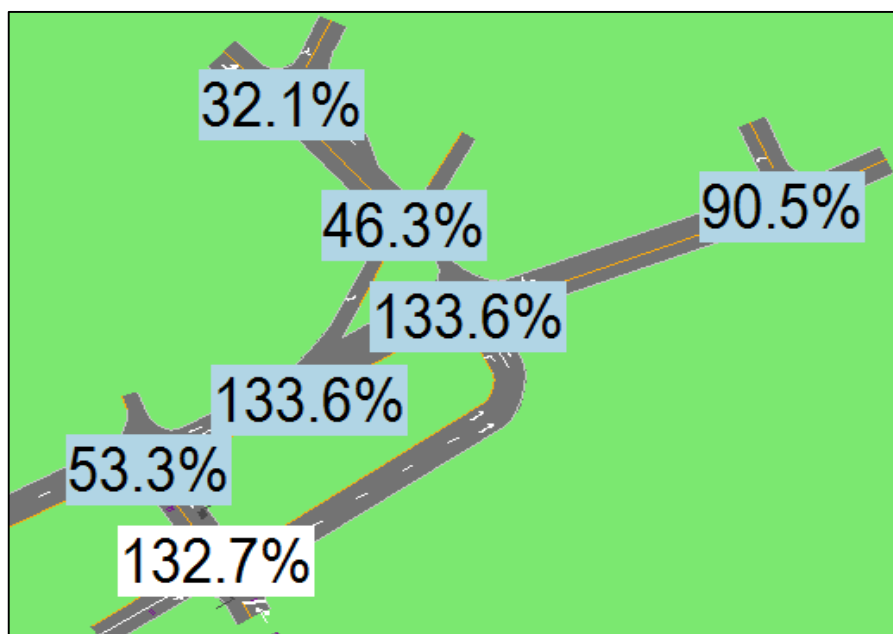
Luego de haber realizado la distribución y asignación de viajes y sumados estos al tráfico futuro, se debió introducir los datos requeridos al programa Synchro Studio 10.0 obteniendo de esta manera la siguiente tabla.

**Tabla 50: Evaluación a futuro (2038) con viajes generados, en Hora Pico (domingo)**

INTERSECCION	DIRECCION	HORA	HORA	TOTAL	TOTAL
		INICIO (HORA PICO)	FINAL (HORA PICO)	FLUJO MIXTO (HORA PICO)	FLUJO ADE (HORA PICO)
Av. Floral-Av.	SO-NE	12:30	13:30	1744	1875
Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre	NE-SO	12:45	13:45	377	390
Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre	NE-SO	13:00	14:00	11	8
	NO-SE	13:15	14:15	223	238
	SE-NO	12:30	13:30	218	225
Av. Floral – Av. Costanera	NE-SO	13:15	14:15	645	670
	SO-NE	12:45	13:45	350	391
Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar	SE-NO	13:45	14:45	591	639
	NE-SO	16:30	17:30	281	315
	NO-SE	16;15	17:15	68	72
	SE-NO	12:30	13:30	309	314

**FUENTE: Elaboración Propia**

Y posteriormente se analizó la capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) el cual se muestra a continuación:



**Figura 72: Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) a futuro con la inclusión del Complejo Deportivo Universitario en funcionamiento (Domingo)**

**FUENTE: Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0**

Se puede apreciar en el análisis realizado por el programa, que este arroja valores distintos los cuales son:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 133.6 %

La demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y se encuentra dicha intersección en grado de saturación.

- **Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre**

ICU: 32.1 %

La demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

ICU: 132.7 %

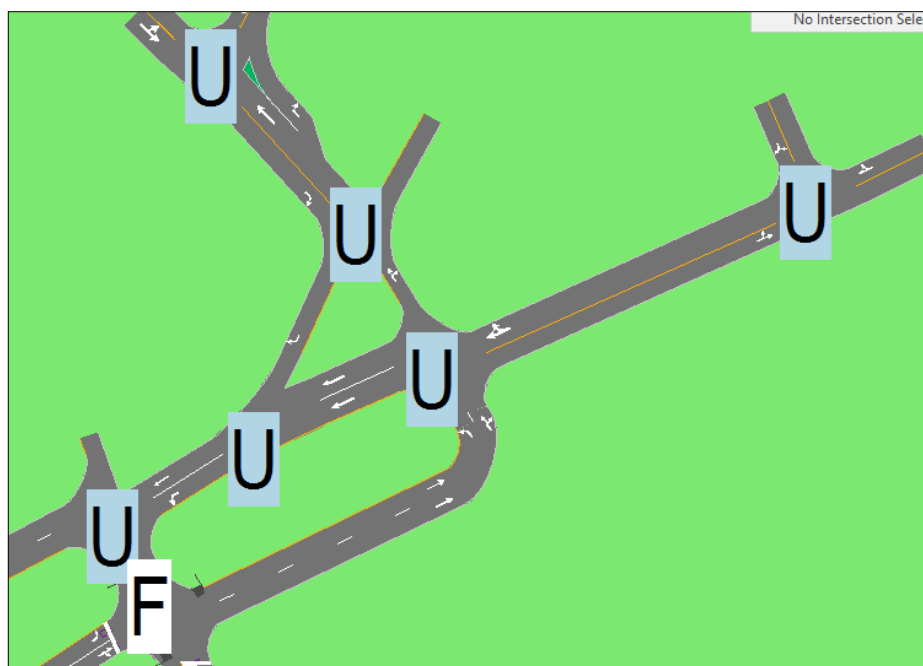
La demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y se encuentra dicha intersección en grado de saturación.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 90.5 %

La demanda vehicular no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.

A continuación, se muestra el Nivel de Servicio de las intersecciones en estudio.



*Figura 73: Nivel de Servicio (LOS) a futuro con la inclusión del Complejo Deportivo Universitario en funcionamiento (Domingo)*

*FUENTE: Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0*

Como se aprecia en el análisis del programa este arroja los siguientes Niveles de Servicio:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “F” el cual indica el colapso de dicha intersección en horas punta.

- **Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “A” el cual indica que existe una buena condición de flujo libre. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación solo a ciertas horas punta.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ E ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “E” el cual indica que las condiciones de servicio son cercanas a la capacidad de la vía. Es muy limitada la capacidad de maniobrar y los usuarios experimentan malestares físico y psicológico considerablemente.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos:

**Tabla 51: Cuadro Resumen de las intersecciones del proyecto a futuro con el complejo deportivo universitario en funcionamiento**

<i>Cuadro resumen de datos obtenidos</i>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>No semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg)</b>	-----	-----	50	-----
<b>Nivel de servicio</b>	<i>F</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>E</i>
<b>ICU</b>	133.6 %	32.1 %	132.7 %	90.5 %

**FUENTE:** *Elaboración propia*

Como podemos apreciar en el proyecto a futuro con la inclusión del Complejo Deportivo Universitario funcionando al 100% de su capacidad se tendrá serios problemas de congestión vehicular sobre todo en la Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre, dicha intersección estar en un nivel de servicio de “F”.

A continuación, se darán algunas soluciones ingenieriles al proyecto de investigación, buscando aminorar o mitiguen de alguna manera la congestión vehicular que se presentara en dicha intersección.

### **3.11.5 Propuestas de solución al proyecto de investigación**

Una vez realizado el cálculo de los resultados del EIV, proyectado a 20 años, es decir al año 2038, se observó que la intersección conformadas por las Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre, es altamente congestionada en su hora de máxima demanda, debido a esto se propondrá a continuación, algunas soluciones ingenieriles que mitiguen dicho congestionamiento.



### 3.11.5.1 Propuesta 01: inclusión de carriles adicionales

Los cálculos realizados en el presente trabajo de investigación nos muestran, que actualmente en el año 2018, la intersección mencionada presenta un nivel de servicio de categoría “B”; sin embargo, proyectando para el año 2038 sin la inclusión del Complejo Deportivo Universitario, será de categoría “C”. Así mismo en el año 2038 esta vez con la inclusión del complejo deportivo presentara un nivel de servicio de categoría” F”. Es por esto, que se dará una solución ingenieril que disminuya el nivel de servicio en la intersección **Av. Floral - Av. Sesquicentenario - Jr. Jorge Basadre**.

Una de las propuestas de solución a la intersección en cuestión, consiste en utilizar un terreno vacío ubicado al lado de los rieles del tren en el acceso SO-NE, paralela a la Av. Sesquicentenario, en el cual se propone ampliar 2 carriles en la dirección SO-NE, con ello se tendrá que los vehículos provenientes de la intersección Av. Costanera y Av. floral que circulan por la Av. Floral en la dirección SO-NE, no pasen por la intersección en cuestión sino, que circulen de frente paralela a la Av. Sesquicentenario, logrando de esta manera, aliviar el flujo de tránsito.

En la Figura 74, se muestra una imagen actual del estado del terreno vacío donde se propone la habilitación de carriles.



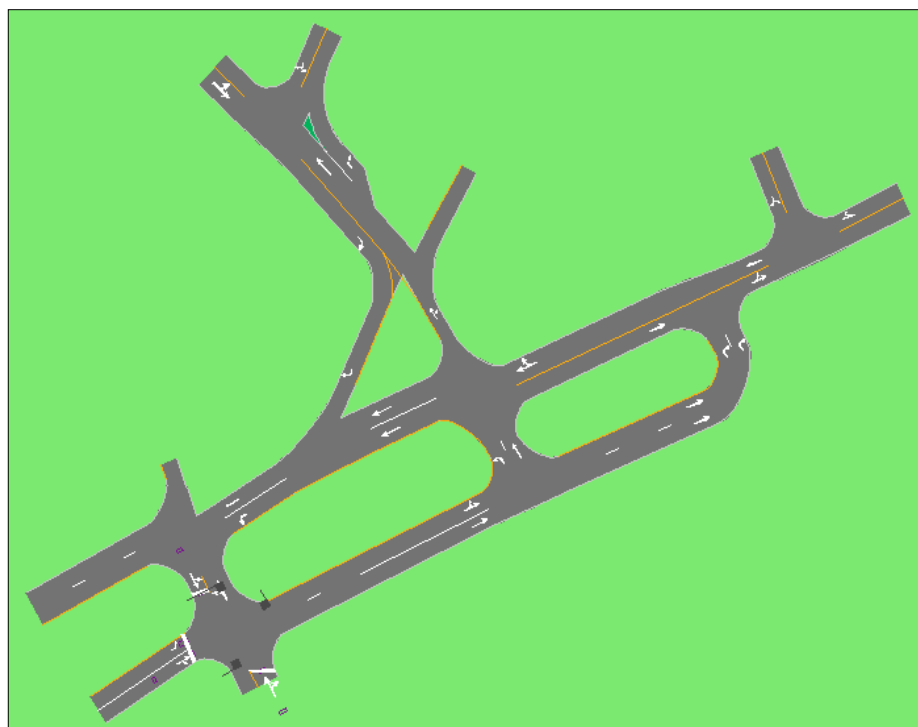
*Figura 74: Estado de la Av. Floral*

*FUENTE: Elaboración propia*

Con la ampliación de 2 carriles adicionales, es necesario calcular en nuevo flujo de saturación para la intersección Av. Floral - Av. Sesquicentenario - Jr. Jorge Basadre, así mismo los niveles de servicio que se presentaran en la intersección con la solución adoptada, para ello se utilizara el programa Synchro 10.0, cuyos resultados se muestran a continuación:

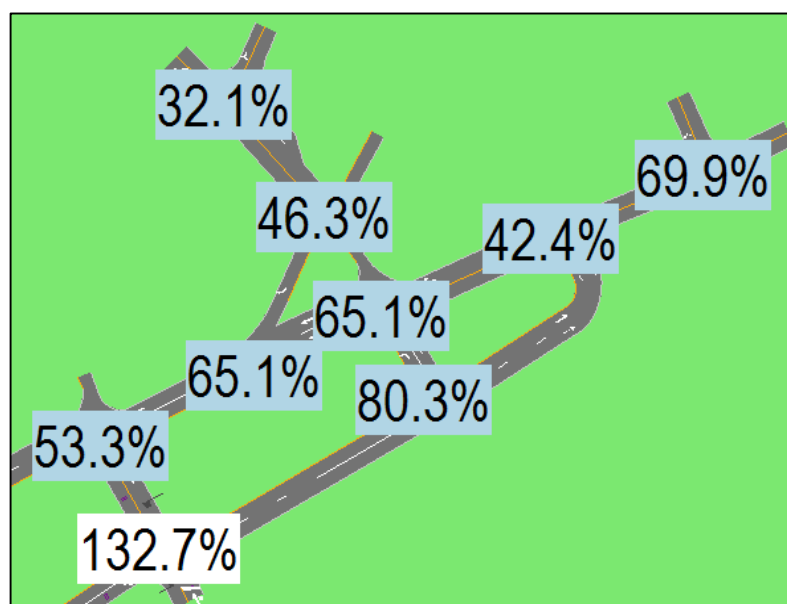
### **3.11.5.2 Resultados de la propuesta 01 de solución con el programa synchro**

El programa Synchro 10.0 siendo este un programa mesoscópico analiza la información según la capacidad de la vía y las demoras de los tiempos semafóricos con parámetros ICU y LOS respectivamente. En la figura se muestra los porcentajes de utilización de las cuatro intersecciones en estudio con la solución adoptada de la inclusión de carriles adicionales.



**Figura 75:** Solución al Proyecto año 2038 con la inclusión de carriles adicionales

**FUENTE:** Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0



**Figura 76:** ICU de solución al Proyecto año 2038, con la inclusión de carriles adicionales.

**FUENTE:** Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0

Para las intersecciones estudiadas se presentan los valores que a continuación se mencionan:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 65.1 %

Un ICU por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día, tal es el caso de la intersección mencionada.

- **Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre**

ICU: 32.1 %

La demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

ICU: 132.7 %

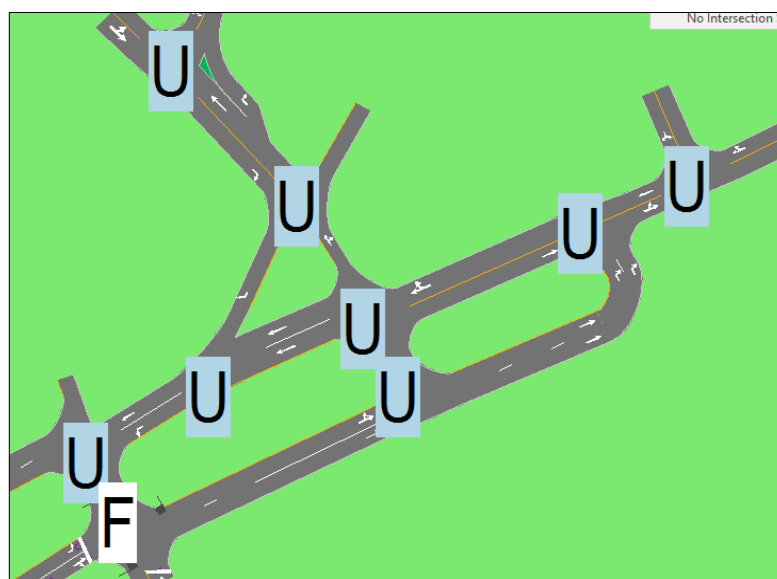
El valor mostrado nos da a entender que la demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y que dicha intersección se encuentra en grado de saturación en la hora pico.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 69.9 %

Al igual que la intersección Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre la demanda vehicular que circulara por la intersección no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.

Así mismo es necesario conocer los niveles de servicio (LOS), esto para, pero para un planeamiento y gestión del transporte. A continuación, se muestra los resultados del mismo:



*Figura 77: Nivel de Servicio (LOS) de solución al Proyecto año 2038. con la inclusión de carriles adicionales*

*FUENTE: Elaboración propia mediante en el programa Synchro Studio 10.0*

Como se aprecia en el análisis del programa este arroja los siguientes Niveles de Servicio:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ C ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “C” En un nivel de servicio tal como se presenta en la intersección mencionada las velocidades son cercanas al flujo libre, pero las libertades de maniobrar son restringidas por los otros usuarios. El nivel general de comodidad y conveniencia disminuye

significativamente. Las interrupciones en el tráfico como un incidente pueden generar colas y demoras significativas

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “A” el cual indica que existe una buena condición de flujo libre. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación a ciertas horas del día. Los vehículos habitualmente funcionan a bajas velocidades en estas condiciones y se requiere a menudo de una parada completa, por lo general de forma cíclica.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ C ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “C”. El nivel general de comodidad y conveniencia disminuye significativamente. Las interrupciones en el tráfico como un incidente pueden generar colas y demoras significativas

A continuación, se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos:

**Tabla 52: Cuadro Resumen de las intersecciones del proyecto a futuro con la inclusión de carriles**

<b>Cuadro resumen de datos obtenidos</b>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>No semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg)</b>	-----	-----	50	-----
<b>Nivel de servicio</b>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>C</i>
<b>ICU</b>	65.1 %	32.1 %	132.7 %	69.9 %

**FUENTE:** *Elaboración propia*

En resumen, el Estudio de Impacto Vial en la intersección conformado por las Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre, nos muestra que actualmente en el año 2018 tiene un Nivel de Servicio categoría “B”, para el año 2038 sin la inclusión del complejo deportivo universitario presentara una categoría “C”, así mismo para el 2038 con la inclusión del complejo deportivo universitario funcionando al 100 %, las condiciones empeoraran severamente a una categoría “F”.

Por lo tanto, se propone para solucionar la congestión vehicular la ampliación de dos carriles en el sentido hacia el SO-NE, con esta solución adoptada se logra mitigar la congestión vehicular del año 2038 de una categoría “F” de a una categoría “E”.

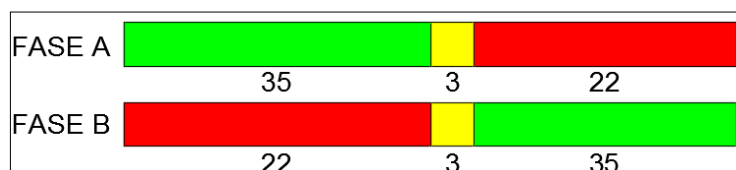
Sin embargo, esto no será suficiente dado que el nivel de servicio “E” seguirá siendo muy alto, a continuación, se propone incorporar dispositivos de control vehicular, es decir semáforos en todas las intersecciones influyentes al proyecto.

### 3.11.5.3 Propuesta 02: inclusión de dispositivos reguladores (semáforos)

Otra solución que se adopta en la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre, es la inclusión de un dispositivo regulador vial, es decir un semáforo para el control vehicular. Al instalar un semáforo en la intersección es necesario regular un ciclo semafórico optimo y un verde efectivo con el cual se tenga el menor tiempo de demora en cada acceso, para ello, se utilizó nuevamente el programa Synchro 10.0.

#### Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre

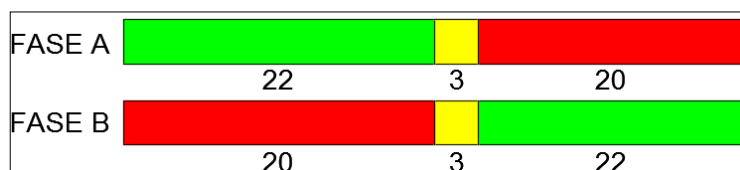
Se calculó el ciclo semafórico optimo en esta intersección la cual se obtuvo de 60 segundos, con un verde efectivo de 35 segundos, con un ámbar 3 segundos y un rojo de 22 segundos en ambos sentidos, cuyos resultados se muestran a continuación:



**Figura 78: Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038.**  
**FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0**

#### Intersección Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre

Al igual que en la intersección anterior se calculó el ciclo semafórico optimo en esta intersección la cual se obtuvo de 45 segundos, con un verde efectivo de 22 segundos, con un ámbar 3 segundos y un rojo de 20 segundos en ambos sentidos, cuyos resultados se muestran en la figura:

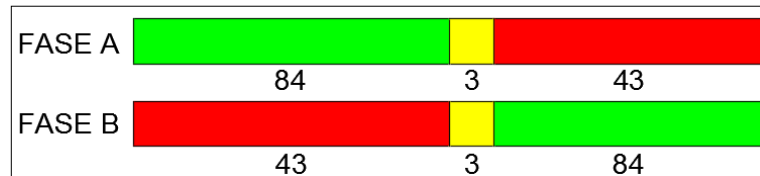


**Figura 79: Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038**  
**FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0**



**Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Se calculó el ciclo semafórico óptimo en esta intersección la cual se obtuvo de 130 segundos, con un verde efectivo de 67 segundos, con un ámbar 3 segundos y un rojo de 20 segundos en ambos sentidos, cuyos resultados se muestran a continuación:

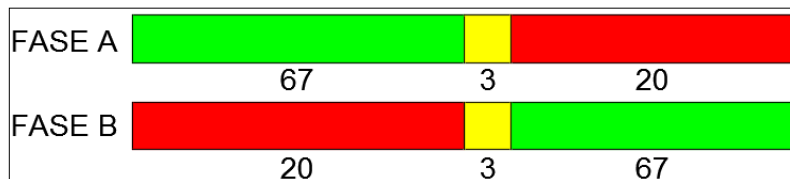


*Figura 80: Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038*

*FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0*

**Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

En esta intersección se obtuvo un ciclo semafórico óptimo de 90 segundos, con un verde efectivo de 67 segundos, con un ámbar 3 segundos y un rojo de 20 segundos en ambos sentidos, cuyos resultados se muestran:

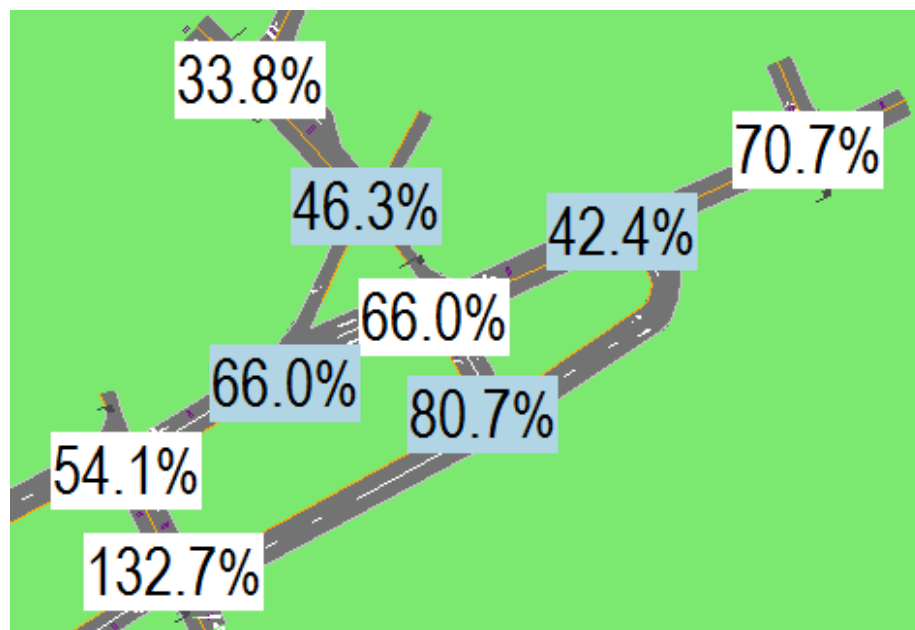


*Figura 81. Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038*

*FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0*

**3.11.5.4 Resultados de la propuesta 02 de solución con el programa Synchro**

Una vez simulado las intersecciones con los ciclos anteriores se obtiene las siguientes capacidades de funcionamiento de la intersección (ICU) y los niveles de servicio en las intersecciones estudiadas, que se muestran a continuación:



*Figura 82. Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) con solución de semaforización e inclusión de carriles adicionales.*

*FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0*

Para las intersecciones estudiadas se presentan los valores que a continuación se mencionan:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 66.0 %

Un ICU por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día, tal es el caso de la intersección mencionada.

- **Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre**

ICU: 33.8 %

La demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

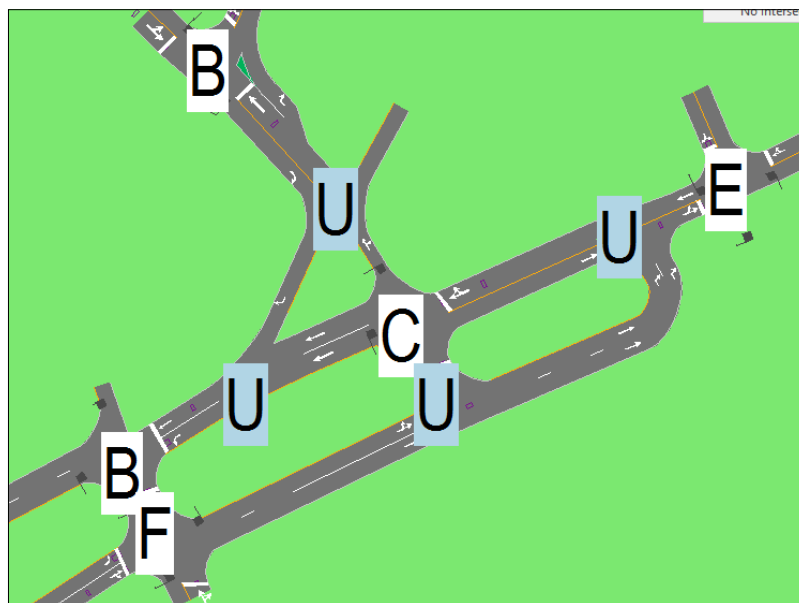
ICU: 132.7 %

El valor mostrado nos da a entender que la demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y que dicha intersección se encuentra en grado de saturación en la hora pico.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 70.7 %

Al igual que la intersección Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre la demanda vehicular que circulara por la intersección no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.



**Figura 83: Nivel de Servicio (LOS) de solución al Proyecto año 2038. con la inclusión de semaforización y carriles adicionales**  
**FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0**

Como se aprecia en el análisis del programa este arroja los siguientes Niveles de Servicio:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ C ”

En un nivel de servicio tal como se presenta en la intersección mencionada las velocidades son cercanas al flujo libre, pero las libertades de maniobrar son restringidas por los otros usuarios. El nivel general de comodidad y conveniencia disminuye significativamente. Las interrupciones en el tráfico como un incidente pueden generar colas y demoras significativas

- **Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ B ”

En un nivel de servicio como este, la presencia de otros usuarios es notable y la selección de velocidad es relativamente poco afectada, pero hay un poco descenso en la libertad de maniobrar.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación a ciertas horas del día. Los vehículos habitualmente funcionan a bajas velocidades en estas condiciones y se requiere a menudo de una parada completa, por lo general de forma cíclica.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ E ”

En un nivel de servicio “E” tal como se presenta en la intersección mencionada las condiciones de servicio son muy cercanas a la capacidad de la vía, en cuanto a la capacidad de maniobra podemos decir que este es muy limitado y los usuarios de la vía experimentan malestares físicos y psicológicos considerables.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos:

**Tabla 53: Cuadro Resumen de las intersecciones del proyecto a futuro con semaforización**

<b>Cuadro resumen de datos obtenidos</b>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg)</b>	60	45	130	90
<b>Nivel de servicio</b>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>E</i>
<b>ICU</b>	66.0 %	33.8 %	132.7 %	70.7 %

**FUENTE:** *Elaboración propia*

### 3.11.5.5 Propuesta 03: inclusión de un estacionamiento para vehículos particulares

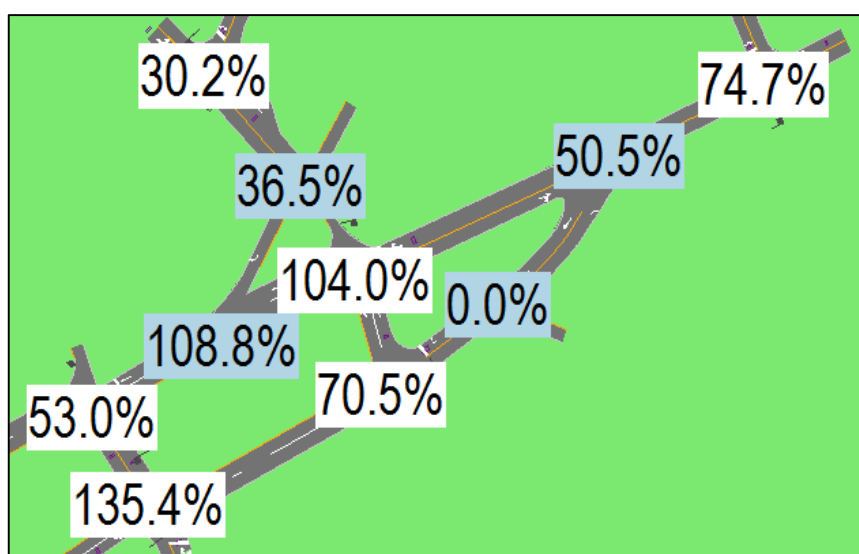
Puesto que en el expediente técnico no se propone un estacionamiento para el complejo deportivo universitario, se ha visto por conveniente hacer un estacionamiento fuera de las instalaciones del complejo deportivo universitario esto para los vehículos particulares que generara el estadio universitario cuando este se encuentre en funcionamiento.



*Figura 84: Propuesta de estacionamiento para vehículos particulares  
FUENTE: Tomado del Google Eart*

### 3.11.5.6 Resultados de la propuesta 3, inclusión de un estacionamiento para vehículos particulares

Una vez simulado las intersecciones con los ciclos anteriores se obtiene las siguientes capacidades de funcionamiento de la intersección (ICU) y los niveles de servicio en las intersecciones estudiadas, que se muestran a continuación:



*Figura 85: Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) con la inclusión de semaforización, carriles adicionales y un estacionamiento para vehículos particulares  
FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0*

Para las intersecciones estudiadas se presentan los valores que a continuación se mencionan:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 104.0 %

El valor mostrado nos da a entender que la demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y que dicha intersección se encuentra en grado de saturación en la hora pico.

- **Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre**

ICU: 30.2 %

Un ICU por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día, tal es el caso de la intersección mencionada.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

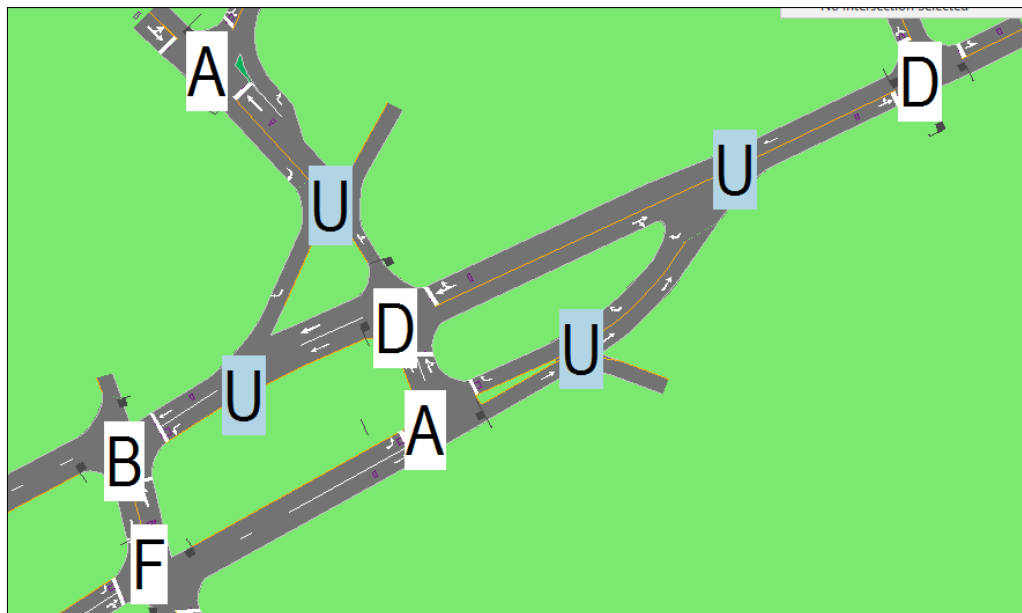
ICU: 135.4 %

El valor mostrado nos da a entender que la demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y que dicha intersección se encuentra en grado de saturación en la hora pico.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 74.7 %

Al igual que la intersección Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre la demanda vehicular que circulara por la intersección no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.



**Figura 86:** Nivel de Servicio (LOS) de solución al Proyecto año 2038. con la inclusión de semaforización, carriles adicionales y un estacionamiento para vehículos particulares.  
**FUENTE:** Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0

Como se aprecia en el análisis del programa este arroja los siguientes Niveles de Servicio:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ D ”

En un nivel de servicio como este, las condiciones de velocidades empiezan a disminuir con el aumento del flujo vehicular. La libertad de maniobrar es más limitada y los conductores experimentan reducciones en el bienestar físico y psicológico. Los incidentes pueden generar largas colas debido al crecimiento de la densidad.



- **Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

Un nivel de servicio “A” como se presenta en la intersección en estudio, representa una condición de flujo libre. El o los usuarios son prácticamente insensibles a la presencia de los otros usuarios en el flujo del tráfico. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación a ciertas horas del día. Los vehículos habitualmente funcionan a bajas velocidades en estas condiciones y se requiere a menudo de una parada completa, por lo general de forma cíclica.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ D ”

En un nivel de servicio como este, las condiciones de velocidades empiezan a disminuir con el aumento del flujo vehicular. La libertad de maniobrar es más limitada y los conductores experimentan reducciones en el bienestar físico y psicológico. Los incidentes pueden generar largas colas debido al crecimiento de la densidad.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos:

**Tabla 54: Cuadro Resumen de las intersecciones del proyecto a futuro con estacionamiento.**

<i>Cuadro resumen de datos obtenidos</i>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg)</b>	60	45	130	90
<b>Nivel de servicio</b>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>D</i>
<b>ICU</b>	104.5 %	30.2 %	135.4 %	74.7 %

**FUENTE:** *Elaboración propia*

### 3.11.6 Evaluación a futuro con el complejo deportivo universitario en funcionamiento a condición media (15 000 espectadores)

En esta sección se evaluará el impacto vial del Complejo Deportivo Universitario, cuando esté en funcionamiento, pero a una condición media de capacidad en cuanto a los espectadores, es decir cuando el estadio albergue un total de 15 000 espectadores en un evento deportivo.

Como se mencionó en los capítulos anteriores para la evaluación del impacto vial que se tendrá en el año 2038, con un crecimiento del tránsito normal y además con la inclusión de los viajes generados por el funcionamiento del Complejo Deportivo Universitario, se desarrolló el tema de generación de viajes, fruto de este estudio se lograron obtener ecuaciones lineales y logarítmicas cuyos resultados de ambas ecuaciones

arrojan exactamente el número de viajes que se generará la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario, esta ecuación se muestra a continuación:

$$Y = 0.0398 X + 136.18$$

En la ecuación “Y” representa el número de viajes generados por el complejo deportivo universitario, “X” representa el número de espectadores o asistentes aun evento deportivo, en este caso el valor de “X” es pues la mitad de la capacidad de total de espectadores que puede albergar el estadio universitario, es decir 15 000 espectadores, a continuación, se muestra el cálculo del mismo:

$$Y = 0.0398 (15\ 000) + 136.18$$

$$Y = 733.18 \text{ viajes generados con un total de } 15\ 000 \text{ espectadores}$$

Una vez obtenido el total de viajes generados para un total de 15 000 espectadores, en este caso es de 733 viajes en la hora pico, se procede a la distribución de los viajes en el sistema vial, es decir de la generación de viajes se obtiene un total de vehículos no importando que tipo de vehículos son estos, ni el modo en que se presentan en la intersección aledañas al desarrollo, pero en la distribución de viajes se toma en cuenta estas afirmaciones porque es necesario conocer cómo se distribuye esos viajes generados en el sistema vial, es decir en las intersecciones, para esto se realizaron encuestas a los asistentes al estadio Enrique Torres Belón en los diferentes partidos que disputo el equipo de Alfonso Ugarte de Puno.

Se entrevistaron en tres diferentes partidos que disputo el conjunto de Alfonso Ugarte de Puno, cuyos resultados se muestran a continuación:

**Tabla 55: Resumen de resultados de la distribución de viajes en el primer partido**

ESTADIO ENRIQUE TORRES BELON							
	# DE ENTRAS	FACTOR (PER/VEH)	DISTRIBUCION SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO	% DISTRIBUCION SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO	% DE PERSONAS POR "GENERADO"	% DE PERSONAS POR "GENERADO"	TOTAL DE ASISTENTES AL ESTADIO "ESPECTADORES"
<b>PRIMER PARTIDO (UGARTE VS CORIRE)</b>	AUTOS	84	2.44	204	31%	204	6000
	TAXI	24	3.4	82	13%	82	
	COMBIS	74	2.8	208	32%	208	
	MOTOTAXI	6	2.6	16	2%	16	
	A PIE	70	2	140	22%		
<b>TOTAL</b>	<b>258</b>		<b>650</b>	<b>100%</b>	<b>510</b>	<b>100%</b>	

**FUENTE: Elaboración propia.**

De un total de 6 000 espectadores asistentes al primer partido se entrevistaron a un total de 258 personas según el cálculo de la muestra que se presenta en los anexos, de los cuales un 40% asistió en auto, 16% en taxi, 41% en combi y un 3% asistió en mototaxi.

**Tabla 56: Resumen de resultados de la distribución de viajes en el segundo partido**

ESTADIO ENRIQUE TORRES BELON							
	# DE ENTRAS	FACTOR (PER/VEH)	DISTRIBUCION SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO	% DISTRIBUCION SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO	% DE PERSONAS POR "GENERADO"	% DE PERSONAS POR "GENERADO"	TOTAL DE ASISTENTES AL ESTADIO "ESPECTADORES"
<b>SEGUNDO PARTIDO (UGARTE VS CREDICOOP)</b>	AUTOS	92	2.44	224	33%	224	8000
	TAXI	31	3.4	105	16%	105	
	COMBIS	80	2.8	224	33%	224	
	MOTOTAXI	12	2.6	31	5%	31	
	A PIE	46	2	92	14%		
<b>TOTAL</b>	<b>261</b>		<b>676</b>	<b>100%</b>	<b>584</b>	<b>100%</b>	

**FUENTE: Elaboración propia.**

Para el segundo partido de un total de 8 000 asistentes al partido que disputo Alfonso Ugarte y Credicoop San Román se entrevistaron a 261 asistentes según el cálculo de la muestra, de los cuales 38 % asistió en auto, 18 % en taxi, 38 % en combi y un 5 % asistió en mototaxi.

**Tabla 57: Resumen de resultados de la distribución de viajes en el tercer partido**

<b>ESTADIO ENRIQUE TORRES BELON</b>							
	# DE ENTREVISTAS	FACTOR (VEHI/PER)	DISTRIBUCION N SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO	% DISTRIBUCION N SEGÚN SU MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO	% DE PERSONAS POR VEHICULO "GENERADO"	% DE PERSONAS POR VEHICULO "GENERADO"	TOTAL DE ASISTENTES AL ESTADIO "ESPECTADORES"
<b>TERCER PARTIDO (UGARTE VS MINSA)</b>	AUTOS	74	2.44	181	27%	181	5500
	TAXI	26	3.4	88	13%	88	
	COMBIS	113	2.8	316	47%	316	
	MOTOTAXI	9	2.6	23	3%	23	
	A PIE	35	2	70	10%		
<b>TOTAL</b>	<b>257</b>		<b>678</b>	<b>100%</b>	<b>608</b>	<b>100%</b>	

**FUENTE: Elaboración propia.**

En el último partido que disputo el equipo de Alfonso Ugarte de Puno en el estadio Enrique Torres Belón contra el Minsa F.C de Puerto Maldonado asistieron un total de 5500 espectadores de los cuales fueron entrevistados 257 asistentes, los resultados nos muestran que un 30% asistió en auto, 14% en taxi, 52% en combi, 4% asistió en mototaxi

Tomando un promedio de la distribución de viajes, esta se presenta a continuación:

**Tabla 58: Resumen de proporción vehicular por evento deportivo**

	1er PARTIDO	2do PARTIDO	3er PARTIDO	PROMEDIO
AUTOS	40.00%	38.36%	29.77%	36.04%
TAXI	16.08%	17.98%	14.47%	16.18%
COMBIS	40.78%	38.36%	51.97%	43.70%
MOTOTAXI	3.14%	5.31%	3.78%	4.08%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

**FUENTE: Elaboración propia**

En la tabla anterior se presentan las proporciones de vehículos que son usados por los espectadores para llegar al estadio Enrique Torres Belón, es decir el tipo de transporte y la proporción que utilizan estos al asistir a un evento deportivo.

Una vez conocido los tipos y las proporciones de las unidades vehiculares, esos se distribuirán de la siguiente manera:

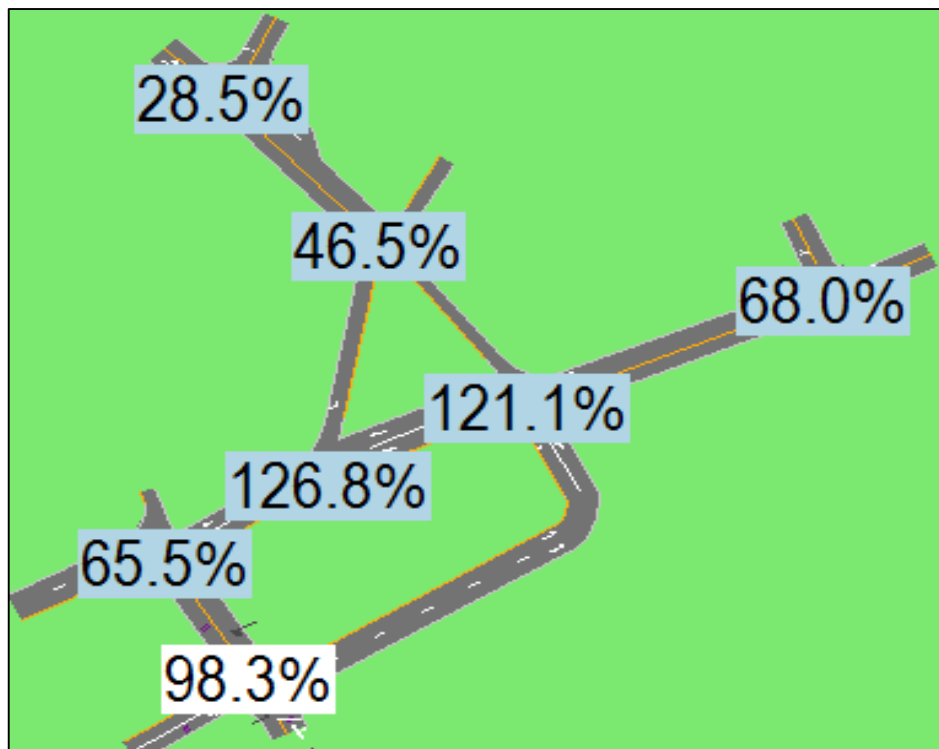
**Tabla 59: Calculo de distribución de viajes para el estadio de la UNAP a condición media**

<i>TIPO DE VEHÍCULO</i>	<i>PROMEDIO</i>	<i>NÚMERO DE VEHICULOS GENERADOS POR EL ESTADIO DE LA UNAP</i>	<i>DISTRIBUCION DE VIAJES POR TIPO DE VEHÍCULO</i>
<i>AUTOS</i>	<i>36.04%</i>		<i>264</i>
<i>TAXI</i>	<i>16.18%</i>		<i>119</i>
<i>COMBIS</i>	<i>43.70%</i>	<i>733</i>	<i>320</i>
<i>MOTOTAXI</i>	<i>4.08%</i>		<i>30</i>
<i>TOTAL</i>	<i>100.00%</i>		<i>733</i>

**FUENTE: Elaboración propia**

Una vez obtenido la generación de viajes y su posterior distribución del mismo en el sistema vial, estos datos se ingresaron al programa Synchro Studio V10.0 para su modelado, este programada como resultados la capacidad de funcionamiento de las intersecciones en términos ICU, (los resultados se muestran en porcentajes, estos indican la capacidad de las intersecciones mientras más se acerca este valor al 100% nos indica que la capacidad de las intersecciones están siendo superadas, es decir la demanda de vehículos que transitan por dicha intersección es más que la capacidad de la vía) y en términos de Niveles de Servicio (estos nos dan valores en letras A,B,C,D,E y F en donde un valor de A indican un flujo libre de saturación y F un flujo totalmente saturado)

A continuación, se muestran los resultados de la capacidad de funcionamiento de las intersecciones en estudio, obtenido del programa Synchro Studio.



**Figura 87:** Capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) con la inclusión del Complejo Deportivo Universitario en funcionamiento a condición media (Domingo)

*FUENTE:* Elaboración propia mediante el programa Synchro Studio 10.0

Para las intersecciones estudiadas se presentan los valores que a continuación se mencionan:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 121.1 %

El valor mostrado nos da a entender que la demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y que dicha intersección se encuentra en grado de saturación en la hora pico.

- **Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre**

ICU: 28.5 %

Un ICU por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día, tal es el caso de la intersección mencionada.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

ICU: 98.3 %

Este valor de 98.3 % no indica que la demanda vehicular aun no supera la capacidad de la intersección y que la intersección mencionada, no se encuentra en grado de saturación, pero que esta pronta saturarse.

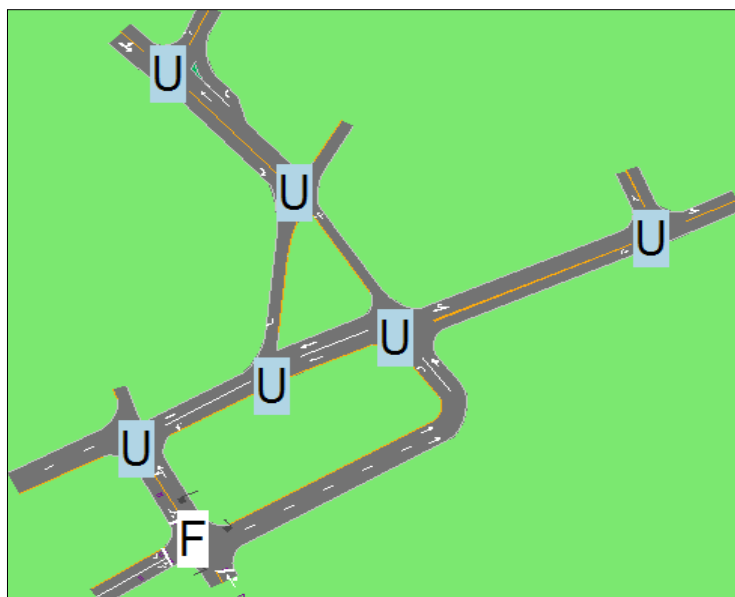
- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 68.0 %

Al igual que la intersección Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre la demanda vehicular que circulara por la intersección no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.

Así mismo como se mencionó, el programa Synchro Studio calcula los *level of Service* (LOS), es decir los niveles de servicio en cada una de las intersecciones estudiadas, cuyos resultados se muestran a continuación:





*Figura 88: Niveles de servicio (LOS) con la inclusión del Complejo Deportivo Universitario en funcionamiento a condición media (Domingo)*

*FUENTE: Elaboración propia mediante el programa Synchro Studio 10.0*

Como se aprecia en el análisis del programa este arroja los siguientes Niveles de Servicio:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “ F ” el cual indica el colapso de dicha intersección en hora punta.

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “A” el cual indica

que existe una buena condición de flujo libre. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación solo a ciertas horas del día.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ E ”

El programa indica mediante la letra “U” que no hay semaforización, sin embargo, al realizar el análisis correspondiente indica un nivel de servicio “E” el cual indica que la presencia de otros usuarios es notable y la selección de velocidad es relativamente poco afectada, pero hay un descenso en la libertad de maniobrar de manera considerable.

**Tabla 60: Resumen de las intersecciones en funcionamiento a condiciones medias (15000 espectadores)**

<b>Cuadro resumen de datos obtenidos</b>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>No semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>No semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg.)</b>	-----	-----	50	-----
<b>Nivel de servicio</b>	F	A	F	E
<b>ICU</b>	121.1 %	28.5 %	98.3 %	68.0 %

**FUENTE: Elaboración propia**

### 3.11.7 Propuestas de solución al proyecto de investigación a condición media

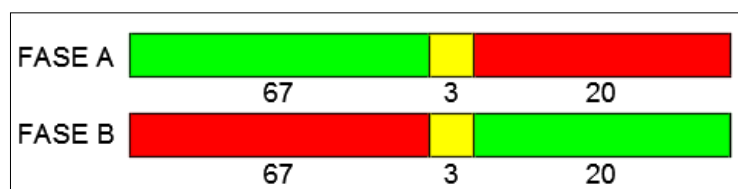
Uno de los objetivos planeados en la presente investigación es mitigar el impacto vial que genera la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario, en las vías aledañas al proyecto, para mantener o recuperar los niveles de servicio, en ese sentido se presentan dos propuestas para su mitigación, que se describen a continuación:

#### 3.11.7.1 Propuesta 01: inclusión de dispositivos reguladores (semáforos)

Con esta propuesta de mitigación se plantea la inclusión de semáforos en las intersecciones en estudio. Al instalar un semáforo en la intersección es necesario regular un ciclo semafórico óptimo y un verde efectivo con el cual se tenga el menor tiempo de demora en cada acceso, para ello, se utilizó nuevamente el programa Synchro Studio 10.

#### Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre

Se calculó el ciclo semafórico óptimo en esta intersección la cual se obtuvo de 90 segundos, con un verde efectivo de 67 segundos, con un ámbar 3 segundos y un rojo de 20 segundos en el sentido NO-SE (fase A) y un verde efectivo de 20 segundos, ámbar de 3 segundos y un rojo de 67 segundos en la dirección SE-NO, (fase B), cuyos resultados se muestran a continuación:

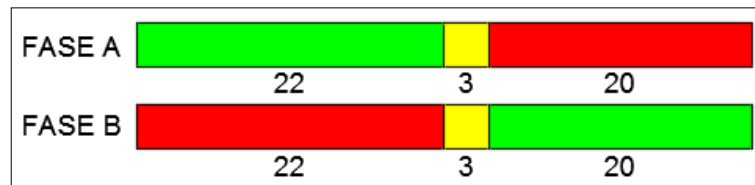


*Figura 89: Ciclo semafórico de solución al proyecto*

*FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0*

**Intersección Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre**

Al igual que en la intersección anterior se calculó el ciclo semafórico optimo en esta intersección la cual se obtuvo de 45 segundos, con un verde efectivo de 22 segundos, con un ámbar 3 segundos y un rojo de 20 segundos en ambos sentidos, cuyos resultados se muestran en la figura:

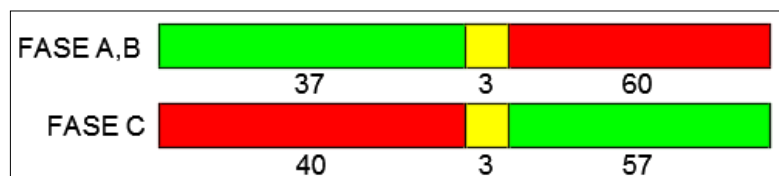


*Figura 90: Ciclo semafórico de solución al Proyecto*

*FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0*

**Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Se calculó el ciclo semafórico optimo en esta intersección la cual se obtuvo de 100 segundos, con un verde efectivo de 37 segundos, con un ámbar 3 segundos y un rojo de 60 segundos en la dirección NE-SO y SO-NE (fase Ay B), y un verde efectivo de 57 segundos, ámbar de 3 segundos y un rojo de 40 segundos en la dirección NO-SE, (fase C) cuyos resultados se muestran a continuación:

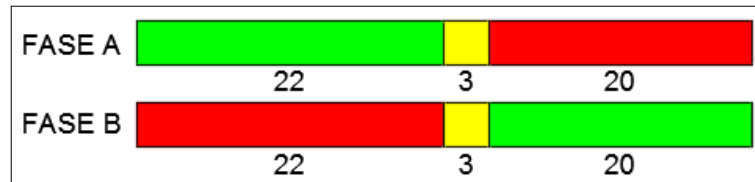


*Figura 91: Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038*

*FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0*

**Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

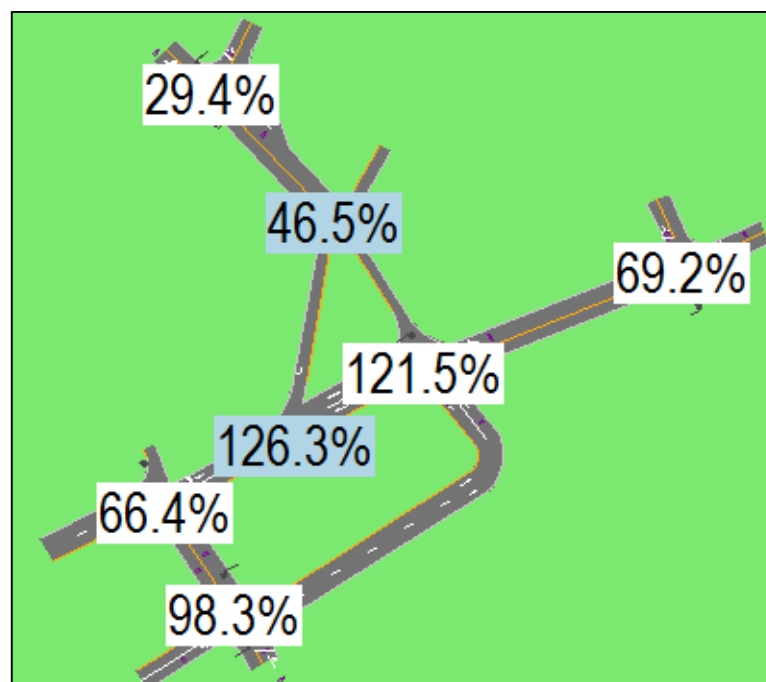
En esta intersección se obtuvo un ciclo semafórico óptimo de 45 segundos, con un verde efectivo de 22 segundos, con un ámbar 3 segundos y un rojo de 20 segundos en ambos sentidos, cuyos resultados se muestran:



*Figura 92: Ciclo semafórico de solución al Proyecto año 2038*

*FUENTE: Elaboración propia mediante Synchro Studio 10.0*

Una vez optimizado los ciclos semafóricos de las intersecciones en estudio, mediante el programa Synchro Studio 10.0, se volverán a calcular la capacidad de la vía en unidades ICU (capacidad de funcionamiento de las intersecciones) y sus respectivos niveles de servicio (LOS), que se muestran a continuación:



*Figura 93: ICU con la propuesta de solución 01: semaforización (Domingo)*

*FUENTE: Elaboración propia mediante el programa Synchro Studio 10.0*

Para las intersecciones estudiadas se presentan los valores que a continuación se mencionan:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 121.5 %

El valor mostrado nos da a entender que la demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y que dicha intersección se encuentra en grado de saturación en la hora pico.

- **Intersección Jr. Panamá-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 29.4 %

Un ICU por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día, tal es el caso de la intersección mencionada.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

ICU: 98.3 %

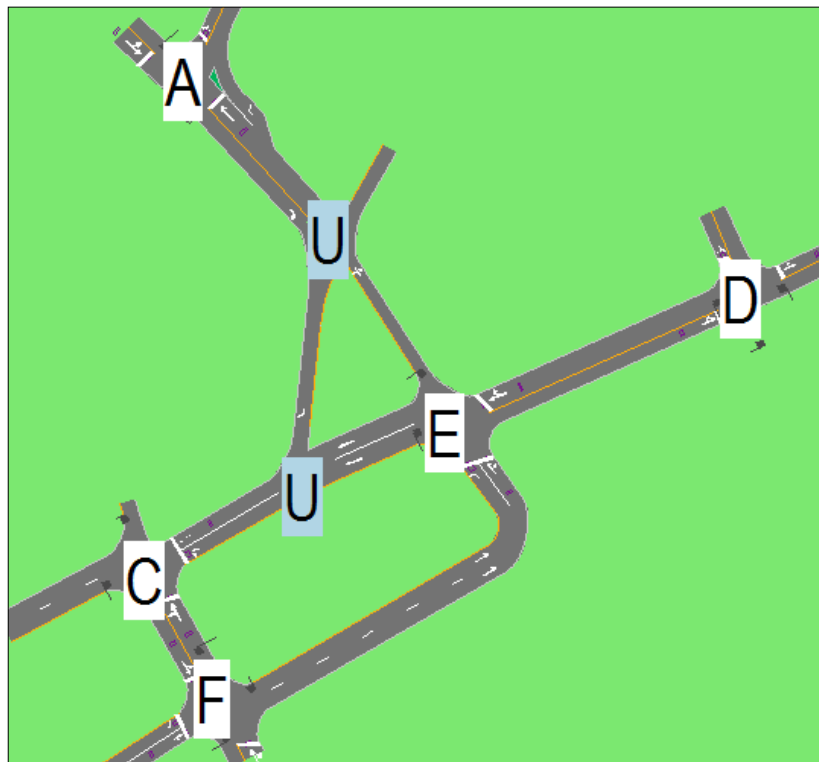
Este valor de 98.3 % no indica que la demanda vehicular aun no supera la capacidad de la intersección y que la intersección mencionada, no se encuentra en grado de saturación, pero que esta pronta saturarse.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 69.2 %

Al igual que la intersección Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre la demanda vehicular que circulara por la intersección no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.

Así mismo como se mencionó, el programa Synchro Studio 10.0 calcula los *level of Service* (LOS), es decir los niveles de servicio en cada una de las intersecciones estudiadas, cuyos resultados se muestran a continuación:



**Figura 94: Niveles de servicio (LOS) con la propuesta de solución 01: semaforización (Domingo)**

**FUENTE: Elaboración propia mediante el programa Synchro Studio 10.0**

Como se aprecia en el análisis del programa este arroja los siguientes Niveles de Servicio:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ E ”

En un nivel de servicio “E” tal como se presenta en la intersección mencionada las condiciones de servicio son muy cercanas a la capacidad de la vía, en cuanto a la capacidad de maniobra podemos decir que este es muy limitado y los usuarios de la vía experimentan malestares físicos y psicológicos considerables.

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

Un nivel de servicio “A” como se presenta en la intersección en estudio, representa una condición de flujo libre. El o los usuarios son prácticamente insensibles a la presencia de los otros usuarios en el flujo del tráfico. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación a ciertas horas del día. Los vehículos habitualmente funcionan a bajas velocidades en estas condiciones y se requiere a menudo de una parada completa, por lo general de forma cíclica.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ D ”



En un nivel de servicio como este, las condiciones de velocidades empiezan a disminuir con el aumento del flujo vehicular. La libertad de maniobrar es más limitada y los conductores experimentan reducciones en el bienestar físico y psicológico. Los incidentes pueden generar largas colas debido al crecimiento de la densidad.

**Tabla 61: Resumen de las intersecciones en funcionamiento semaforizadas a condiciones medias (15 000 espectadores)**

<b>Cuadro resumen de datos obtenidos</b>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg.)</b>	90	45	100	45
<b>Nivel de servicio</b>	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>D</i>
<b>ICU</b>	122.0 %	29.4 %	98.3 %	69.2 %

**FUENTE:** *Elaboración propia*

De los resultados podemos concluir que para la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre y demás intersecciones, una vez presentada la propuesta de solución 01, el cual es la inclusión de semáforos, se nota un descenso en cuanto a los niveles de servicio, por ejemplo, en la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre sin propuesta de solución tendría un nivel de servicio “F” y con la propuesta de solución desciende a un nivel de servicio “E”, de igual manera ocurre en la intersección Av. Sesquicentenario con Jr. José la Mar existe un descenso del nivel de servicio de “E” a “D” las demás intersecciones mantiene sus nivel de servicio.

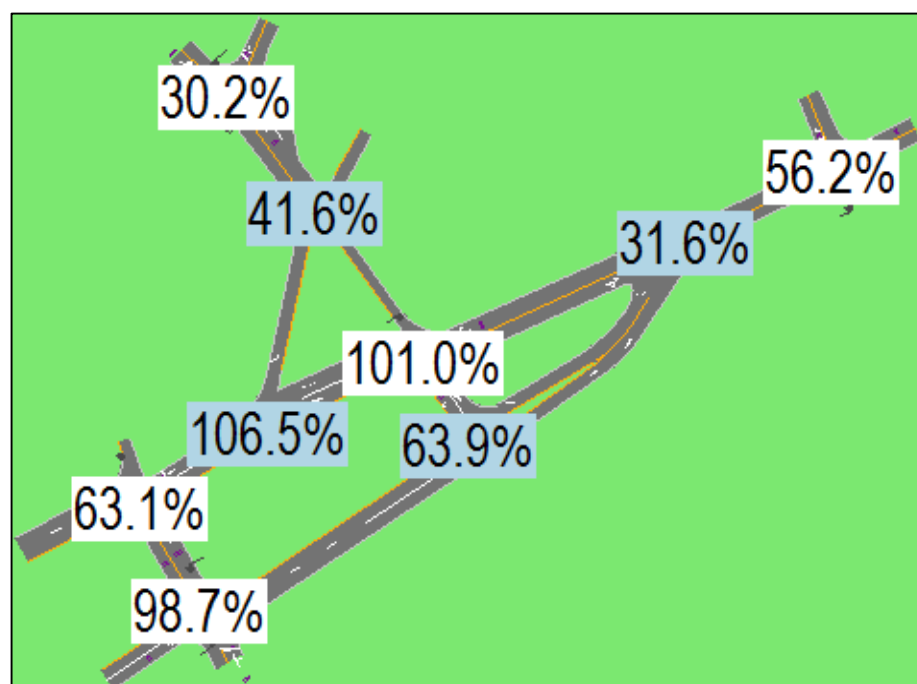
A continuación, se presentará otra propuesta de solución esta consiste en la inclusión de carriles adicionales paralela a la Av. Sesquicentenario con el cual se espera

aminorar el tráfico que se presentará en la intersección Av. Floral Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre.

### 3.11.7.2 Propuesta 02: inclusión de carriles adicionales

Líneas arriba ya se mencionó acerca de la inclusión de carriles como una propuesta de solución para aminorar las condiciones de saturación de las intersecciones en estudio, pero sobre todo de la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre principal afectado por el impacto vial del funcionamiento del Complejo deportivo universitario.

El análisis se realizará con los datos de tránsito en el futuro y adicionando la generación de viajes, estos se introducirán el programa Synchro Studio 10.0 para su modelado, cuyos resultados se muestran a continuación:



*Figura 95: ICU de las intersecciones con la propuesta de solución 01: Inclusión de carriles (Domingo)*

*FUENTE: Elaboración propia mediante el programa Synchro Studio 10.0*

Para las intersecciones estudiadas se presentan los valores que a continuación se mencionan:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

ICU: 101.1 %

El valor mostrado nos da a entender que la demanda vehicular supera la capacidad de la intersección y que dicha intersección se encuentra en grado de saturación en la hora pico.

- **Intersección Jr. Panamá-jr. Jorge Basadre**

ICU: 30.2 %

Un ICU por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular, no supera la capacidad de dicha intersección y que dicha intersección no se encuentra en estado de saturación a lo largo del día, tal es el caso de la intersección mencionada.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

ICU: 98.7 %

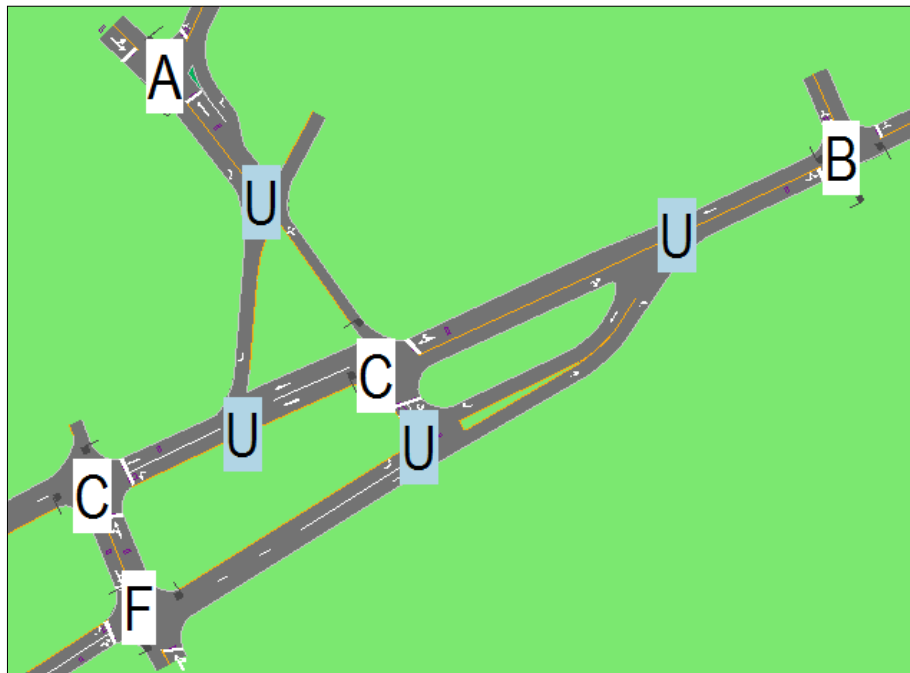
Este valor de 98.3 % no indica que la demanda vehicular aun no supera la capacidad de la intersección y que la intersección mencionada, no se encuentra en grado de saturación, pero que esta pronta saturarse.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

ICU: 56.2 %

Al igual que la intersección Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre la demanda vehicular que circulara por la intersección no supera la capacidad de la intersección y dicha intersección no se encuentra en saturación.

A continuación, se muestran los niveles de servicio (LOS)



*Figura 96: Niveles de servicio (LOS) con la propuesta de solución 01: inclusión de carriles (Domingo)*

*FUENTE: Elaboración propia mediante el programa Synchro Studio 10.0*

Como se aprecia en el análisis del programa este arroja los siguientes Niveles de Servicio:

- **Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ C ”

En un nivel de servicio “C” tal como se presenta en la intersección mencionada las velocidades son cercanas al flujo libre, pero las libertades de maniobrar son restringidas por los otros usuarios. El nivel general de comodidad y conveniencia

disminuye significativamente. Las interrupciones en el tráfico como un incidente pueden generar colas y demoras significativas

- **Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre**

Nivel de Servicio (LOS): “ A ”

Un nivel de servicio “A” como se presenta en la intersección en estudio, representa una condición de flujo libre. El o los usuarios son prácticamente insensibles a la presencia de los otros usuarios en el flujo del tráfico. Existiendo una libertad para escoger la velocidad y maniobrar tranquilamente.

- **Intersección Av. Floral – Av. Costanera**

Nivel de Servicio (LOS): “ F ”

El flujo vehicular ha colapsado en dicha intersección y se encuentra en grado de saturación a ciertas horas del día. Los vehículos habitualmente funcionan a bajas velocidades en estas condiciones y se requiere a menudo de una parada completa, por lo general de forma cíclica.

- **Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar**

Nivel de Servicio (LOS): “ B ”

En un nivel de servicio como este, la presencia de otros usuarios es notable y la selección de velocidad es relativamente poco afectada, pero hay un poco descenso en la libertad de maniobrar.

**Tabla 62: Resumen de las intersecciones en funcionamiento semaforizadas a condiciones medias (15 000 espectadores)**

<b>Cuadro resumen de datos obtenidos</b>				
	<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>
<b>Control</b>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>	<i>semaforizada</i>
<b>Ciclo semafórico (seg.)</b>	90	45	100	45
<b>Nivel de servicio</b>	C	A	F	B
<b>ICU</b>	122.0 %	29.4 %	98.3 %	69.2 %

**FUENTE:** *Elaboración propia*

En resumen, el Estudio de Impacto Vial en la intersección conformado por las Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre, a una condición media de funcionamiento es decir cuando en un evento deportivo asistan 15 000 espectadores, nos muestra que actualmente en el año 2018 tiene un Nivel de Servicio categoría “A”, para el año 2038 sin la inclusión del Complejo Deportivo Universitario presentara una categoría “B”, así mismo para el 2038 con la inclusión del Complejo deportivo Universitario funcionando a condiciones medias, las condiciones empeoraran severamente a una categoría “F”.

Por lo tanto, se propone para solucionar la congestión vehicular la semaforización de todas las intersecciones, con esta solución dicha intersección tendrá un nivel de servicio de “E”, así mismo también se plantea la ampliación de dos carriles en el sentido hacia el SO-NE, con esta solución adoptada se logra mitigar la congestión vehicular del año 2038 de una categoría “F” de a una categoría “C”.

A manera de resumen se presentan los cuadros de capacidad de funcionamiento de intersección (ICU) y los niveles de servicio, mostrando la evolución de los mismos.

**Tabla 63: Resumen de la evolución de los ICU de las intersecciones en estudio (día domingo)**

<i>Intersecciones</i>	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	<i>futuro + Estadio</i>	<i>Soluciones</i>	
				<i>Semaforización</i>	<i>Carriles Adicionales</i>
<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<b>49.9%</b>	<b>56.9%</b>	<b>121.1%</b>	<b>122.0%</b>	<b>101.1%</b>
<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<b>27.0%</b>	<b>32.1%</b>	<b>28.5%</b>	<b>29.4%</b>	<b>30.2%</b>
<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<b>54.8%</b>	<b>63.0%</b>	<b>98.3%</b>	<b>98.3%</b>	<b>98.7%</b>
<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<b>43.0%</b>	<b>48.2%</b>	<b>68.0%</b>	<b>69.2%</b>	<b>56.2%</b>

**FUENTE: Elaboración propia**

**Tabla 64: Resumen de la evolución de los niveles de servicio (LOS) de las intersecciones en estudio (día domingo)**

<i>Intersecciones</i>	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	<i>futuro + Estadio</i>	<i>Soluciones</i>	
				<i>Semaforización</i>	<i>Carriles Adicionales</i>
<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>C</b>
<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>
<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>B</b>

**FUENTE: Elaboración propia**

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 EFECTOS DEL IMPACTO VIAL EN LAS INTERSECCIONES VIALES

Los efectos causados por el impacto vial del funcionamiento del Complejo Deportivo universitario en la zona de estudio, muestran un cambio en cuanto a las capacidades viales y los niveles de servicio de las intersecciones en estudio, estos se presentan en la siguiente tabla:

*Tabla 65: Resumen de los cambios de los ICU de las intersecciones viales*

<i>Intersecciones</i>	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	<i>futuro + Estadio</i>
<i>Intersección Av. Floral- Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<b>49.9%</b>	<b>56.9%</b>	<b>133.6%</b>
<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<b>27.0%</b>	<b>32.1%</b>	<b>32.1%</b>
<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<b>54.8%</b>	<b>63.0%</b>	<b>132.7%</b>
<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<b>43.0%</b>	<b>48.2%</b>	<b>90.5%</b>

**FUENTE:** *Elaboración propia*

En la tabla anterior se evidencia claramente el incremento de la capacidad vial de las intersecciones en estudio, como por ejemplo la Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre en la actualidad año 2018, presenta una capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU) de 49.9 % , recordemos que un valor por debajo del 100% nos indica que la demanda vehicular en la zona no es superada por la capacidad de la vía, en futuro



año 2038 con el crecimiento normal del tránsito vehicular el ICU tendrá un valor de 56.9%, pero con la inclusión de los viajes generados por el estadio universitario este valor de ICU aumentará considerablemente hasta alcanzar un valor de 133.6% estando esta intersección totalmente rebasada en cuanto a su capacidad vial, de igual manera ocurre en las demás intersecciones.

Ahora veamos los niveles de servicio de las intersecciones en estudio, estos se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 66: Resumen de los cambios en los niveles de servicio (LOS) de las intersecciones viales**

<i>Intersecciones</i>	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	<i>futuro + Estadio</i>
<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>F</i>
<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>
<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>F</i>
<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>E</i>

**FUENTE:** *Elaboración propia*

Al igual que en la capacidad vial, se da también el incremento de los niveles de servicio en las intersecciones en estudio como es el caso de la Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre que actualmente posee un nivel de servicio “A” con un flujo libre existiendo una libertad para escoger la velocidad, el futuro año 2038 este nivel pasará a “B”, y adicionando los vehículos generados por la puesta en funcionamiento del Complejo deportivo universitario pasara a un nivel de servicio “F” el

cual es pues un flujo caótico donde se forman grandes colas y los vehículos funcionan a bajas velocidades.

De igual forma ocurren con las demás intersecciones se ve un aumento significativo en los niveles de servicio.

#### 4.2 SOLUCIONES DE IMPACTO VIAL EN LAS INTERSECCIONES VIALES

Una vez calculado la capacidad de funcionamiento de las intersecciones y los niveles de servicio de los mismos, se plantearon tres propuestas de solución para mitigar el impacto que causará el funcionamiento del complejo deportivo universitario.

##### Propuesta 01: inclusión de carriles adicionales

Veamos a continuación la capacidad de funcionamiento de la intersección, (ICU) con la propuesta de solución 01, cuyos resultados se muestran a continuación:

*Tabla 67: Resumen de los ICU de las intersecciones en estudio con la propuesta 01*

<i>Intersecciones</i>	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	<i>futuro + Estadio</i>	<i>Soluciones Carriles Adicionales</i>
<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>49.9%</i>	<i>56.9%</i>	<i>133.6%</i>	<i>65.1%</i>
<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>27.0%</i>	<i>32.1%</i>	<i>32.1%</i>	<i>32.1 %</i>
<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>54.8%</i>	<i>63.0%</i>	<i>132.7%</i>	<i>132.7%</i>
<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<i>43.0%</i>	<i>48.2%</i>	<i>90.5%</i>	<i>69.9%</i>

**FUENTE:** *Elaboración propia*

Con la propuesta de solución 01, se evidencia el descenso en cuanto a la capacidad de funcionamiento de la intersección en el caso de la Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre de un 133.6% a un 65.1%, este descenso en el ICU, es a consecuencia de que los vehículos generados por el estadio ya no ingresarán por la intersección mencionada, sino que tomarán la nueva ruta habilitada tal es el caso de los vehículos particulares y taxis.

Así mismo se dará a conocer los niveles de servicio con la propuesta de solución 01, estos se muestran a continuación:

**Tabla 68: Resumen de los niveles de servicio (LOS) de las intersecciones en estudio con la propuesta 01**

<i>Intersecciones</i>	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	<i>futuro + Estadio</i>	<i>Soluciones Carriles Adicionales</i>
<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>C</i>
<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>
<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>F</i>	<i>F</i>
<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>C</i>

**FUENTE: Elaboración propia**

De un nivel de servicio “F” que se encontrará la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre pasará a un nivel de servicio de “C” con la propuesta de solución 01, este nivel consideramos aceptable para el contrarrestar el impacto vial que generará el desarrollo.

De igual manera se tiene un descenso en los niveles de servicio en las demás intersecciones.

### **Propuesta 02: inclusión de dispositivos reguladores (semáforos)**

Con esta segunda propuesta de mitigación del impacto vial, se plantea la inclusión de semáforos e las intersecciones en estudio, para ello se calculó un ciclo optimo y un verde efectivo en el cual se tenga la menor demora en las intersecciones, esto se realizó con el programa Synchro Studio, luego se modelo y los resultados de la capacidad de funcionamiento (ICU) y los niveles de servicio (LOS) se muestran en la siguiente tabla:

*Tabla 69: Resumen de los ICU de las intersecciones en estudio con la propuesta 02*

<i>Intersecciones</i>	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	<i>futuro + Estadio</i>	<i>Soluciones</i>
				<i>Semaforización</i>
<i>Intersección Av.</i>				
<i>Floral-Av.</i>	<b>49.9%</b>	<b>56.9%</b>	<b>133.6%</b>	<b>66.0%</b>
<i>Sesquicentenario-Jr.</i>				
<i>Jorge Basadre</i>				
<i>Intersección Jr.</i>				
<i>Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<b>27.0%</b>	<b>32.1%</b>	<b>32.1%</b>	<b>33.8 %</b>
<i>Intersección Av.</i>				
<i>Floral – Av. Costanera</i>	<b>54.8%</b>	<b>63.0%</b>	<b>132.7%</b>	<b>132.7%</b>
<i>Intersección Av.</i>				
<i>Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<b>43.0%</b>	<b>48.2%</b>	<b>90.5%</b>	<b>70.0%</b>

**FUENTE:** *Elaboración propia*

Con la propuesta de solución 02, se evidencia el descenso en cuanto a la capacidad de funcionamiento de la intersección en el caso de la Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre de un 133.6% a un 66.0%.

Así mismo se dará a conocer los niveles de servicio con la propuesta de solución 02, estos se muestran a continuación:

**Tabla 70: Resumen de los niveles de servicio (LOS) de las intersecciones en estudio con la propuesta 02.**

<i>Intersecciones</i>	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	<i>futuro + Estadio</i>	<i>Soluciones</i>
				<i>Carriles Adicionales</i>
<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>C</i>
<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>F</i>	<i>F</i>
<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>E</i>

**FUENTE:** *Elaboración propia*

De un nivel de servicio “F” que se encontrará la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre pasará a un nivel de servicio de “C” con la propuesta de solución 02, al igual que en la propuesta de solución 01

De igual manera se tiene un descenso en los niveles de servicio en las demás intersecciones.

### **Propuesta 03: inclusión de un estacionamiento para vehículos particulares**

Con esta tercera propuesta de mitigación del impacto vial, se plantea la inclusión de un estacionamiento para los vehículos particulares, que vendrán a los eventos deportivos, este estacionamiento se plantea afueras del complejo deportivo, debido a que en el expediente técnico no se cuenta con un estudio de impacto vial y un área destinada

para los estacionamientos, por esta es que se plantea un estacionamiento a las afueras del complejo universitario.

Es preciso también mencionar que el RNE, menciona en la norma técnica A.100 de recreación y deportes en el artículo 23, que “el número de estacionamientos para los centros de diversión y salas de espectáculos será provisto dentro del terreno donde se ubica la edificación a razón de un estacionamiento cada 50 espectadores. Cuando esto no sea posible, se deberán proveer los estacionamientos faltantes en otro inmueble aledaño al estadio de acuerdo a lo que establezca la municipalidad respectiva”.

Siendo este el caso para un evento deportivo en el estadio universitario de la UNA, con un aforo completo de espectadores (30 000 espectadores), el RNE según la norma técnica A.100 en su artículo 23, recomienda 600 estacionamientos vehiculares.

Los resultados de la capacidad de funcionamiento (ICU) y los niveles de servicio (LOS) se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 71: Resumen de los ICU de las intersecciones en estudio con la propuesta 03**

<i>Intersecciones</i>	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	<i>futuro + Estadio</i>	<i>Soluciones</i>
				<i>Estacionamiento</i>
<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<b>49.9%</b>	<b>56.9%</b>	<b>133.6%</b>	<b>104.5%</b>
<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<b>27.0%</b>	<b>32.1%</b>	<b>32.1%</b>	<b>30.2 %</b>
<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<b>54.8%</b>	<b>63.0%</b>	<b>132.7%</b>	<b>135.4%</b>
<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<b>43.0%</b>	<b>48.2%</b>	<b>90.5%</b>	<b>74.7%</b>

**FUENTE: Elaboración propia**

Con la propuesta de solución 03, se evidencia el descenso en cuanto a la capacidad de funcionamiento de la intersección en el caso de la Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre de un 133.6% a un 104.5%.

Así mismo se dará a conocer los niveles de servicio con la propuesta de solución 03, estos se muestran a continuación:

**Tabla 72: Resumen de la evolución de los niveles de servicio (LOS) de las intersecciones en estudio**

<i>Intersecciones</i>	<i>Actual</i>	<i>Futuro</i>	<i>futuro + Estadio</i>	<i>Soluciones</i>
				<i>estacionamientos</i>
<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario- Jr. Jorge Basadre</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>D</i>
<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>
<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>F</i>	<i>F</i>
<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>D</i>

**FUENTE: Elaboración propia**

De un nivel de servicio “F” que se encontrará la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre pasará a un nivel de servicio de “D” con la propuesta de solución 03.

De igual manera se tiene un descenso en los niveles de servicio en las demás intersecciones.

### 4.3 CONTENIDO DE UN ESTUDIO DE IMPACTO VIAL PARA ESTADIOS

Los estudios de impacto vial tienen por objetivo central identificar los efectos del tráfico generado o atraído por las actividades de un nuevo desarrollo o por la construcción de proyectos de infraestructura. Cuando se hace uso del suelo para la construcción de proyectos de gran envergadura estos generan un tráfico vehicular considerable, a partir de estos efectos es que surge la necesidad de hacer estudios de impacto vial para infraestructuras con el fin de mejorar la capacidad y nivel de servicio de la estructura vial urbana de la ciudad y de esta manera mejorar el funcionamiento en la movilidad del tránsito vehicular.

Siendo un caso particular el estudio de impacto vial en un estadio, se presenta a continuación el contenido que debe tener un Estudio de Impacto Vial para este tipo de proyectos de infraestructura.

#### I. Introducción

- Área de estudio: Para el área de estudio se debe considerar como mínimo las intersecciones viales aledañas al estadio.
- Usos del Suelo: Para el análisis de uso de suelo se debe tener en cuenta el cambio del uso de suelo en la zona y las zonas aledañas al estadio.
- Ubicación: Se debe considerar la ubicación, orientación y localización del estudio, así como también la identificación a las vías aledañas al estadio.
- Planos Propuestos: Planos en los cuales se especifique las dimensiones del estadio como también las dimensiones de las vías de acceso al estadio, las dimensiones de la geometría vial urbana de la zona de estudio, así como la identificación de los componentes viales urbanos existentes.



- Zonificación: Se debe considerar un plano de zonificación de la zona de estudio en los cuales se debe especificar por zonas para las cuales están destinadas para su uso de suelo.

## II. Características de la Red Vial Urbana

- Descripción de la Red Vial Urbana Existente: Se debe elaborar un informe en el cual se especifique las condiciones y dimensiones de las redes viales urbanas aledañas existentes al estadio.
- Identificación del Tránsito Actual: Se debe reconocer en campo los tipos de vehículos que transitan por las vías aledañas al estadio, así como la orientación de la circulación de dichos vehículos en las vías estudiadas y representarlos en un flujograma vehicular y peatonal.
- Identificación de la operación del Transporte en la zona de estudio: Se debe reconocer en campo el tránsito de los vehículos de transporte público que pasan por la zona de estudio, así como los vehículos particulares. Luego se debe elaborar una plantilla de aforo vehicular de acuerdo a los tipos de vehículos y giros que estos realizan en las vías e intersecciones de estudio. Y posteriormente elaborar un cuadro de resumen donde se especifique la Hora Pico, siendo este dato indispensable para el estudio y modelamiento de tránsito.

## III. Proyecciones de Volúmenes de Tránsito

- Generación de Viajes: Para la generación de viajes se debe hacer una evaluación estadística a través de entrevistas a las personas que asisten al estadio. Se debe hacer la entrevista por lo menos tres veces en el mismo

estadio u otros estadios. Si se diera el caso de hacer un estudio de generación de viajes en otros estadios se debe tener en cuenta que estén por la misma zona o que los estadios donde se desea realizar el estudio tengan las mismas condiciones socioeconómicas a las otras zonas de estudio. Este estudio debe contener los siguientes resultados:

- La frecuencia con la que asiste el entrevistado al estadio.
  - La cantidad de personas con las que el entrevistado asiste al estadio.
  - El tipo de vehículo que utiliza el entrevistado para llegar al estadio.
  - Si el entrevistado cuenta con su propia unidad vehicular.
  - De acuerdo a la premisa anterior indagar el motivo de por qué no asisten al estadio con su propia unidad vehicular.
  - De ser necesario plantear otras preguntas que se considere necesaria.
- Distribución de Viajes: De acuerdo la evaluación estadística en el análisis de generación de viajes
  - Asignación de Tránsito Generado a la Red Vial Urbana: De acuerdo al estudio de generación de viajes, se asignará un tránsito generado por tipo de vehículo en las vías de estudio, el cual debe ser distribuido con criterio tomando en cuenta la circulación de los vehículos ya identificados y calculados en los aforos vehiculares como también tomar en cuenta los accesos al estadio y la capacidad de las vías aledañas.
  - Circulación en el Desarrollo y Necesidades de Estacionamiento: De acuerdo al estudio de generación de viajes realizado y la asignación de tránsito, se debe proponer la implementación de un estacionamiento para

el estadio ya que con los estudios realizados su puede calcular la capacidad que debe tener el estadio en estudio.

#### IV. Análisis de Operación de Tránsito

- Operación del Tránsito Base Proyectado: Para la proyección del tránsito base a futuro se debe tomar en cuenta el crecimiento normal del parque automotor de la zona. Estos datos se obtendrán con las tasas de crecimiento vehicular por tipo de vehículo anual, estos datos pueden ser consultados en el INEI o MTC.
- Análisis de Capacidad Vial y nivel de servicio (Intersecciones semaforizadas y no semaforizadas, coordinación de semáforos): Para este análisis se recomienda el uso de un software de modelamiento y simulación de tránsito vehicular, esto con el fin de facilitar el cálculo. Este análisis debe proporcionar la capacidad de funcionamiento de las intersecciones, así como el nivel de servicio de las intersecciones de estudio en condiciones actuales.
- Análisis de la operación de Tránsito Proyectado, incluyendo Tránsito Generado: Se debe realizar un Análisis de Capacidad Vial y nivel de servicio con el tránsito proyectado y el tránsito generado por el estadio. Siendo el tránsito proyectado el que debe variar en el análisis a futuro. Se recomienda realizar el análisis con un tránsito proyectado a 20 años.

#### V. Análisis de las Mejoras

- Mejoras Necesarias para la Operación Aceptable del Tránsito Proyectado, incluyendo Tránsito generado por el estadio: Proponer las mejores

necesarias para mitigar el impacto vial en las vías aledañas al estadio con el tránsito a futuro y proyectado. Para proponer las alternativas de mitigación se debe hacer con criterio dependiendo de las características de la zona, teniendo en cuenta la implementación de dispositivos de control de tránsito, la implementación de señalizaciones verticales como horizontales en la zona de estudio, y de darse el caso proponer aperturas de vías, rediseño de la circulación de las vías, construcciones de estacionamientos, etc.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES

- Se realizó el Estudio de Impacto Vial (ver anexo A.1) para cuando el complejo deportivo universitario de la ciudad universitaria Puno entre en funcionamiento, debido a que el proyecto no cuenta con un estudio de impacto vial, identificando los efectos que tendrá la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario en las intersecciones viales y peatonales aledañas. Posteriormente proponiendo alternativas de mitigación al impacto vial que se generará en las intersecciones aledañas al complejo universitario y así mismo proponiendo una guía metodológica del contenido que debe tener un estudio de impacto vial para estadios. De esta manera se logra validar la hipótesis general en el cual se menciona que la realización del estudio de impacto vial reduce la congestión vehicular.

<i>Intersecciones</i>	<i>Futuro + Estadio</i>	<i>Reducción del ICU y NdS con el Estudio de Impacto Vial</i>		
		<i>Carriles</i>	<i>Semaforización</i>	<i>Estacionamiento</i>
<i>Intersección Av. Floral-Av. Sesquicentenario-Jr. Jorge Basadre</i>	<i>133.6%-F</i>	<i>65.1%-C</i>	<i>66.0%-C</i>	<i>104.5%-D</i>
<i>Intersección Jr. Panamá - Jr. Jorge Basadre</i>	<i>32.1%-A</i>	<i>32.1 %-A</i>	<i>33.8 %-B</i>	<i>30.2 %-A</i>
<i>Intersección Av. Floral – Av. Costanera</i>	<i>132.7%-F</i>	<i>132.7%-F</i>	<i>132.7%-F</i>	<i>134.4%-F</i>
<i>Intersección Av. Sesquicentenario – Jr. José de la Mar</i>	<i>90.5%-E</i>	<i>69.9%-C</i>	<i>70.0%-E</i>	<i>74.7%-D</i>

- Los efectos que tendrá la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario de la ciudad universitaria –Puno, en las intersecciones viales y peatonal serán el incremento en la capacidad de funcionamiento de la intersección (ICU), así

mismo el incremento de los niveles de servicio, en las intersecciones en estudio, como se detalla a continuación:

- La intersección de las Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre que, de tener un ICU en la actualidad año 2018 de 49.9 %, pasará a tener un ICU de 56.9% en el año 2038 con el crecimiento del parque automotor, y un ICU de 133.6% efecto causado por el funcionamiento del complejo deportivo, siendo esta intersección la principal afectada por el funcionamiento del proyecto.
- La intersección de las Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre que, de tener un nivel de servicio, en la actualidad de “A”, pasara a tener un nivel “B” en el año 2038 y un “F” de nivel de servicio, con la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario, siendo esta intersección la principal afectada por el funcionamiento del proyecto.
- La intersección del Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre, en la actualidad tiene un ICU de 27.0 %, pasará a tener en el año 2038 un ICU de 32.1% y adicionado la generación de viajes, causa por el funcionamiento del complejo deportivo, tendrá un 32.1%, esta intersección no se verá afectada por el funcionamiento del proyecto debido a que existe bajo tránsito en dicha intersección.
- La intersección del Jr. Panamá con Jr. Jorge Basadre, en la actualidad tiene un nivel de servicio “A “, pasará a tener en el año 2038, un nivel de servicio de “A” y adicionado la generación de viajes tendrá un nivel “A”, esta intersección no se verá afectada por el funcionamiento del proyecto debido a que existe bajo tránsito en la intersección mencionada.

- La intersección Av. Floral y la Av. Costanera, tiene actualmente un 54.8% de ICU, en el futuro año 2038 tendrá un 63.0% de ICU, el efecto que causará la inclusión del complejo deportivo universitario es el incremento del ICU en 132.7%
- La intersección Av. Floral y la Av. Costanera, tiene un nivel de servicio de “B”, en el futuro año 2038, tendrá un nivel de servicio de “C”, el efecto que causará la inclusión del complejo deportivo universitario es el incremento del nivel de servicio en “F”.
- La intersección Av. Sesquicentenario y Jr. José de la Mar en la actualidad posee un ICU de 43.0%, pasará a tener un ICU de 48.2% en el año 2038, y con la inclusión del complejo deportivo tendrá un 69.9% esta intersección, será poco afectada debido a que no es una intersección principal que vaya a recibir la carga vehicular del complejo deportivo universitario.
- La intersección Av. Sesquicentenario y Jr. José de la Mar en la actualidad posee un nivel de servicio de “A”, pasará a tener un nivel de “A” en el año 2038, y con la inclusión del complejo deportivo tendrá un LOS de “E”, esta intersección, será poco afectada debido a que no es una intersección principal que vaya a recibir la carga vehicular del complejo deportivo universitario.

En el análisis del nivel de servicio del flujo peatonal en la intersección Av. Floral, Av. Sesquicentenario y Jr. Jorge Basadre. En cuanto a los efectos que tendrá la puesta en funcionamiento del complejo deportivo universitario se pronostica que no tendrá un efecto significativo en el tránsito peatonal en las intersecciones estudiadas, debido a que se encontrará controlado por la semaforización planteada anteriormente en las soluciones

al impacto vial y además en el cálculo de niveles de servicio peatonal estos encuentran en un nivel de servicio de “A” indicando que existe libertad para transitar sobre el paso peatonal.

- Se propone como alternativas de mitigación del impacto vial, en las intersecciones aledañas al complejo deportivo universitario las siguientes:

Propuesta 01: inclusión de carriles adicionales (ver anexo A.2)

Propuesta 02: inclusión de dispositivos reguladores (semáforos) (ver anexo A.3)

Propuesta 03: inclusión de un estacionamiento para vehículos particulares (ver anexo A.4)

- Se propone una guía metodológica del contenido que debe tener un estudio de impacto vial para estadios, que tiene como propósito orientar al ingeniero en el desarrollo de dicho estudio. El cual se presenta en el Anexo A.5 de la presente investigación. Con esta guía de contenido de estudio de impacto vial nos permitirá identificar los efectos de los impactos viales en la zona, y a partir de este estudio plantear soluciones a los impactos viales, de esta manera se puede mejorar el nivel de servicio y la transitabilidad en la zona de estudio.



## CAPÍTULO VI

### 6. RECOMENDACIONES

1.- De acuerdo al análisis de la propuesta de solución 3 de la presente investigación, se recomienda a los responsables del proyecto del complejo deportivo universitario de Universidad Nacional del Altiplano la apertura de una vía paralela a la Av. Sesquicentenario para mejorar el flujo vehicular y dar acceso al estacionamiento a las afueras del complejo deportivo universitario propuesto en esta investigación.

2.- Así mismo se recomienda a la municipalidad de Puno la implementación de los dispositivos de control de tránsito (semáforos) y las señalizaciones viales tanto horizontales como verticales en las intersecciones estudiadas para regular el tránsito vehicular y peatonal.

3.- Se recomienda a las municipalidades regular la implementación en los expedientes técnicos el estudio de impacto vial EIV en proyectos de infraestructura de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, de esta manera controlar y evaluar los futuros proyectos de construcción y que no se genere congestión vehicular. Teniendo de esta manera una herramienta legal que regule dichos estudios de impacto vial.

4.- Así mismo se recomienda a las autoridades municipales la necesidad de recolectar información para poder contar con datos locales, que permitan obtener una base de datos para determinar la generación de viajes-persona según el uso del suelo destinado para proyectos de infraestructura.

5.- Se recomienda a los responsables del proyecto del complejo deportivo universitario destinar un área para estacionamientos puesto que infringe el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma A.100 de Recreación y deportes en su artículo 23, en cual

especifica que se debe proveer de un área de estacionamiento y una proporción de un estacionamiento por cada 50 espectadores.

6.- De acuerdo a resultados obtenidos de los días lunes y viernes los cuales dan como resultado niveles de servicio “F”, en las intersecciones aledañas al complejo deportivo universitario, por lo tanto, se recomienda no realizar eventos deportivos durante los días laborables de la semana puesto que los niveles de servicio de las intersecciones aumentaran dando como resultados niveles de servicio “F” crítico.

7.-Se recomienda a los profesionales que van a realizar en estudios de impacto vial, tomar en cuenta la guía metodología de contenido de impacto vial en estadios que se presenta en esta investigación, así como los manuales del ITE y el HCM, para el desarrollo de dichos estudios.

## CAPÍTULO VII

### 7. REFERENCIAS

- Arias P. & Valdiviezo V. (2014). *Estudio de impacto vial para escuelas en zonas urbanas de Lima Metropolitana*. (Trabajo de Titulación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú.
- Berrezueta A. (2016). *Generación de Viajes Ajustado a las Circunstancias de Colegios Públicos de la ciudad de Guayaquil*. (Trabajo de Titulación previa a la obtención del Grado de Ingeniero Civil). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Bonnett P., & Yatto E., (2017) *Análisis de la capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas: Av. 28 de julio – 3er paradero de Ttio, Av. La cultura Manuel Prado, Prolongación Av. La cultura – Universidad Andina del Cusco; en comparación con el desnivel aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación*. (Trabajo de Titulación previa a la obtención del Grado de Ingeniero Civil). Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.
- Cal R., Mayor R. & Cárdenas J. (2007). *Ingeniería de Tránsito - Fundamentos y Aplicaciones*, 8va Ed. Alfaomega.
- Fernández, R. & Valenzuela, E. (2004). *Gestión ambiental de tránsito: cómo la ingeniería de transporte puede contribuir a la mejoría del ambiente urbano*. Santiago, Chile.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F: McGraw-Hill.

Highway Capacity Manual (HCM 2010). Transportation research board. U.S.A:  
Washington DC.

Hill, Mc G. (2004). *Urban Transportation System 2° Ed.* USA.

Leighton C. (2001). *Estimación de Tasas de Generación de Viajes para Actividades Comerciales en el A.M.C.: Propuesta Metodológica.* (Trabajo de grado presentado para optar el título de magister en transporte urbano). Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

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

Manual de diseño geométrico de vías urbanas – Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005.

Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito - Secretaría de Desarrollo Social de México, 2014.

Moran D. (2017). *Estudio de Generación de viajes para Centros Comerciales ubicados en el Cantón Samborondón.* (Trabajo de Titulación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil). Universidad Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador.

Ordenanza N°1404 - Municipalidad Metropolitana de Lima, 8 de Julio 2010.

Ordenanza N°1268 - Municipalidad Metropolitana de Lima, 2 de Julio 2009.

Plan regulador de rutas de transporte público urbano en la ciudad de Puno 2010 – 2015, Municipalidad Provincial de Puno – Gerencia de Transporte, 2010.

Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puno 2012-2022, Municipalidad Provincial de Puno – Gerencia de Desarrollo Urbano, 2012.

Pinto C. (2016). *Análisis y planteamiento de soluciones en el ovalo “los incas” – intersección de la avenida dolores con la avenida los incas en la provincia de Arequipa*. (Trabajo de Titulación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

Politis A. (2017). *Generación de Viajes ajustados a las circunstancias de hoteles cuatro y cinco estrellas de la ciudad de Guayaquil*. (Trabajo de Titulación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Reglamento Nacional de Tránsito (2014).

Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma CE.010 Aceras y Pavimentos, 2014.

Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma GH 0.20 Componentes de diseño Urbano, 2014.

Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma G.040 Definiciones, 2014.

Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma A.100 Recreación y Deportes, 2014.

Red de Polos Generadores de Viajes, Recuperado de <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es>; 2018

Soto J. (2017). *Generación de viajes Ajustado a las circunstancias de hoteles de tres y dos estrellas de la ciudad de Guayaquil*. (Trabajo de Titulación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Sotil A. & Chalco K. (2014) *Impacto vial del túnel santa rosa en la avenida próceres de la independencia, SJL, Lima*. (Revista Infraestructura Vial, Vol. 16, Número 27, p.p. 25-35). Lima, Perú.

Triola, M. (2004). *Estadística 9° Ed.* México.

Vela F. (2008). *Estudio de Impacto Vial, Marco Conceptual*. (Trabajo de investigación presentada al comité de maestría en ingeniería vial previa a la obtención del grado de maestro en ciencias de la ingeniería vial). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Velasco J. (2017). *Los estudios de impacto vial y el tráfico generado en la ciudad de lima*. (Trabajo de Titulación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

# ANEXOS