



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD VEHICULAR Y NIVELES DE SERVICIO EN
INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS DEL CORREDOR VIAL PROLONGACIÓN AV.
DE LA CULTURA EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN Y PROPUESTA DE
SOLUCIÓN.

Presentado por:

Ramos Cuito, Meliza Urpi

Para optar al Título Profesional de Ingeniero
Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos

CUSCO – PERÚ

2019



Dedicatoria

Dedico esta investigación realizada a Dios y a mis dos únicos amores, Cuper y Julia mis adorados padres quienes me enseñan a vivir con valores y principios, los cuales siempre permanecen a mi lado cuando más los necesito, por darme siempre las fuerzas y las energías para lograr este y otros objetivos importantes que son fundamentales para mi crecimiento personal y profesional. Siempre les estaré eternamente agradecida.

Meliza Urpi Ramos Cuito



Agradecimientos

Agradezco a dios por haberme dado la fortaleza necesaria para cumplir esta meta. Al Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos, por aceptar la tutoría de la tesis de investigación. A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por contribuir en mi formación profesional.

Y al Ing. Cristian L. que hizo posible la conclusión de esta investigación.

Meliza Urpi Ramos Cuito



Resumen

El objetivo principal de la tesis de investigación es proponer la solución al congestionamiento vehicular de una de las zonas principales de nuestra ciudad de Cusco, para ello se tuvo que realizar un extensa y minuciosa evaluación de la capacidad vial y nivel de servicio en intersecciones semaforizadas del corredor vial Prolongación av. De La Cultura en el Distrito de San Sebastián.

La metodología que contiene la Investigación es: de tipo Cuantitativo, nivel Descriptivo, método Hipotético – deductivo y diseño de tipo no experimental. Para determinar las condiciones de tráfico se realizó el aforo vehicular y peatonal en dichas intersecciones, haciendo un estudio general durante todos los días de la semana y las horas pico de mayor demanda vehicular, tomando en cuenta los hábitos de los peatones para su movilización. De igual manera para determinar las condiciones geométricas de las intersecciones semaforizadas, se realizó el levantamiento topográfico de las 9 intersecciones semaforizadas en la prolongación Av. La cultura de San Sebastián. Finalmente, para determinar las condiciones semaforizadas se realizó un inventario detallado del comportamiento de los semáforos en las 9 intersecciones y las señalizaciones en cada una de ellas.

Teniendo los datos obtenidos, se procedió al cálculo de la capacidad vial y nivel de servicio en las 9 intersecciones semaforizadas basándonos en el HCM 2010, el cual está incorporado en el software de simulación Synchro 8.0, que dicho software nos permitió realizar la simulación de las intersecciones en su estado actual, y futuro, con los cambios semaforicos y geométricos en la vía, que de acuerdo a nuestra solución fue planteada, ya que software es educacional por ende está al alcance para todo estudiante.

Se realizo una proyección de volumen tráfico futuro a 20 años en las intersecciones estudiadas, para comprobar la evolución de la sobrecarga vehicular que la Prolongación Av. De la Cultura tendrá dentro de todos estos años, así mismo se plantea la modificación geométrica de la vía que consta de 3 carriles para que las bahías sean incorporadas en las intersecciones más críticas según esta investigación en todo el Corredor vial Prolongación Av. La cultura.

Observando nuestros datos tenemos en cuenta que existe una gran demanda vehicular, la cual sobrepasa la capacidad de toda la prolongación Av. de la Cultura. Por lo tanto, para su optimización vehicular, se planteó incorporar una restricción de tránsito vehicular pesado en la intersección Prolongación Av. de la Cultura con Av. Mariano Tupac Amaru.



En conclusión, todas las intersecciones semaforizadas no son óptimas para la carga vehicular proyectada, debido a que el nivel de servicio en casi la totalidad de intersecciones semaforizadas en estudio, tiene un nivel (F).



Abstract

The main objective of the research thesis is to propose the solution to vehicular congestion of one of the main areas of our city of Cusco, for this an extensive and thorough evaluation of the road capacity and service level at traffic lights intersections of the road corridor Extension av. Of Culture in the District of San Sebastián.

The methodology contained in the Research is: Quantitative type, Descriptive level, Hypothetical - deductive method and non-experimental design. To determine the traffic conditions, the vehicular and pedestrian capacity was carried out at these intersections, making a general study during every day of the week and the peak hours of greater vehicular demand, taking into account the pedestrians' habits for their mobilization. In the same way to determine the geometric conditions of the traffic lights intersections, the topographic survey of the 9 traffic lights intersections was carried out in the extension Av. The culture of San Sebastián. Finally, in order to determine the traffic lights conditions, a detailed inventory of the traffic lights' behavior was carried out at the 9 intersections and the signs in each of them.

Having the data obtained, we proceeded to calculate the road capacity and service level in the 9 traffic lights intersected based on the HCM 2010, which is incorporated into the Synchro 8.0 simulation software, which said software allowed us to perform the simulation of the intersections in its current state, and future, with the traffic light and geometric changes in the road, which according to our solution was raised, since software is educational therefore it is available to every student.

A 20-year future traffic volume projection was made at the intersections studied, to check the evolution of the vehicle overload that the Av. De la Cultura Extension will have within all these years, as well as the geometric modification of the road that It consists of 3 lanes so that the bays are incorporated in the most critical intersections according to this research in the entire Corridor Av.

Observing our data, we take into account that there is a great vehicular demand, which exceeds the capacity of the entire Av. De la Cultura extension. Therefore, for its vehicle optimization, it was proposed to incorporate a restriction of heavy vehicular traffic at the intersection of the Av. De la Cultura extension with Av. Mariano Tupac Amaru.



In conclusion, all traffic light intersections are not optimal for the projected vehicle load, because the level of service in almost all traffic light intersections under study has a level (F).



Introducción

En la actualidad uno de los componentes primordiales para el desarrollo de una ciudad es el incremento del sistema vial, este mismo nos crea la necesidad de transportar masivamente a mayores distancias y en un menor tiempo, asimismo tenemos factores que los perturban, como es el congestionamiento vehicular que es uno de los principales problemas urbanos que afectan a una ciudad, es por eso que hoy en día la planificación vial y urbanística es de suma importancia.

En la ciudad del Cusco contamos con niveles bajos de planificación y análisis sobre estos temas, especialmente cuando se dan cambios en la infraestructura vial y peatonal de la ciudad del Cusco.

En el presente proyecto de tesis se realizarán conteos vehiculares, peatonales, así como las condiciones geométricas de la vía actual en toda la prolongación Av. La cultura. Todos nuestros datos actuales nos llevaran a evaluar la capacidad vehicular, niveles de servicio y una proyección a futuro de 20 años que presenta la prolongación av. La Cultura del Distrito de San Sebastián por cuanto esta vía es muy importante debido a que este conecta los dos distritos de mayor demanda vehicular en la Ciudad del Cusco que son Wánchaq y San Jerónimo.

Este estudio de la infraestructura vial, se debe a políticas de transporte orientadas a mejorar el flujo de estos y reducir los tiempos de demora. La tesis evalúa la capacidad vehicular, niveles de servicio y demanda vehicular para obtener impactos positivos o negativos que este tenga. Es por eso que la presente investigación se desarrollara con el fin de establecer respuestas, direcciones y lineamientos que promuevan y encaminen a la solución y planeamiento vial y urbanístico.



Índice general

Dedicatoria	II
Agradecimientos.....	III
Resumen	IV
Abstrac	VI
Introducción	VIII
Índice general	IX
Índice de tablas.....	XXI
Índice de figuras	XXXII
1. Capítulo I: Planteamiento del Problema.....	1
1.1. Identificación del Problema:.....	1
1.1.1. Descripción de Problema:	1
1.1.1.1. Ubicación geográfica:	1
1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema:.....	4
1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General:.....	4
1.1.2.2. Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos:.....	4
1.2. Justificación e Importancia de la Investigación:.....	4
1.2.1. Justificación Técnica:	4
1.2.2. Justificación Social:.....	5
1.2.3. Justificación por Vialidad:	5
1.2.4. Justificación por Relevancia:.....	5
1.3. Limitaciones de la Investigación:	5
1.3.1. Limitaciones por Espacio:	5
1.3.2. Limitaciones por Tiempo:	6
1.3.3. Limitaciones de Datos:.....	6
1.4. Objetivos de la Investigación:	6



- 1.4.1. Objetivo General: 6
- 1.4.2. Objetivos Específicos:..... 6
- 2. Capítulo II: Marco Teórico..... 7
 - 2.1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual: 7
 - 2.1.1. Antecedentes a Nivel Local:..... 7
 - 2.1.1.1. Análisis del Flujo Vehicular - de los Óvalos Libertadores, Garcilaso y Tacna - Intersecciones Giratorias en comparación con el comportamiento de intersección semaforizadas sometidas a la mis demanda. 7
 - 2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional: 7
 - 2.1.2.1. Análisis para la determinación del nivel de servicio y demora en intersecciones viales semaforizadas. 7
 - 2.1.2.2. Estudios de Impacto Vial y el Tráfico generado en la ciudad de Lima. 8
 - 2.1.3. Antecedentes a Nivel Internacional:..... 9
 - 2.1.3.1. Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues. 9
 - 2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes:..... 10
 - 2.2.1. Usuarios de la vía 10
 - 2.2.1.1. El conductor 10
 - 2.2.1.2. El Vehículo 11
 - 2.2.2. Infraestructura vial 13
 - 2.2.3. Clasificación de Vías..... 13
 - 2.2.3.1. Vías expresas 14
 - 2.2.3.2. Vías arteriales:..... 14
 - 2.2.3.3. Vías colectoras 15
 - 2.2.3.4. Vías locales 15
 - 2.2.3.5. Vías de diseño especial 15
 - 2.2.4. Intersecciones viales..... 16
 - 2.2.4.1. Tipos de intersecciones viales..... 16



2.2.5. Dispositivos para el Control del Transito..... 23

 2.2.5.1. Clasificación de dispositivos de control..... 24

2.2.6. Volumen de Transito Horario: 25

 2.2.6.1. Volumen horario de máxima demanda: 25

 2.2.6.2. Volumen Horario de Proyecto 25

2.2.7. Velocidad en General 25

 2.2.7.1. Velocidad a flujo libre..... 26

2.2.8. Capacidad Vial en Intersecciones SemafORIZADAS 26

2.2.9. Nivel de Servicio 26

2.2.10. Tasa de demanda del flujo 28

2.2.11. Factor hora Punta de Intersección..... 28

2.2.12. Tasa de flujo peatonal..... 29

2.2.13. Máximo verde..... 29

2.2.14. Mínimo verde..... 29

2.2.15. El cambio de color amarillo y el rojo 30

2.2.16. Duración de ciclo (Coordinado- operación Actuada)..... 30

2.2.17. Fase dividida (Coordinado- operación Actuada)..... 30

2.2.18. Desplazamiento y punto de referencia de desplazamiento (Coordinado-
operación Actuada)..... 30

2.2.19. Modo de Fuerza (Operación Coordinada- Actuada) 31

2.2.20. Metodología del HCM..... 31

 2.2.20.1. Paso 1: Determinar grupo de movimientos y grupo de Carriles..... 31

 2.2.20.2. Paso 2: Determinar la tasa de flujo de Grupo de Movimientos..... 32

 2.2.20.3. Paso 3: Determinar la tasa de Flujo de Grupo de Carriles..... 32

 2.2.20.4. Paso 4: Determinar los Ajustes de la Tasa de Flujo de Saturación: 33

 2.2.20.5. Paso 5: Determinar la proporción que llegan durante el verde..... 33

 2.2.20.6. Paso 6: Determinar la duración de la fase de señal 34



- 2.2.20.7. Paso 7: Determinar la capacidad y la relación de volumen y capacidad 35
- 2.2.20.8. Paso 8: Determinar demoras 36
- 2.2.20.9. Paso 9. Determinar El Nivel de Servicio 36
- 2.2.21. Trafico Futuro..... 37
 - 2.2.21.1. Tasa de Crecimiento poblacional Anual..... 38
 - 2.2.21.2. Producto interno por departamentos (PBI)..... 39
- 2.2.22. Condiciones geométricas de una vía..... 40
 - 2.2.22.1. Corredor de ruta..... 40
 - 2.2.22.2. Alineamiento horizontal 40
 - 2.2.22.3. Alineamiento vertical..... 41
 - 2.2.22.4. Sección transversal 41
- 2.2.23. Carril..... 41
 - 2.2.23.1. Anchura de un carril 41
- 2.2.24. Pendiente 42
- 2.2.25. Modelo..... 42
 - 2.2.25.1. Función de los modelos 43
- 2.3. Hipótesis: 43
 - 2.3.1. Hipótesis General: 43
 - 2.3.2. Sub Hipótesis: 43
- 2.4. Definición de Variables:..... 44
 - 2.4.1. Variables Independientes: 44
 - 2.4.1.1. Dimensión de variables Independientes:..... 44
 - 2.4.1.2. Indicadores de Variables Independientes:..... 44
 - 2.4.2. Variables Dependientes:..... 44
 - 2.4.2.1. Dimensión de variables dependientes:..... 44
 - 2.4.2.2. Indicadores de Variables Dependientes:..... 44
 - 2.4.3. Cuadro de Operacionalización de Variables: 46



- 3. Capítulo III: Metodología..... 47
 - 3.1. Metodología de la Investigación:..... 47
 - 3.1.1. Tipo de Investigación: 47
 - 3.1.2. Nivel de Investigación:..... 47
 - 3.1.3. Método de Investigación: 47
 - 3.2. Diseño de la Investigación..... 47
 - 3.2.1. Diseño Metodológico: 47
 - 3.2.2. Diseño de ingeniería..... 48
 - 3.3. Población y Muestra: 49
 - 3.3.1. Población:..... 49
 - 3.3.1.1. Descripción de la Población:..... 49
 - 3.3.1.2. Cuantificación de la Población: 49
 - 3.3.2. Muestra:..... 49
 - 3.3.2.1. Descripción de la Muestra: 49
 - 3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra: 53
 - 3.3.2.3. Método de Muestreo: 53
 - 3.3.2.4. Criterios de Evaluación de Muestra:..... 53
 - 3.3.3. Criterios de Inclusión: 54
 - 3.4. Instrumentos: 54
 - 3.4.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos: 54
 - 3.4.1.1. Ficha de aforo vehicular..... 54
 - 3.4.1.2. Ficha de aforo peatonal 59
 - 3.4.1.3. Ficha de características geométricas 59
 - 3.4.1.4. Ficha de características semafóricas de la vía..... 60
 - 3.4.2. Instrumentos de Ingeniería: 60
 - 3.4.2.1. Cámara filmadora..... 60
 - 3.4.2.2. Gps y Wincha:..... 61



3.4.2.3. Synchro 8: 61

3.4.2.4. Civil 3D:..... 62

3.5. Procedimientos de Recolección de Datos:..... 62

3.5.1. Recolección de Datos de la intersección semaforizada Prolongación Av. La
Cultura – Calle Tomás Katari..... 62

3.5.1.1. Equipo utilizado. 62

3.5.1.2. Procedimiento. 62

3.5.1.3. Datos. 69

3.5.2. Recolección de Datos de la intersección semaforizada Prolongación Av. La
Cultura – Jr. Tarapacá. 72

3.5.2.1. Equipo utilizado. 72

3.5.2.2. Procedimiento. 72

3.5.2.3. Datos. 78

3.5.3. Recolección de Datos de la intersección semaforizada Prolongación Av. La
Cultura – Calle Bolívar. 81

3.5.3.1. Equipo utilizado. 81

3.5.3.2. Procedimiento. 81

3.5.3.3. Datos. 87

3.5.4. Recolección de Datos de la intersección semaforizada Prolongación Av. La
Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac. 90

3.5.4.1. Equipo utilizado. 90

3.5.4.2. Procedimiento. 91

3.5.4.3. Datos. 97

3.5.5. Recolección de Datos de la intersección semaforizada Prolongación Av. La
Cultura – Calle San José..... 99

3.5.5.1. Equipo utilizado. 99

3.5.5.2. Procedimiento. 99

3.5.5.3. Datos. 106



3.5.6. Recolección de datos de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco..... 109

 3.5.6.1. Equipo utilizado..... 109

 3.5.6.2. Procedimiento..... 109

 3.5.6.3. Datos..... 115

3.5.7. Recolección de Datos de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra..... 118

 3.5.7.1. Equipo utilizado..... 118

 3.5.7.2. Procedimiento..... 118

 3.5.7.3. Datos..... 124

3.5.8. Recolección de datos de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro..... 127

 3.5.8.1. Equipo utilizado..... 127

 3.5.8.2. Procedimiento..... 128

 3.5.8.3. Datos..... 134

3.5.9. Recolección de Datos de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru..... 138

 3.5.9.1. Equipo utilizado..... 138

 3.5.9.2. Procedimiento..... 138

 3.5.9.3. Datos..... 145

3.6. Procedimientos de Análisis de Datos: 148

 3.6.1. Análisis de datos para la Intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari..... 148

 3.6.1.1. Determinación de la Variación Horaria y Desarrollo del Conteo Vehicular Durante una Semana..... 148

 3.6.1.2. Determinación de la Variación Diaria..... 153

 3.6.1.3. Determinación de Volúmenes Vehiculares por Sentido: 154

 3.6.1.4. Determinación de Volúmenes Peatonales por Sentido: 156



3.6.1.5. Determinación de la Composición Vehicular: 157

3.6.1.6. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado): 158

3.6.1.7. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda: 160

3.6.1.8. Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0). 162

3.6.1.9. Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales. 167

3.6.2. Análisis de datos para la Intersección SemafORIZADA Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá. 169

3.6.2.1. Determinación de la Variación Diaria. 169

3.6.2.2. Variación Horaria..... 170

3.6.2.3. Determinación de Volúmenes Vehiculares por Sentido: 171

3.6.2.4. Determinación de Volúmenes Peatonales por Sentido: 172

3.6.2.5. Determinación de la Composición Vehicular: 173

3.6.2.6. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado): 174

3.6.2.7. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda: 176

3.6.2.8. Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0). 178

3.6.2.9. Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales. 184

3.6.3. Análisis de datos para la Intersección SemafORIZADA Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar. 186

3.6.3.1. Determinación de la Variación Diaria. 186

3.6.3.2. Variación Horaria..... 187

3.6.3.3. Determinación de Volúmenes Vehiculares por Sentido: 187

3.6.3.4. Determinación de Volúmenes Peatonales por Sentido: 189

3.6.3.5. Determinación de la Composición Vehicular: 189

3.6.3.6. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado): 191

3.6.3.7. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda: 192



3.6.3.8. Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)..... 194

3.6.3.9. Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales. 199

3.6.4. Análisis de datos para la Intersección SemafORIZADA Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac. 201

3.6.4.1. Determinación de la Variación Diaria. 201

3.6.4.2. Variación Horaria..... 202

3.6.4.3. Determinación de Volúmenes Vehiculares por Sentido: 203

3.6.4.4. Determinación de Volúmenes Peatonales por Sentido: 204

3.6.4.5. Determinación de la Composición Vehicular: 205

3.6.4.6. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado):..... 206

3.6.4.7. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:..... 208

3.6.4.8. Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)..... 210

3.6.4.9. Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales. 216

3.6.5. Análisis de datos para la Intersección SemafORIZADA Prolongación Av. La Cultura – Calle San José..... 218

3.6.5.1. Determinación de la Variación Diaria. 218

3.6.5.2. Variación Horaria..... 219

3.6.5.3. Determinación de Volúmenes Vehiculares por Sentido: 220

3.6.5.4. Determinación de Volúmenes Peatonales por Sentido: 221

3.6.5.5. Determinación de la Composición Vehicular: 221

3.6.5.6. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado):..... 223

3.6.5.7. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:..... 224

3.6.5.8. Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)..... 226

3.6.5.9. Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales. 231



3.6.6. Análisis de datos para la Intersección SemafORIZADA Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco..... 233

3.6.6.1. Determinación de la Variación Diaria. 233

3.6.6.2. Variación Horaria..... 234

3.6.6.3. Determinación de Volúmenes Vehiculares por Sentido: 235

3.6.6.4. Determinación de Volúmenes Peatonales por Sentido: 236

3.6.6.5. Determinación de la Composición Vehicular: 237

3.6.6.6. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado):..... 238

3.6.6.7. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:..... 240

3.6.6.8. Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)..... 242

3.6.6.9. Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales. 248

3.6.7. Análisis de datos para la Intersección SemafORIZADA Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra..... 250

3.6.7.1. Determinación de la Variación Diaria. 250

3.6.7.2. Variación Horaria..... 251

3.6.7.3. Determinación de Volúmenes Vehiculares por Sentido: 251

3.6.7.4. Determinación de Volúmenes Peatonales por Sentido: 253

3.6.7.5. Determinación de la Composición Vehicular: 253

3.6.7.6. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado):..... 255

3.6.7.7. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:..... 256

3.6.7.8. Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)..... 258

3.6.7.9. Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales. 263

3.6.8. Análisis de datos para la Intersección SemafORIZADA Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro..... 265

3.6.8.1. Determinación de la Variación Diaria. 265

3.6.8.2. Variación Horaria..... 266



- 3.6.8.3. Determinación de Volúmenes Vehiculares por Sentido: 267
- 3.6.8.4. Determinación de Volúmenes Peatonales por Sentido: 268
- 3.6.8.5. Determinación de la Composición Vehicular: 269
- 3.6.8.6. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado):..... 270
- 3.6.8.7. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:..... 272
- 3.6.8.8. Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)..... 274
- 3.6.8.9. Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales. 279
- 3.6.9. Análisis de datos para la Intersección SemafORIZADA Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru. 281
 - 3.6.9.1. Determinación de la Variación Diaria. 281
 - 3.6.9.2. Variación Horaria..... 282
 - 3.6.9.3. Determinación de Volúmenes Vehiculares por Sentido: 283
 - 3.6.9.4. Determinación de Volúmenes Peatonales por Sentido: 284
 - 3.6.9.5. Determinación de la Composición Vehicular: 285
 - 3.6.9.6. Determinación de la Composición Vehicular (ligero – pesado):..... 286
 - 3.6.9.7. Determinación del Factor de la Hora de Máxima Demanda:..... 288
 - 3.6.9.8. Determinación de La capacidad vial y Nivel de Servicio aplicando la metodología del HCM 2010 y software de simulación (Synchro 8.0)..... 290
 - 3.6.9.9. Proyecciones de Volúmenes Vehiculares y Peatonales. 296
- 4. Capítulo IV: Resultados 298
 - 4.1. Resultados actuales..... 298
 - 4.2. Resultados con proyección 302
 - 4.3. Resultados con optimización 306
 - 4.4. Resultados optimizados con solución..... 309
 - 4.5. Resultados de comparación 310
 - 4.6. Diagrama de comparación de demoras, niveles de servicio y capacidad vehicular.311
 - 4.7. Resultados con segunda solución – implementación de bahías 317



4.8. Resultados en comparación de primera solución con segunda solución	318
5. Capítulo V: Discusión	319
Glosario	321
Conclusiones	324
Recomendaciones.....	326
Se recomienda la implementación de bahías en las zonas de mayor conflicto vehicular, como son Prolongación Av. La cultura: Av. Tomas Tuyro Tupac, prolongación Av. Cusco, Calle tomas Katari y Av. Mariano Tupac Amaru. La prolongación fue analizada como corredor vial por ende se recomienda esta modificación geométrica, bahías con giros a la izquierda, ya que al simular nuestros datos reales bajo estas condiciones llegamos a resultados son óptimos para descongestionar toda la prolongación Av. La cultura del distrito de san Sebastián.	327
Referencias.....	328
Anexos.....	329



Índice de tablas

Tabla 1: Factores que afectan al conductor.....	10
Tabla 2: Datos básicos de vehículos.....	13
Tabla 3: Parámetros de diseño vinculado a la clasificación de vías urbanas.....	16
Tabla 4: Tipos de intersecciones a nivel.....	17
Tabla 5: Niveles de servicio.....	45
Tabla 6: Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según departamento.....	46
Tabla 7: Tasa de crecimiento anual para vehículos de carga según el PBI.....	47
Tabla 8: Cuadro de Operacionalización de Variables.....	50
Tabla 9: Características geométricas, C1.....	73
Tabla 10: Características geométricas, C2.....	73
Tabla 11: Características geométricas, C3.....	73
Tabla 12: Características geométricas, C4.....	74
Tabla 13: Características geométricas, C5.....	74
Tabla 14: Características geométricas, C6.....	74
Tabla 15: Características semafóricas, S1.....	75
Tabla 16: Características semafóricas, S2.....	75
Tabla 17: Características semafóricas, S3.....	75
Tabla 18: Características semafóricas, S4.....	75
Tabla 19: Características geométricas, C1.....	82
Tabla 20: Características geométricas, C2.....	83
Tabla 21: Características geométricas, C3.....	83
Tabla 22: Características geométricas, C4.....	83
Tabla 23: Características geométricas, C5.....	84
Tabla 24: Características semafóricas, S1.....	84
Tabla 25: Características semafóricas, S2.....	84
Tabla 26: Características semafóricas, S3.....	85
Tabla 27: Características geométricas, C1.....	91
Tabla 28: Características geométricas, C2.....	92
Tabla 29: Características geométricas, C3.....	92
Tabla 30: Características geométricas, C4.....	92
Tabla 31: Características geométricas, C5.....	93



Tabla 32: Características geométricas, C6.....	93
Tabla 33: Características semafóricas, S1.....	93
Tabla 34: Características semafóricas, S2.....	94
Tabla 35: Características semafóricas, S3.....	94
Tabla 36: Características semafóricas, S4.....	94
Tabla 37: Características geométricas, C1.....	101
Tabla 38: Características geométricas, C2.....	101
Tabla 39: Características geométricas, C3.....	101
Tabla 40: Características geométricas, C4.....	102
Tabla 41: Características geométricas, C5.....	102
Tabla 42: Características semafóricas, S1.....	102
Tabla 43: Características semafóricas, S2.....	103
Tabla 44: Características semafóricas, S3.....	103
Tabla 45: Características geométricas, C1.....	110
Tabla 46: Características geométricas, C2.....	110
Tabla 47: Características geométricas, C3.....	110
Tabla 48: Características geométricas, C4.....	111
Tabla 49: Características geométricas, C5.....	111
Tabla 50: Características geométricas, C6.....	111
Tabla 51: Características semafóricas, S1.....	112
Tabla 52: Características semafóricas, S2.....	112
Tabla 53: Características semafóricas, S3.....	112
Tabla 54: Características semafóricas, S4.....	112
Tabla 55: Características geométricas, C1.....	119
Tabla 56: Características geométricas, C2.....	120
Tabla 57: Características geométricas, C3.....	120
Tabla 58: Características geométricas, C4.....	120
Tabla 59: Características geométricas, C5.....	121
Tabla 60: Características semafóricas, S1.....	121
Tabla 61: Características semafóricas, S2.....	121
Tabla 62: Características semafóricas, S3.....	122
Tabla 63: Características geométricas, C1.....	128
Tabla 64: Características geométricas, C2.....	129
Tabla 65: Características geométricas, C3.....	129



Tabla 66: Características geométricas, C4.....129

Tabla 67: Características geométricas, C5.....130

Tabla 68: Características geométricas, C6.....130

Tabla 69: Características semafóricas, S1.....130

Tabla 70: Características semafóricas, S2.....131

Tabla 71: Características semafóricas, S3.....131

Tabla 72: Características semafóricas, S4.....131

Tabla 73: Características geométricas, C1.....138

Tabla 74: Características geométricas, C2.....139

Tabla 75: Características geométricas, C3.....139

Tabla 76: Características geométricas, C4.....139

Tabla 77: Características geométricas, C5.....140

Tabla 78: Características geométricas, C6.....140

Tabla 79: Características semafóricas, S1.....140

Tabla 80: Características semafóricas, S2.....141

Tabla 81: Características semafóricas, S3.....141

Tabla 82: Características semafóricas, S4.....141

Tabla 83: Características geométricas, C1.....149

Tabla 84: Características geométricas, C2.....149

Tabla 85: Características geométricas, C3.....150

Tabla 86: Características geométricas, C4.....150

Tabla 87: Características geométricas, C5.....150

Tabla 88: Características semafóricas, S1.....151

Tabla 89: Características semafóricas, S2.....151

Tabla 90: Características semafóricas, S3.....151

Tabla 91: Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura –
Calle Tomás Katari.....152

Tabla 92: Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura –
Calle Tomás Katari.....153

Tabla 93: Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura –
Calle Tomás Katari.....153

Tabla 94: Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura –
Calle Tomás Katari.....154



Tabla 95: Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....155

Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....155

Tabla 97: Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....156

Tabla 98: Volúmenes horarios y diarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari157

Tabla 99: Volúmenes diarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari157

Tabla 100: Volúmenes Vehiculares de la Intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....159

Tabla 101: Volúmenes peatonales de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....160

Tabla 102: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari, por movimiento de circulación.....161

Tabla 103: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari (ligero-pesado).....162

Tabla 104: Volumen cada 15 min de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....164

Tabla 105: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....164

Tabla 106: Tabla de cálculo de velocidades de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Tomás Katari.....168

Tabla 107: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Tomás Katari (parte I).....171

Tabla 108: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Tomás Katari (parte II).....172

Tabla 109: Proyección peatonal de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....172

Tabla 110: Volúmenes diarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....173



Tabla 111: Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....174

Tabla 112: Volúmenes Vehiculares de la Intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....175

Tabla 113: Volúmenes peatonales de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....176

Tabla 114: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá, por movimiento de circulación.....177

Tabla 115: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá (ligero-pesado).....179

Tabla 116: Volumen cada 15 min de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....180

Tabla 117: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....181

Tabla 118: Tabla de cálculo de velocidades de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Jr. Tarapacá.....184

Tabla 119: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Jr. Tarapacá.....188

Tabla 120: Proyección peatonal de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....189

Tabla 121: Volúmenes diarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....190

Tabla 122: Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....191

Tabla 123: Volúmenes vehiculares de la intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....192

Tabla 124: Volúmenes peatonales de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....193

Tabla 125: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar, por movimiento de circulación.....194

Tabla 126: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar (ligero-pesado).....195



Tabla 127: Volumen cada 15 min de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....197

Tabla 128: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....197

Tabla 129: Tabla de cálculo de velocidades de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Bolívar.....200

Tabla 130: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Bolívar (parte I).....203

Tabla 131: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Bolívar (parte II).....204

Tabla 132: Proyección peatonal de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....204

Tabla 133: Volúmenes diarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....205

Tabla 134: Volúmenes Horarios de la Intersección Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....206

Tabla 135: Volúmenes Vehiculares de la Intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....207

Tabla 136: Volúmenes peatonales de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....208

Tabla 137: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac, por movimiento de circulación.....209

Tabla 138: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac (ligero-pesado)... ..210

Tabla 139: Volumen cada 15 min de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....212

Tabla 140: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....212

Tabla 141: Tabla de cálculo de velocidades de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....213

Tabla 142: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....220



Tabla 143: Proyección peatonal de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....221

Tabla 44: Volúmenes diarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....222

Tabla 145: Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....223

Tabla 146: Volúmenes vehiculares de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....224

Tabla 147: Volúmenes peatonales de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....225

Tabla 148: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José, por movimiento de circulación.....226

Tabla 149: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José (ligero-pesado).....227

Tabla 150: Volumen cada 15 min de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....229

Tabla 151: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....229

Tabla 152: Tabla de cálculo de velocidades de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle San José.....232

Tabla 153: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle San José (parte I).....235

Tabla 154: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle San José (parte II).....236

Tabla 155: Proyección peatonal de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....236

Tabla 156: Volúmenes diarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....237

Tabla 157: Volúmenes Horarios de la Intersección Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....238

Tabla 158: Volúmenes Vehiculares de la Intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....239



Tabla 159: Volúmenes peatonales de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....240

Tabla 160: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco, por movimiento de circulación.....241

Tabla 161: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco (ligero-pesado).....243

Tabla 162: Volumen cada 15 min de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....245

Tabla 163: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....245

Tabla 164: Tabla de cálculo de velocidades de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Prolongación Av. Cusco.....248

Tabla 165: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Prolongación Av. Cusco.....252

Tabla 166: Proyección peatonal de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....253

Tabla 167: Volúmenes diarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....254

Tabla 168: Volúmenes horarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....255

Tabla 169: Volúmenes Vehiculares de la Intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....256

Tabla 170: Volúmenes peatonales de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....257

Tabla 171: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra, por movimiento de circulación.....258

Tabla 172: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra (ligero-pesado).....259

Tabla 173: Volumen cada 15 min de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....261

Tabla 174: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....261



Tabla 175: Tabla de cálculo de velocidades de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Inglaterra.....264

Tabla 176: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Inglaterra (parte I)...267

Tabla 177: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Inglaterra (parte II).....268

Tabla 178: Proyección peatonal de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....268

Tabla 179: Volúmenes diarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....269

Tabla 180: Volúmenes Horarios de la Intersección Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....270

Tabla 181: Volúmenes Vehiculares de la Intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....271

Tabla 182: Volúmenes peatonales de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....272

Tabla 183: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro, por movimiento de circulación.....273

Tabla 184: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro (ligero-pesado)...275

Tabla 185: Volumen cada 15 min de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....277

Tabla 186: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección Semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....277

Tabla 187: Tabla de cálculo de velocidades de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Sol de Oro.....280

Tabla 188: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Sol de Oro (parte I).....283

Tabla 189: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Sol de Oro (parte II)...284

Tabla 190: Proyección peatonal de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....284

Tabla 191: Volúmenes diarios de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....285



Tabla 192: Volúmenes Horarios de la Intersección Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....286

Tabla 193: Volúmenes Vehiculares de la Intersección SemafORIZADA Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....287

Tabla 194: Volúmenes peatonales de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....288

Tabla 195: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru, por movimiento de circulación.....289

Tabla 196: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru (ligero-pesado)...291

Tabla 197: Volumen cada 15 min de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....293

Tabla 198: Factor de la hora de máxima demanda de la intersección SemafORIZADA Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....293

Tabla 199: Tabla de cálculo de velocidades de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....296

Tabla 200: Proyección vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....300

Tabla 201: Proyección peatonal de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....301

Tabla 202: ICU - Demoras - Niveles de servicio – Capacidad de las 9 intersecciones semaforizadas en la prolongación Av. La Cultura.....302

Tabla 203: Volumen peatonal actual.....303

Tabla 204: Composición vehicular de vehículos pesados por intersección (parte I).....304

Tabla 205: Composición vehicular de vehículos pesados por intersección (parte II).....305

Tabla 206: ICU - Demoras - Niveles de servicio – Capacidad de las 9 intersecciones semaforizadas en la prolongación Av. La Cultura.....306

Tabla 207: Composición vehicular de vehículos pesados por intersección (parte I).....307

Tabla 208: Composición vehicular de vehículos pesados por intersección (parte II).....308

Tabla 209: Volumen peatonal.....309

Tabla 210: ICU - Demoras - Niveles de servicio – Capacidad de las 9 intersecciones semaforizadas en la prolongación Av. La Cultura.....310



Tabla 211: Tiempos de semaforización en las intersecciones semaforizadas actuales y optimizados.....307

Tabla 212: ICU - Demoras - Niveles de servicio – Capacidad de las 9 intersecciones semaforizadas en la prolongación Av. La Cultura.....309

Tabla 213: Comparación de demoras – Niveles de servicio – Capacidad.....310

Tabla 214: ICU - Demoras - Niveles de servicio – Capacidad de las 9 intersecciones semaforizadas en la prolongación Av. La Cultura.....317

Tabla 215: ICU - Comparación de demoras – Niveles de servicio – Capacidad.....318



Índice de figuras

Figura 1: Área de influencia Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá – Calle Bolívar - Av. Tomas Tuyro Túpac3

Figura 2: Área de influencia Prolongación Av. La Cultura – Calle San José – Prolongación Av. Cusco.....3

Figura 3: Área de influencia Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra – Sol de Oro.....3

Figura 4: Área de influencia Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomas Katari – Av. Mariano Túpac Amaru.....4

Figura 5: Alturas asociados a vehículos ligeros.....12

Figura 6: Alturas asociadas a vehículos pesados..... 13

Figura 7: Intersecciones a nivel y desnivel.....17

Figura 8: Intersecciones sin canalizar y canalizar.....19

Figura 9: Tipos de Isletas.....21

Figura 10: Tipos de Intersecciones a nivel.....22

Figura 11: Intersecciones de tres ramales.....24

Figura 12: Intersecciones de cuatro ramales.....25

Figura 13: Intersecciones de 4 ramales con elevados flujos vehiculares.....25

Figura 14: Intersecciones de 4 ramales con bajos flujos vehiculares.....26

Figura 15: Esquema de una intersección giratoria o glorieta.....26

Figura 16: Esquema de fase en una intersección semaforizada.....27

Figura 17: Tipos de movimiento en una intersección.....27

Figura 18: Criterios del nivel de servicio.....28

Figura 19: Movimiento de tráfico de vehículos y peatones.....32

Figura 20: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....50

Figura 21: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....50

Figura 22: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....50

Figura 23: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....51

Figura 24: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....51

Figura 25: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....51

Figura 26: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....52

Figura 27: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari....52



Figura 28: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....52

Figura 29: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....54

Figura 30: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....55

Figura 31: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....55

Figura 32: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....56

Figura 33: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusc.....56

Figura 34: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....57

Figura 35: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....57

Figura36: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....58

Figura 37: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....58

Figura 38: Formato de ficha de aforo peatonal.....59

Figura 39: Formato de ficha de características geométricas de la vía..... 59

Figura 40: Formato de ficha de características semaforizadas de la vía.....60

Figura 41: Synchro 8.....61

Figura 42: Civil 3D.....62

Figura 43: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....63

Figura 44: Codificación de movimientos peatonales en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....63

Figura 45: Intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....64

Figura 46: Codificación de calzada en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....67

Figura 47: Codificación de Semáforos, intersección Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....68

Figura 48: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....72

Figura 49: Codificación de movimientos peatonales en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....73

Figura 50: Intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....73



Figura 51: Codificación de calzada en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....77

Figura 52: Codificación de semáforos, intersección Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....78

Figura 53: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....81

Figura 54: Codificación de movimientos peatonales en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....82

Figura 55: Intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....82

Figura 56: Codificación de calzada en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....86

Figura 57: Codificación de semáforos, intersección Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....87

Figura 58: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....91

Figura 59: Codificación de movimientos peatonales en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....92

Figura 60: Intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....92

Figura 61: Codificación de calzada en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....95

Figura 62: Codificación de semáforos, intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....96

Figura 63: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....100

Figura 64: Codificación de movimientos peatonales en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....100

Figura 65: Intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Calle San José..101

Figura 66: Codificación de calzada en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....104

Figura 67: Codificación de semáforos, intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....105

Figura 68: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....109



Figura 69: Codificación de movimientos peatonales en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....110

Figura 70: Intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....110

Figura 71: Codificación de calzada en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....114

Figura 72: Codificación de semáforos, intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....115

Figura 73: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....118

Figura 74: Codificación de movimientos peatonales en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....119

Figura 75: Intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....119

Figura 76: Codificación de calzada en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....123

Figura 77: Codificación de semáforos, intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....124

Figura 78: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....128

Figura 79: Codificación de movimientos peatonales en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....129

Figura 80: Intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....129

Figura 81: Codificación de calzada en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....133

Figura 82: Codificación de semáforos, intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....134

Figura 83: Codificación de movimientos vehiculares en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....138

Figura 84: Codificación de movimientos peatonales en la intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....139

Figura 85: Intersección semaforizada de la Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....140



Figura 86: Codificación de calzada en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....143

Figura 87: Codificación de semáforos, intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....144

Figura 88: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....148

Figura 89: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....149

Figura 90: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....150

Figura 91: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....150

Figura 92: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....151

Figura 93: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....152

Figura 94: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....152

Figura 95: Variación diaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....154

Figura 96: Variación de volúmenes vehiculares por sentido de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....155

Figura 97: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....156

Figura 98: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....157

Figura 99: Porcentaje de vehículos pesados en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari, Paradero por sentido.....159

Figura 100: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari (ligero-pesado).....159

Figura 101: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....161

Figura 102: Vista en planta de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Tomás Katari.....162

Figura 103: Movimiento de carriles.....163



Figura 104: Ventana de ajuste de volúmenes de intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....163

Figura 105: Volúmenes por sentido de circulación.....163

Figura 106: Ventana de ajuste de carril de intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Tomás Katari.....164

Figura 107: Ventana de ajuste de semáforo de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Tomás Katari.....165

Figura 108: Ventana de ajuste de metodología HCM de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Tomás Katari.....165

Figura 109: Simulación de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Tomás Katari.....166

Figura 110: Capacidad vial por sentido de circulación.....166

Figura 111: Variación de volúmenes vehiculares por sentido.....168

Figura 112: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....169

Figura 113: Variación diaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....170

Figura 114: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....171

Figura 115: Variación de volúmenes vehiculares por sentido de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....172

Figura 116: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....173

Figura 117: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....174

Figura 118: Porcentaje de vehículos pesados en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá, Paradero por sentido.....175

Figura 119: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá (ligero-pesado).....175

Figura 120: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....177

Figura 121: Vista en planta de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Jr. Tarapacá.....178

Figura 122: Movimiento de carriles.....179

Figura 123: Ventana de ajuste de volúmenes de intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....179



Figura 124: Volúmenes por sentido de circulación.....180

Figura 125: Ventana de ajuste de carril de intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Jr. Tarapacá.....181

Figura 126: Ventana de ajuste de semáforo de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Jr. Tarapacá.....182

Figura 127: Ventana de ajuste de metodología HCM de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Jr. Tarapacá.....182

Figura 128: Simulación de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Jr. Tarapacá.....183

Figura 129: Capacidad vial por sentido de circulación.....183

Figura 130: Variación de volúmenes vehiculares por sentido.....185

Figura 131: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....185

Figura 132: Variación diaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....186

Figura 133: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....187

Figura 134: Variación de volúmenes vehiculares por sentido de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....188

Figura 135: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....189

Figura 136: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....190

Figura 137: Porcentaje de vehículos pesados en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar, Paradero por sentido.....191

Figura 138: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar (ligero-pesado).....192

Figura 139: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....194

Figura 140: Vista en planta de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Bolívar.....194

Figura 141: Movimiento de carriles.....195

Figura 142: Ventana de ajuste de volúmenes de intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....195

Figura 143: Volúmenes por sentido de circulación.....195



Figura 144: Ventana de ajuste de carril de intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Bolívar.....196

Figura 145: Ventana de ajuste de semáforo de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Bolívar.....197

Figura 146: Ventana de ajuste de metodología HCM de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Bolívar.....197

Figura 147: Simulación de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle Bolívar.....202

Figura 148: Capacidad vial por sentido de circulación.....198

Figura 149: Variación de volúmenes vehiculares por sentido.....200

Figura 150: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....201

Figura 151: Variación diaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....202

Figura 152: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....203

Figura 153: Variación de volúmenes vehiculares por sentido de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....204

Figura 154: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....205

Figura 155: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....206

Figura 156: Porcentaje de vehículos pesados en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac, Paradero por sentido.....207

Figura 157: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac (ligero-pesado).....207

Figura 158: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....209

Figura 159: Vista en planta de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....210

Figura 160: Movimiento de carriles.....211

Figura 161: Ventana de ajuste de volúmenes de intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....211

Figura 162: Volúmenes por sentido de circulación.....212

Figura 163: Ventana de ajuste de carril de intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....213



Figura 164: Ventana de ajuste de semáforo de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....214

Figura 165: Ventana de ajuste de metodología HCM de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....214

Figura 166: Simulación de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....215

Figura 167: Capacidad vial por sentido de circulación.....215

Figura 168: Variación de volúmenes vehiculares por sentido.....217

Figura 169: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....217

Figura 170: Variación diaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....218

Figura 171: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....219

Figura 172: Variación de volúmenes vehiculares por sentido de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....220

Figura 173: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....221

Figura 174: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....222

Figura 175: Porcentaje de vehículos pesados en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José, Paradero por sentido.....223

Figura 176: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José (ligero-pesado).....224

Figura 177: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....225

Figura 178: Vista en planta de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle San José.....226

Figura 179: Movimiento de carriles.....227

Figura 180: Ventana de ajuste de volúmenes de intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....227

Figura 181: Volúmenes por sentido de circulación.....227

Figura 182: Ventana de ajuste de carril de intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle San José.....228

Figura 183: Ventana de ajuste de semáforo de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle San José.....229



Figura 184: Ventana de ajuste de metodología HCM de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle San José.....229

Figura 185: Simulación de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Calle San José.....230

Figura 186: Capacidad vial por sentido de circulación.....230

Figura 187: Variación de volúmenes vehiculares por sentido.....232

Figura 188: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....233

Figura 189: Variación diaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....234

Figura 190: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....235

Figura 191: Variación de volúmenes vehiculares por sentido de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....236

Figura 192: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....237

Figura 193: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....238

Figura 194: Porcentaje de vehículos pesados en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco, Paradero por sentido.....239

Figura 195: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco (ligero-pesado).....240

Figura 196: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....241

Figura 197: Vista en planta de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Prolongación Av. Cusco.....242

Figura 198: Movimiento de carriles.....243

Figura 199: Ventana de ajuste de volúmenes de intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....243

Figura 200: Volúmenes por sentido de circulación.....244

Figura 201: Ventana de ajuste de carril de intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Prolongación Av. Cusco.....245

Figura 202: Ventana de ajuste de semáforo de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Prolongación Av. Cusco.....246

Figura 203: Ventana de ajuste de metodología HCM de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Prolongación Av. Cusco.....246



Figura 204: Simulación de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Prolongación Av. Cusco.....247

Figura 205: Capacidad vial por sentido de circulación.....247

Figura 206: Variación de volúmenes vehiculares por sentido.....249

Figura 207: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....249

Figura 208: Variación diaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....250

Figura 209: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....251

Figura 210: Variación de volúmenes vehiculares por sentido de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....252

Figura 211: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....253

Figura 212: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....254

Figura 213: Porcentaje de vehículos pesados en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra, Paradero por sentido.....255

Figura 214: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra (ligero-pesado).....256

Figura 215: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....257

Figura 216: Vista en planta de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Inglaterra.....258

Figura 217: Movimiento de carriles.....259

Figura 218: Ventana de ajuste de volúmenes de intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....259

Figura 219: Volúmenes por sentido de circulación.....259

Figura 220: Ventana de ajuste de carril de intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Inglaterra.....260

Figura 221: Ventana de ajuste de semáforo de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Inglaterra.....261

Figura 222: Ventana de ajuste de metodología HCM de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Inglaterra.....261

Figura 223: Simulación de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Inglaterra.....262



Figura 224: Capacidad vial por sentido de circulación.....262

Figura 225: Variación de volúmenes vehiculares por sentido.....264

Figura 226: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....265

Figura 227: Variación diaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....266

Figura 228: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....267

Figura 229: Variación de volúmenes vehiculares por sentido de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....268

Figura 230: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....269

Figura 231: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....270

Figura 232: Porcentaje de vehículos pesados en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro, Paradero por sentido.....271

Figura 233: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro (ligero-pesado).....272

Figura 234: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....273

Figura 235: Vista en planta de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Sol de Oro.....274

Figura 236: Movimiento de carriles.....275

Figura 237: Ventana de ajuste de volúmenes de intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....275

Figura 238: Volúmenes por sentido de circulación.....275

Figura 239: Ventana de ajuste de carril de intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Sol de Oro.....276

Figura 240: Ventana de ajuste de semáforo de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Sol de Oro.....277

Figura 241: Ventana de ajuste de metodología HCM de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Sol de Oro.....277

Figura 242: Simulación de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Sol de Oro.....278

Figura 243: Capacidad vial por sentido de circulación.....278

Figura 244: Variación de volúmenes vehiculares por sentido.....280



Figura 245: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....281

Figura 246: Variación diaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....282

Figura 247: Variación horaria de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....283

Figura 248: Variación de volúmenes vehiculares por sentido de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....284

Figura 249: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....285

Figura 250: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....286

Figura 251: Porcentaje de vehículos pesados en la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru, Paradero por sentido.....287

Figura 252: Composición vehicular de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru (ligero-pesado).....288

Figura 253: Variación de volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de la intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....289

Figura 254: Vista en planta de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....290

Figura 255: Movimiento de carriles.....291

Figura 256: Ventana de ajuste de volúmenes de intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....291

Figura 257: Volúmenes por sentido de circulación.....292

Figura 258: Ventana de ajuste de carril de intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....293

Figura 259: Ventana de ajuste de semáforo de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....294

Figura 260: Ventana de ajuste de metodología HCM de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....294

Figura 261: Simulación de la intersección semaforizada Prolongación Av. La cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....295

Figura 262: Capacidad vial por sentido de circulación.....295

Figura 263: Variación de volúmenes vehiculares por sentido.....297

Figura 264: Variación de volúmenes peatonales por sentido.....297

Figura 265: Comparación de los ciclos semafóricos en las intersecciones semaforizadas....308



Figura 266: Comparación de demoras por intersección semaforizada.....311

Figura 267: Comparación de niveles de servicio por intersección semaforizada.....311

Figura 268: Comparación de la capacidad vehicular en la intersección semaforizada
Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.....312

Figura 269: Comparación de la capacidad vehicular en la intersección semaforizada
Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.....312

Figura 270: Comparación de la capacidad vehicular en la intersección semaforizada
Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.....313

Figura 271: Comparación de la capacidad vehicular en la intersección semaforizada
Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.....313

Figura 272: Comparación de la capacidad vehicular en la intersección semaforizada
Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.....314

Figura 273: Comparación de la capacidad vehicular en la intersección semaforizada
Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.....314

Figura 274: Comparación de la capacidad vehicular en la intersección semaforizada
Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.....,315

Figura 275: Comparación de la capacidad vehicular en la intersección semaforizada
Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.....315

Figura 276: Comparación de la capacidad vehicular en la intersección semaforizada
Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.....316



Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1. Identificación del Problema:

1.1.1. Descripción de Problema:

Existe crecimiento apresurado del tráfico urbano en la ciudad del Cusco que causa efectos indeseables en el movimiento de los conductores y peatones. Asimismo, la falta de programación y la situación económica son algunos aspectos que contribuyen al mal funcionamiento de las vías.

La Municipalidad Distrital de San Sebastián, no cuenta con un análisis actualizado de la capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas como: Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá, Prolongación Av. La Cultura – Calle. Bolívar, Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomas Tuyro Túpac, Prolongación Av. La Cultura – Calle San José, Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco, Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra, Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro, Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomas Katari, Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amaru, es usual encontrar congestiónamiento y colas de vehículos en estas intersecciones, especialmente en horas de mayor demanda vehicular. La falta de optimización de la semaforización implica en la pérdida de tiempo de los usuarios, ya que estas al no estar mejoradas tienden a detener el tráfico fluido.

Las vías que estudiamos no cuentan con una conveniente señalización Horizontal y Vertical, tampoco cuentan con sobre anchos convenientes para el estacionamiento y adelantamiento de vehículos.

Son estas las motivaciones que nos llevan a realizar el diagnóstico de la capacidad y nivel de servicio de dichas intersecciones, como elemento de partida que contribuye a estudios posteriores de planeación vial.

1.1.1.1. Ubicación geográfica:

Descripción del área de influencia, “Evaluación de la capacidad vehicular y niveles de servicio en intersecciones semaforizadas del corredor vial prolongación Av. La cultura en el distrito de San Sebastián y propuesta de solución”.

DEPARTAMENTO: CUSCO

PROVINCIA : CUSCO

DISTRITO : SAN SEBASTIAN



En la prolongación Av. La Cultura en el distrito de San Sebastián, están involucradas los siguientes paraderos:

- Primer paradero
- Segundo paradero
- Tercer paradero
- Cuarto paradero
- Quinto paradero
- Sexto paradero
- Séptimo paradero
- Santa Rosa
- San Miguel
- Sol de Oro
- Enaco
- Cachimayo
- Túpac Amaru

En la prolongación Av. La Cultura en el distrito de San Sebastián, están involucradas las siguientes intersecciones semaforizadas:

1. Intersección Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá
2. Intersección Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.
3. Intersección Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomas Tuyro Túpac.
4. Intersección Prolongación Av. La Cultura – Calle San José
5. Intersección Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.
6. Intersección Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.
7. Intersección Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.
8. Intersección Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomas Katari.
9. Intersección Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amaru.



Figura 1: Área de influencia Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá – Calle Bolívar -
Av. Tomas Tuyro Túpac
Fuente: Google Earth Pro



Figura 2: Área de influencia Prolongación Av. La Cultura – Calle San José – Prolongación
Av. Cusco
Fuente: Google Earth Pro



Figura 3: Área de influencia Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra – Sol de Oro
Fuente: Google Earth Pro



Figura 4: Área de influencia Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomas Katari – Av. Mariano Túpac Amaru.

Fuente: Google Earth Pro

1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema:

1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General:

¿Cuál es la capacidad vehicular y niveles de servicio en intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La Cultura del distrito de San Sebastián?

1.1.2.2. Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos:

Problema específico N°1: ¿La capacidad vehicular en las intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La Cultura del distrito de San Sebastián cumple con los valores de diseño?

Problema específico N°2: ¿En qué medida varían los tiempos de demora que influyen en los niveles de servicio en las intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La cultura del distrito de San Sebastián?

Problema específico N°3: ¿Cuál es la demanda vehicular existente en las intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La cultura del distrito de San Sebastián?

1.2. Justificación e Importancia de la Investigación:

1.2.1. Justificación Técnica:

La investigación tuvo aportes técnicos como:



- Determinación de la capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas en estudio.
- Hallazgo de las respuestas, direcciones y lineamientos que promuevan y encaminen a soluciones, diseño de nuevos proyectos a corto, mediano y largo plazo.
- Determinación del diseño de la infraestructura vial más eficiente para un menor tiempo de viaje de cada usuario.

1.2.2. Justificación Social:

Los usuarios en general que transitan en este sistema vial se ven afectados por las condiciones del tráfico, necesita reducir sus tiempos de viaje para llegar a su destino en un menor tiempo y disminuir el estrés provocado por la congestión que se presenta en horas y días críticos.

1.2.3. Justificación por Vialidad:

La presente investigación es posible porque tenemos los siguientes datos:

- Se tiene acceso a toda la zona de investigación para su estudio.
- El software de modelación está al alcance y disposición de cualquier estudiante.
- Contamos con el financiamiento requerido para realizar la investigación eficientemente.

1.2.4. Justificación por Relevancia:

El tema de investigación es de una mayor importancia ya que las intersecciones y sistema vial a estudiar son de las más transitadas del distrito de San Sebastián, y en la que se presentan ciertos problemas de circulación. Por esta razón que al conocer el nivel de servicio y la capacidad vial antes y después del cierre parcial propondremos respuestas, direcciones y lineamientos que promuevan y encaminen posibles soluciones.

1.3. Limitaciones de la Investigación:

1.3.1. Limitaciones por Espacio:

El estudio se realizó en nueve intersecciones, ubicadas en el distrito de San Sebastián, en la Prolongación Av. La Cultura, provincia del Cusco, departamento del Cusco:

- Intersección Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá
- Intersección Prolongación Av. La Cultura – Calle. Bolívar.
- Intersección Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomas Tuyro Tupac.
- Intersección Prolongación Av. La Cultura – Calle San José
- Intersección Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.
- Intersección Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.



- Intersección Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.
- Intersección Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomas Katari.
- Intersección Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Tupac Amaru.

1.3.2. Limitaciones por Tiempo:

En la actualidad las dificultades en el tránsito van en aumento día a día como la congestión vehicular, bajas velocidades, embotellamientos en las intersecciones a estudiar, debido al aumento anual de la demanda vehicular, se debe realizar el análisis de capacidad vial y niveles de servicio cada año, considerando las grandes proporciones de aumento y variación de la capacidad vial y niveles de servicio en dichas vías.

1.3.3. Limitaciones de Datos:

Faltaron datos referentes a las características geométricas de la vía, la inexistencia de datos actualizados de volúmenes de tránsito. Hecho que se superó mediante la obtención de datos con el apoyo de métodos topográficos y el trabajo en campo realizado, como son los levantamientos y aforos en campo.

1.4. Objetivos de la Investigación:

1.4.1. Objetivo General:

Determinar la capacidad vehicular y niveles de servicio en intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La cultura del distrito de San Sebastián.

1.4.2. Objetivos Específicos:

Objetivo específico N°1: Analizar si la capacidad vehicular en las intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La cultura del distrito de San Sebastián cumple con los valores de diseño.

Objetivo específico N°2: Calcular los tiempos de demora que influyen en los niveles de servicio en las intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La cultura del distrito de San Sebastián.

Objetivo específico N°3: Clasificar la demanda vehicular existente en las intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La cultura del distrito de San Sebastián.



Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual:

2.1.1. Antecedentes a Nivel Local:

2.1.1.1. Análisis del Flujo Vehicular - de los Óvalos Libertadores, Garcilaso y Tacna - Intersecciones Giratorias en comparación con el comportamiento de intersección semaforizadas sometidas a la mis demanda.

- AUTOR: Jimmy Carol Chalco Castillo
- AÑO: Cusco, 2015
- UNIVERSIDAD: Universidad Andina del Cusco
- RESUMEN: La presente tesis estudia el análisis de la capacidad vial de las intersecciones giratorias (glorietas, rotondas) en comparación con el modelamiento de intersecciones viales Semaforizadas (ramales Múltiples) sometidas a la misma demanda de la ciudad del Cusco, determinando la capacidad Vial y/o nivel de servicio de las intersecciones viales giratorias y simulando un sistema vial semaforizada que compara dicho nivel de servicio de las intersecciones de estudio.

Esta tesis se elaboró con la finalidad de entender las características y el comportamiento del tránsito de las glorietas o rotondas en comparación de las intersecciones viales semaforizadas, la cual permite optimizar la funcionalidad de las intersecciones de estudio bajo los principios de eficiencia, seguridad y modernidad que todo tipo de infraestructura vial tiene que contar para su optima funcionalidad.

- APORTE A LA INVESTIGACIÓN.

La glorieta (en especial la multi-carril) es una de las infraestructuras más seguras y eficientes, que permite canalizar el flujo vehicular de manera más ordenada, permitiendo minimizar las demoras que se producen en una intersección a comparación con una intersección común.

2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional:

2.1.2.1. Análisis para la determinación del nivel de servicio y demora en intersecciones viales semaforizadas.

- AUTOR : Ing. Gonzalo A. Ramírez Vélez
- AÑO : Lima,2004
- UNIVERSIDAD: Universidad Nacional de Ingeniería



- RESUMEN: El presente trabajo desea proporcionar una herramienta para el análisis y determinación del nivel de servicio y demora en una intersección semaforizada, aplicable a las condiciones de tráfico urbano que impera en nuestro país.

El procedimiento que se presenta en este trabajo hace referencia a la capacidad, nivel de servicio de las aproximaciones que conforman las intersecciones, y el nivel de servicio de la intersección como un todo. La capacidad es evaluada en términos de la relación de la tasa de flujo de demanda (volumen) y la capacidad, es decir la relación v/c , mientras que el nivel de servicio es evaluado basándose en el promedio de demora por vehículo (segundos por vehículo).

- APORTE A LA INVESTIGACION:

El análisis de una intersección bajo esta metodología producirá los indicadores:

- Relaciones volumen – capacidad para cada aproximación a la intersección.
- Control promedio de demora para cada aproximación y para toda la intersección, así como los correspondientes Niveles de Servicio.
- Permite evaluar el desempeño de las programaciones semaforicas.

Dado que esta metodología provee un análisis total de la capacidad y nivel de servicio, puede ser usada para evaluar alternativas de demanda de tráfico, diseño geométrico, planes de semaforización, que ayuden a corregir el comportamiento de la intersección.

2.1.2.2. Estudios de Impacto Vial y el Tráfico generado en la ciudad de Lima.

- AUTOR: Velasco Cotohuanca, Jimmy Brayan
- AÑO : Lima, Julio de 2017
- UNIVERSIDAD: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
- RESUMEN: Debido al ascendente desarrollo inmobiliario, el número de viajes aumentó considerablemente en la ciudad de Lima. De esta manera, se hizo cada vez más necesario afrontar el reto de planificar el tráfico dentro de la ciudad. Es así que en la actualidad la Municipalidad Metropolitana de Lima exige que cada proyecto inmobiliario relevante cuente con un Estudio de Impacto Vial (EIV) para estudiar los impactos que dicho proyecto ocasionará en la red vial urbana. A pesar de ello, no se indica la metodología a seguir para estimar el tráfico que origina el proyecto durante su etapa de operación.

El objetivo de la presente tesis es obtener una perspectiva cuantitativa y realista del tráfico generado por los proyectos inmobiliarios en la ciudad de Lima de manera que se puedan estimar relaciones que relacionen el tráfico generado de un proyecto con los



parámetros del mismo. Esto para poder brindar recomendaciones para mejorar la metodología utilizada para determinar el tráfico generado de un proyecto en su EIV.

- **APORTE A LA INVESTIGACION:**

Se obtuvo mejores relaciones de semejanza para una regresión lineal considerando las variables de número de estacionamientos y área construida, con las cuales se desarrollan ecuaciones de correlación que podrán ser usadas por la municipalidad.

2.1.3. Antecedentes a Nivel Internacional:

2.1.3.1. Análisis del nivel de servicio y capacidad vehicular de las intersecciones con mayor demanda en la ciudad de Azogues.

- **AUTORES:** Ángel Gilberto Jerez Hernández, Oscar Emanuel Morales Santos.
- **AÑO** : Ecuador, 2015
- **UNIVERSIDAD:** Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- **RESUMEN:** En el presente estudio se detalla el proceso del crecimiento vehicular el cual es uno de los factores más incluyentes en el progreso y desarrollo de un centro urbano. La aplicación de un método correcto para el estudio de tránsito conlleva a una buena programación urbanística representando ventajas económicas.

La presente tesis tiene como finalidad proporcionar el análisis de la capacidad y nivel de servicio para 10 puntos críticos de la ciudad de Azogues, presentando una alternativa de solución para los problemas de tráfico y seguridad vial. Los datos de volúmenes y movimientos en los puntos conflictivos fueron obtenidos por medio de aforos, que serán útiles para el análisis de intersección con semáforo y sin semáforo con su respectiva metodología. Para el mejor entendimiento del procedimiento se presentan tablas y figuras en las que se pueden apreciar de manera dinámica la geometría de las intersecciones.

- **APORTE A LA INVESTIGACIÓN.**

Todas las variables que tengan que intervenir para la determinación de la capacidad y nivel de servicio, están clara y objetivamente desarrolladas bien sea por cálculos de campo o por datos consignados en el manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles (HCM2000).

2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes:

En el caso que nos ocupa; el proyecto de carreteras e infraestructuras urbanas el conductor es sin duda alguna el elemento principal de un complejo sistema integrado por personas, vehículos y vías denominado tráfico.

(Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.1. Usuarios de la vía

Antes de abordar cualquier proyecto, es conveniente y muy recomendable recabar la máxima información acerca de sus destinatarios o usuarios finales para de esta forma adecuar aquello que se pretende diseñar a sus necesidades.

(Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.1.1. El conductor

Técnicamente, podría definirse como aquel sujeto que maneja el mecanismo de dirección o va al mando de un vehículo. Empleando términos más gráficos, podría decirse que el conductor es el cerebro del vehículo.

De cara al estudio del comportamiento del conductor, es necesario realizar una síntesis de estos factores, estableciendo una clasificación que figura en la siguiente tabla:

Tabla 1: *Factores que afectan al conductor*

S.2	Factores que afectan al conductor		
FACTORES INTERNOS	Psicológicos	<ul style="list-style-type: none">- Motivación- Experiencia- Personalidad- Estado de ánimo	
	Físicos	<ul style="list-style-type: none">- Vista- Adaptación lumínica- Altura del ojo- Otros sentidos	
	Psicosomáticos	<ul style="list-style-type: none">- Cansancio- Sexo- Edad	
FACTORES EXTERNOS	Tiempo (meteorológico) Uso del suelo Tráfico Características de la vía Estado del firme		

Fuente: Luis Bañon Blázquez; José F. Beivá García 2000



2.2.1.2. El Vehículo

El vehículo es la conexión entre el conductor que maneja y la vía que lo contiene, por lo que el estudio de sus particularidades y conducta es fundamental. Los vehículos que se fabrican hoy en día en la actualidad están destinados a diferentes usos, por lo que sus características, formas, tamaños y pesos varían.

2.2.1.2.1. Tipos de vehículos

El manual de diseño geométrico de carreteras DG - 2014 clasifican los vehículos en vehículos ligeros y pesados:

A. Vehículos ligeros

La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, salvo que se trate de una vía por la que no transitan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras. A modo de referencia, se citan las Dimensiones representativas de vehículos de origen norteamericano, en general mayores que las del resto de los fabricantes de automóviles:

- **Ancho** : 2,10 m.
- **Largo** : 5,80 m.

Para el mediciones de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables les en cuanto a visibilidad.

- **h** : Altura de los faros delanteros: 0,60 m.
- **h1** : Altura de los ojos del conductor: 1,07 m.
- **h2** : Altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0,15 m.
- **h4** : Altura de las luces traseras de un automóvil 0 menor altura perceptible de carrocera: 0,45 m.
- **hs** : Altura del techo de un automóvil: 1,30 m

(MTC, Manual de Carreteras Diseño geométrico DG , 2014)

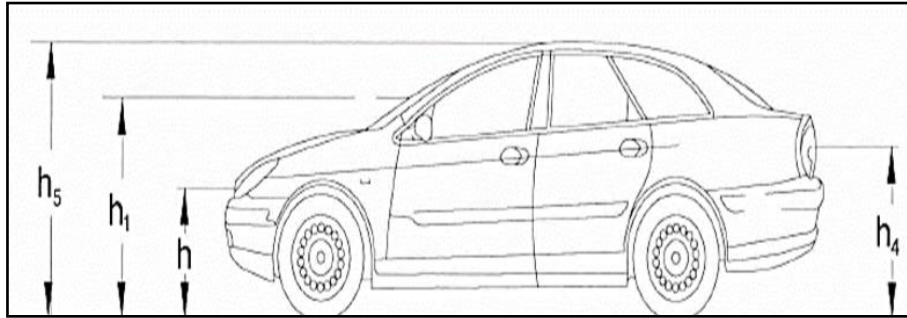


Figura 5: Alturas asociados a vehículos ligeros

Fuente: Manual de carreteras Diseño geométrico DG – 2014

B. Vehículos pesados

Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- **h** : altura de los faros delanteros: 0,60 m.
- **h₃** : altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2,50 m.
- **h₄** : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0,45 m.
- **h₆** : altura del techo del vehículo pesado: 4,10 m

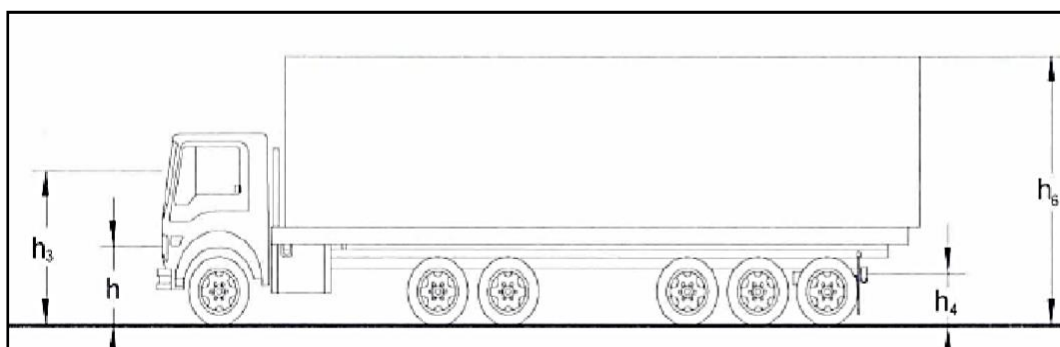


Figura 6: Alturas asociadas a vehículos pesados.

Fuente: Manual de carreteras Diseño geométrico DG – 2014

Tabla 2: *Datos básicos de vehículos*

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1,30	2,10	0,15	1,80	5,80	0,90	3,40	1,50	7,30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4,10	2,60	0,00	2,60	13,20	2,30	8,25	2,65	12,80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	14,00	2,40	7,55	4,05	13,70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	15,00	3,20	7,75	4,05	13,70
Ómnibus articulado (BA-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	18,30	2,60	6,70 / 3,90 / 4,00	3,10	12,80
Semirremolque simple (T2S1)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	6,00 / 12,50	0,80	13,70
Remolque simple (C2R1)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	10,30 / 0,80 / 2,15 / 7,75	0,80	12,80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,40 / 6,80 / 1,40 / 6,80	1,40	13,70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,45 / 5,70 / 1,40 / 2,15 / 5,70	1,40	13,70
Semirremolque simple (T3S3)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,40 / 11,90	2,00	1

Fuente: Manual de carreteras Diseño geométrico DG – 2014

2.2.2. Infraestructura vial

Es todo el conjunto de elementos que permite la circulación de vehículos en forma confortable, segura y eficiente desde un punto a otro en un sistema vial. En el caso de la infraestructura vial, los análisis generalmente se basan en el periodo de máxima demanda, en el que se presenta los mayores volúmenes de tránsito del día.

(CAL Y MAYOR & ASOCIADOS, 1998)

2.2.3. Clasificación de Vías

El sistema de clasificación es aplicable a todo tipo de vías públicas urbanas terrestres, ya sean calles, jirones, avenidas, alamedas, plazas, malecones, paseos, destinados al tráfico de vehículos, personas y/o mercaderías.

La clasificación considera cuatro categorías principales: Vías expresas, arteriales, colectoras y locales. Una categoría adicional denominada “vías especiales” en la que se consideran contenidas en aquellas que, por sus particularidades, no pueden asimilarse a las categorías principales.

- Velocidad de diseño
- Características básicas del flujo que transitara por ellas
- Control de accesos y relaciones con otras vías
- Número de carriles
- Servicio a la propiedad adyacente

(CAL Y MAYOR & ASOCIADOS, 1998)



2.2.3.1. Vías expresas

Función: Las vías expresas establecen la relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tránsito de paso (origen y destino distantes entre sí). Unen zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos, con circulación a alta velocidad y bajas condiciones de accesibilidad. En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la descarga de mercaderías, ni el tránsito de peatones. Este tipo de vías también han sido llamadas “autopistas”.

Características del flujo: En esta vía el flujo es ininterrumpido, porque no existen cruces al mismo nivel con otras vías, sino solamente a diferentes niveles en intercambios especialmente diseñados.

Tipos de vehículos: Las vías expresas suelen transportar vehículos pesados, cuyo tráfico es tomado en consideración para el diseño geométrico correspondiente. Para el transporte público de pasajeros se permite el servicio de buses, preferentemente en carriles segregados y el empleo de paraderos debidamente diseñados en los intercambios.

(Victor Chavez Loaiza, 2005)

2.2.3.2. Vías arteriales:

Función: Las vías arteriales permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido.

Características del flujo: En estas vías deben evitarse interrupciones en el flujo de tráfico. En las intersecciones donde los semáforos están cercanos, deberán ser sincronizados para minimizar las interferencias al flujo directo. Los peatones deben cruzar solamente en las intersecciones o en cruces semaforizados especialmente diseñados para el paso de peatones. Los paraderos del transporte público deberán estar diseñados para minimizar las interferencias con el movimiento del tránsito directo.

Tipos de vehículos: Las vías arteriales son usadas por todos los tipos de tránsito vehicular. Se admite un porcentaje reducido de vehículos pesados. Se recomienda que estas vías cuenten con pistas de servicio laterales para el acceso a las propiedades.

(Victor Chavez Loaiza, 2005)



2.2.3.3. Vías colectoras

Función: Se encargan de recoger y distribuir el tráfico proveniente de o con destino a las vías locales. Las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.

Características del flujo: 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 estas vías en áreas adyacentes.

Tipos de vehículos: Las vías colectoras son usadas por todo tipo de tránsito vehicular. En las áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Para el sistema de buses se podrá diseñar paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.

(Victor Chavez Loaiza, 2005)

2.2.3.4. Vías locales

Función: Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida.

Tipos de vehículos: Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras.

(Victor Chavez Loaiza, 2005)

2.2.3.5. Vías de diseño especial

Son todas aquellas cuyas características no se ajustan a la clasificación establecida anteriormente. Se puede mencionar, sin carácter restrictivo los siguientes tipos:

- Vías peatonales de acceso a frentes de lote
- Pasajes peatonales
- Malecones
- Paseos
- Vías que forman parte de parques, plazas o plazuelas
- Vías en túnel que no se adecuan a la clasificación principal

(Victor Chavez Loaiza, 2005)

En el siguiente Cuadro se presenta resumidamente las categorías principales y los parámetros de diseño antes mencionados.

Tabla 3: *Parámetros de diseño vinculado a la clasificación de vías urbanas*

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
Velocidad de Diseño	Entre 80 y 100 Km/hora Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se registrá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
Características del flujo	Flujo ininterumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclo vías	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclo vías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
Control de Accesos y Relación con otras vías	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
Número de carriles	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/sentido
Servicio a propiedades adyacentes	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
Servicio de Transporte público	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en " Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado deber desarrollarse por buses, preferentemente en " Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido
Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente

Fuente: Ing. Víctor Chávez Loaiza, 2005

2.2.4. Intersecciones viales

Es una solución de diseño geométrico a nivel, para posibilitar el cruzamiento de dos o más carreteras o con vías férreas, que contienen áreas comunes o compartidas que incluyen las calzadas, con la finalidad de que los vehículos puedan realizar todos los movimientos necesarios de cambios de trayectoria.

(MTC, Manual de Carreteras Diseño Geométrico, 2018)

2.2.4.1. Tipos de intersecciones viales

Existen 2 tipos primordiales de solución a estas dificultades que es la intersección a nivel e intersección a desnivel (enlace).

(Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

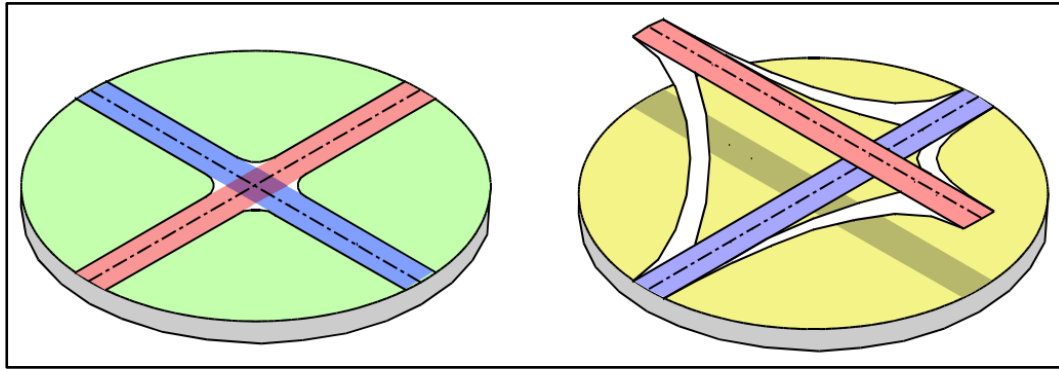


Figura 7: Intersecciones a nivel y desnivel

Fuente: Bañon Blázquez Luis & Beivá García José F., 2000

2.2.4.1.1. Intersecciones a nivel

Las Intersecciones a nivel tienen una gran diversidad de soluciones, no existiendo procedimientos de aplicación, por lo que en la presente norma se incluyen soluciones más frecuentes.

(MTC, Manual de Carreteras Diseño Geometrico, 2018)

Tabla 4: Tipos de intersecciones a nivel

Intersección	Ramales	Ángulos de cruzamiento
En T	tres	entre 60° y 120°
En Y	tres	< 60° y > 120°
En X	cuatro	< 60°
En +	cuatro	> 60°
En estrella	más de cuatro	-
Intersecciones Rotatorias o rotondas	más de cuatro	-

Fuente: Ministerio de *Transportes* y Comunicaciones, DG



2.2.4.1.2. Criterios de Diseño

Una buena solución para una intersección a nivel, es la más simple y segura Posible. Esto significa que cada caso debe ser tratado cuidadosamente, recurriendo a todos los elementos de que se dispone (ensanches, isletas, carriles auxiliares, etc.), con el criterio de evitar maniobras difíciles o peligrosas y recorridos innecesarios.

A. Criterios Generales

- **Preferencia de los movimientos más importantes.**

En el diseño, debe especificarse la(s) vía(s) principales y secundarias con el fin de determinar la preferencia y las limitaciones del tránsito vehicular.

- **Reducción de las áreas de conflicto.**

En las intersecciones a nivel no debe proyectarse grandes áreas pavimentadas, ya que ellas inducen a los vehículos y peatones a movimientos erráticos y confusión, con el consiguiente peligro de ocurrencia de accidentes.

- **Perpendicularidad de las intersecciones.**

Las Intersecciones en ángulo recto, por lo general son las que proporcionan mayor seguridad, ya que permiten mejor visibilidad a los conductores y contribuyen a la disminución de los accidentes de tránsito.

- **Separación de los movimientos.**

Cuando el diseño del proyecto lo requiera, la intersección a nivel estará dotada de vías de sentido único (carriles de aceleración o deceleración), para la separación del movimiento vehicular.

- **Canalización y puntos de giro.**

Además de una adecuada señalización horizontal y vertical acorde a la normativa vigente, la canalización y el diseño de curvas de radio adecuado, contribuyen a la regulación de la velocidad del tránsito en una intersección a nivel.

- **Visibilidad**

La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección, debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la detención total.

(MTC, Manual de Carreteras Diseño Geometrico, 2018)

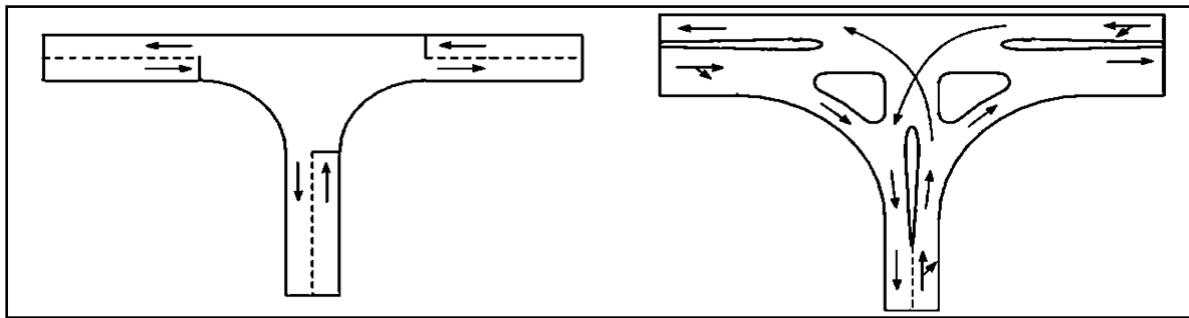


Figura 8: Intersecciones sin canalizar y canalizar

Fuente: Bañon Blázquez Luis & Beivá García José F., 2000

B. Consideraciones del tránsito

Las principales consideraciones del tránsito que condicionan la elección de la solución a optar, son las siguientes:

- Volúmenes de tránsito, que confluyen a una intersección, su repartición y la proyección de los posibles movimientos, para determinar las capacidades de diseño de sus elementos.
- La composición de los flujos por tipo de vehículo, sus velocidades de operación y las peculiaridades de sus interacciones mientras utilizan el dispositivo.
- Su relación con el tránsito peatonal y de vehículos menores, así como con estadísticas de accidentes de tránsito.

(MTC, Manual de Carreteras Diseño Geometrico, 2018)

C. Demanda y modelación

En el diseño de una intersección la demanda es la variable de tránsito más gravitante, puesto que la capacidad resultante de dicho diseño deberá satisfacerla. Esto implica el dimensionamiento en términos geométricos y estructurales de sus unidades constitutivas, la operación de semáforos si tal elemento de control existe, y su coordinación.

(MTC, Manual de Carreteras Diseño Geometrico, 2018)



D. Elección del tipo de control

el tipo y características de los elementos de señalización y dispositivos de Control de tránsito que estarán provistos, determina el diseño de las intersecciones a nivel, con la finalidad de facilitar el tránsito vehicular y peatonal.

(MTC, Manual de Carreteras Diseño Geometrico, 2018)

2.2.4.1.3. Elementos canalizadores y reguladores

Hay una serie de elementos que regulan y canalizan el acceso y la circulación en una intersección.

Existen: isletas o elementos canalizadores, y semáforos o elementos reguladores.

A. Isletas

Las isletas son zonas bien definidas, situadas entre carriles de circulación, destinadas a guiar el movimiento de los vehículos y a servir de eventual refugio a los peatones. Su materialización puede realizarse de dos formas:

- Mediante marcas viales pintadas sobre el pavimento; esta solución es la más económica, pero no supone ningún tipo de barrera para los vehículos, que pueden invadirla con total libertad.

Funcionalmente, existen tres tipos de isletas:

Destinadas a separar sentidos iguales u opuestos de circulación. Facilitan y ordenan los giros principales, son Isletas separadoras o divisorias:

Su principal misión es controlar y dirigir las distintas trayectorias que los vehículos pueden realizar en la intersección, son Isletas de encauzamiento:

Infraestructuras destinadas al resguardo de los peatones, empleadas normalmente por razones de seguridad en tramos excesivamente anchos de vía, Refugios:

(Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

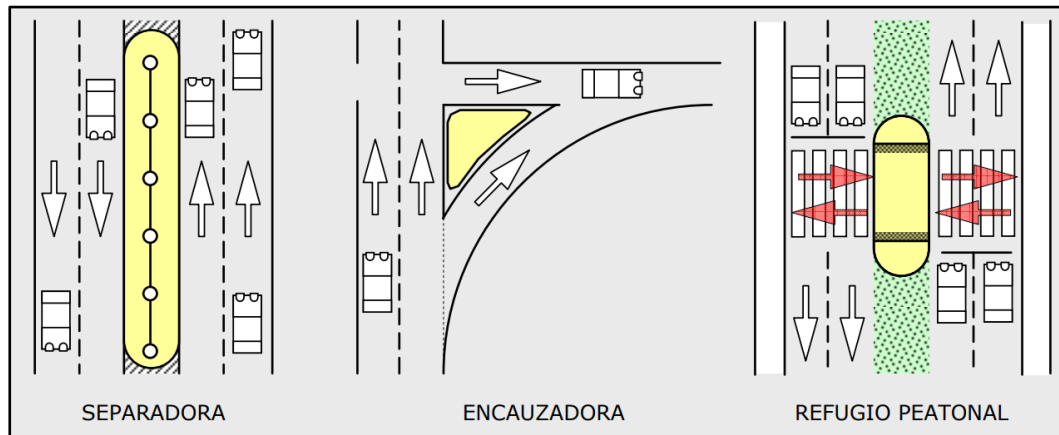


Figura 9: Tipos de Isletas.

Fuente: Bañon Blázquez Luis & Beivá Garcia José F., 2000

B. Semáforos

Los semáforos son los elementos reguladores del tráfico por excelencia en las zonas urbanas, aunque su uso puede llegar a hacerse necesario en carreteras, especialmente intersecciones próximas núcleos de población.

(Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.4.1.4. Tipología de intersecciones a nivel

Una Intersección se clasifica principalmente en base a su composición (número de ramales que convergen a ella), topografía, definición de tránsito y el tipo de servicio requerido o impuesto.

(MTC, Manual de Carreteras Diseño Geometrico, 2018)

A. Intersecciones según su composición

Los tipos de intersecciones generalmente están marcados por el número de ramas que esta tiene.

DE TRES RAMALES	EMPALME EN T	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADAS 	
	EMPALME EN Y	SIMPLE 	CANALIZADAS 		
DE CUATRO RAMALES	INTERSECCION EN +	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
	INTERSECCION EN X	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
ESPECIALES	EN ESTRELLA 		ROTONDA 		

VEASE FIGURA 501.01

Figura 10: Tipos de Intersecciones a nivel

Fuente: Manual de Carreteras Diseño geométrico DG – 2018

B. Intersecciones semaforizadas

El análisis de intersecciones reguladas por semáforos debe considerar una amplia variedad de condiciones prevalecientes, incluida la cantidad y la distribución del tráfico, características geométricas y los detalles de la señalización de la intersección. La intersección regulada por semáforos es una de las situaciones más complejas en el sistema circulatorio.

(HCM, 2010)



C. Intersecciones no semaforizadas

En intersecciones no semaforizadas cada conductor debe hallar el momento preciso y seguro para ejecutar el movimiento ansiado. Los cruces sin señales de control de tránsito, mejor distinguidas como semáforos; dependen de la percepción de tiempo y espacio del usuario, ya que estos deben tomar una decisión con respecto a cuándo hacer el movimiento (tiempo) y decidir si es seguro hacerlo (espacio).

(Depiante V. &(2011), 2011)

2.2.4.1.5. Intersecciones a Desnivel

Es una solución de diseño geométrico, para posibilitar el cruzamiento de dos o más carreteras o con vías férreas en niveles diferentes, con la finalidad de que los vehículos puedan realizar todos los movimientos posibles de cambios de trayectoria de una carretera a otra, con el mínimo de puntos de conflicto posible.

Un paso a desnivel se construye, con el objeto de aumentar la capacidad o el nivel de servicio de intersecciones importantes, con altos volúmenes de tránsito y condiciones de seguridad vial insuficientes, o para mantener las características funcionales de un itinerario sin intersecciones a nivel.

(MTC, Manual de Carreteras Diseño Geometrico, 2018)

2.2.5. Dispositivos para el Control del Tránsito

Se denomina dispositivos para el control de tránsito a las señales de tránsito, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se coloca sobre o adyacente a las calles y carreteras encargados por la autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de la misma.

La implementación de los dispositivos de control del tránsito, se realizará de acuerdo a los estudios de ingeniería vial que debe realizarse para cada caso, y que entre otros contemple, el tipo de vía, el uso del suelo del sector adyacente, las características de diseño acorde al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018 vigente), características de operación, sus condiciones ambientales, y en concordancia con las normas de tránsito correspondientes.

(MTC, Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras., 2016)



2.2.5.1. Clasificación de dispositivos de control

Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones (preventivas), las limitaciones (reguladoras) y las informaciones (informativas). Los dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras se clasifican en:

2.2.5.1.1. Señales verticales

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.

Su implementación será de acuerdo al estudio de ingeniería vial anteriormente citado debiendo evitarse, por ejemplo, el uso excesivo de señales verticales en un tramo corto puesto que puede ocasionar contaminación visual y pérdida de su efectividad. Asimismo, es importante el uso frecuente de señales informativas de identificación y destino, a fin de que los usuarios de la vía conozcan oportunamente su ubicación y destino.

(MTC, Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras., 2016)

Clasificación de señales verticales:

- **Señales Reguladoras o de Reglamentación:** Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su incumplimiento constituye una falta que puede acarrear un delito.
- **Señales de Prevención:** Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.
- **Señales de Información:** Tienen como propósito guiar a los usuarios y proporcionarles información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible. Además, proporcionan información relativa a distancias a centros poblados y de servicios al usuario, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, y otros.

(MTC, Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras., 2016)



2.2.5.1.2. Señales horizontales

Está conformada por marcas planas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes.

Forma parte de esta señalización, los dispositivos elevados que se colocan sobre la superficie de rodadura, también denominadas marcas elevadas en el pavimento, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar restricciones.

(MTC, Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras., 2016)

2.2.6. Volumen de Tránsito Horario:

Con base en la hora seleccionada se define los siguientes volúmenes de tránsito horario, dado en vehículos por hora.

2.2.6.1. Volumen horario de máxima demanda:

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular.

(Victor Chavez Loaiza, 2005)

2.2.6.2. Volumen Horario de Proyecto

Es el volumen de tránsito horario que servirá para determinar las características geométricas de la vialidad. Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado.

(Victor Chavez Loaiza, 2005)

2.2.7. Velocidad en General

En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h).

Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$$v = \frac{d}{t}$$

Donde:

- **v** = Velocidad constante (Kilómetro por hora)
- **d** = Distancia recorrida (kilómetros)
- **t** = Tiempo de recorrido (horas)

(Victor Chavez Loaiza, 2005)

2.2.7.1. Velocidad a flujo libre

La velocidad de flujo libre es la velocidad promedio de los vehículos en una carretera dada, medida bajo condiciones de un volumen bajo, cuando los conductores tienden a conducir a una velocidad alta sin restricciones de demoras.

(Bañon Blázquez & Beivá Garcia José F., 2000)

2.2.8. Capacidad Vial en Intersecciones Semaforizadas

La capacidad de intersecciones es definida para cada grupo de carriles. La capacidad del grupo de carriles es la máxima tasa de flujo para el grupo de carriles objeto que puede pasar a través de la intersección bajo el tráfico prevaleciente, la vía y las condiciones de semaforización. La tasa de flujo es generalmente medida o proyectada para periodos de 15 minutos, y la capacidad es establecida en vehículos por hora (vph).

2.2.9. Nivel de Servicio

Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/ o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

(MTC, Manual de Carreteras Diseño geometrico DG , 2014)

- **Nivel de servicio A** describe operaciones con un control de demoras de 10 s/veh o menos y una proporción volumen-capacidad no superior a 1,0. Este nivel se asigna normalmente cuando la proporción volumen-capacidad es baja y la progresión es excepcionalmente favorable o la duración del ciclo es muy corto. Si es debido a la



favorable progresión, la mayoría de los vehículos llegan durante la indicación verde y viajan a través de la intersección sin parar.

- **Nivel de servicio B** describe operaciones con control demora entre 10 y 20 s/veh y una proporción volumen-capacidad no superior a 1,0. Este nivel se asigna normalmente cuando la proporción volumen-capacidad es baja y la progresión es altamente favorable o la duración del ciclo es corto. Más vehículos parados que con Nivel de servicio A.
- **Nivel de servicio C** describe operaciones con control demora entre 20 y 35 s/veh y una proporción volumen-capacidad no superior a 1,0. Este nivel se asigna normalmente cuando la progresión es favorable o la duración del ciclo es moderada. Fallas de ciclo individual (es decir, uno o más vehículos en cola no son capaces de salir como resultado de la insuficiencia de la capacidad durante el ciclo) pueden comenzar a aparecer en este nivel. El número de vehículos parando es importante, aunque muchos vehículos pasan a través de la intersección sin parar.
- **Nivel de servicio D** describe operaciones con control demora entre 35 y 55 s/veh y una proporción volumen-capacidad no superior a 1,0. Este nivel se asigna normalmente cuando la proporción volumen-capacidad es alta y la progresión es ineficaz o la duración del ciclo es largo. Muchos vehículos paran y las fallas ciclo individual son perceptibles.
- **Nivel de servicio E** describe operaciones con control demora entre 55 y 80 s/veh y una proporción volumen-capacidad no superior a 1,0. Este nivel se asigna normalmente cuando la proporción volumen-capacidad es alta, la progresión es desfavorable, y la duración del ciclo es larga. Las fallas Ciclo individual son frecuentes.
- **Nivel de servicio F** describe operaciones con control demora superior a 80 s/veh o una proporción volumen-capacidad superior a 1,0. Este nivel se asigna normalmente cuando la proporción volumen-capacidad es muy alta, la progresión es muy pobre, y la duración del ciclo es larga. La mayoría de los ciclos no permiten borrar la cola.

(HCM, 2010)

Criterios del nivel de servicio	Control de demora (S/veh)	Niveles de servicio por la proporción volumen-capacidad	
	≤ 10	A	F
$> 10-20$	B	F	
$> 20-35$	C	F	
$> 35-55$	D	F	
$> 55-80$	E	F	
> 80	F	F	

^a Para evaluaciones basadas en aproximación en toda la intersección, los niveles de servicio se definen únicamente con el control de demora exclusivamente por retraso de control.

Figura 18: Criterios del nivel de servicio

Fuente: Highway Capacity Manual HCM, 2010

2.2.10. Tasa de demanda del flujo

La tasa de demanda de flujo para una intersección a la circulación de tráfico se define como el número de vehículos que llegan a la intersección durante el período de análisis dividido por la duración del período de análisis. Se expresa como una tasa de flujo por horario, pero puede representar un período de análisis de menos de 1 h. La tasa de demanda de flujo representa la tasa de flujo de vehículos que arriban a la intersección. Cuando se mide en el campo, esta tasa de flujo se basa en un recuento de tráficos adoptados antes de la cola asociada con la intersección. Esta distinción es importante para conocer los recuentos durante períodos congestionado porque el recuento de vehículos partiendo desde un enfoque congestionado producirá una tasa de demanda de flujo que es inferior a la tasa real.

(HCM, 2010)

2.2.11. Factor hora Punta de Intersección

Un factor de hora punta para toda la intersección se calcula con la siguiente ecuación:

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

Donde:

- **PHF** : Factor de hora pico.
- **n₆₀** : Recuento de vehículos durante un período de 1 h (veh /hr)
- **n₁₅** : Recuento de vehículos durante el período de pico de 15 min (veh).



El recuento utilizado en el denominador de la ecuación debe tomarse durante un período de 15 minutos que se produce dentro del período de 1- h representado por la variable en el numerador. Ambas variables en esta ecuación representan el número total de vehículos que entran en la intersección durante sus respectivos períodos de tiempo. Como tal, un factor de hora punta se calcula para la intersección. Este factor se aplica individualmente a cada movimiento del tráfico. Los valores de este factor suelen oscilar entre 0,80 a 0,95.

El uso de un único factor de hora pico para toda la intersección está diseñado para evitar la probabilidad de crear escenarios de demanda conflictiva con volúmenes que no son proporcionales a los volúmenes reales durante el período de análisis de 15 minutos.

(HCM, 2010)

2.2.12. Tasa de flujo peatonal

La tasa de flujo peatonal se basa en el número de peatones que circulan en el cruce peatonal que está cruzada por vehículos que girando a la derecha desde durante el período de análisis. Por ejemplo, la tasa de flujo peatonal para el enfoque hacia el oeste describe el flujo de peatones en el cruce peatonal en la pierna norte. Se toma un recuento independiente para cada sentido de la marcha en el cruce peatonal. Cada recuento está dividido por la duración del período de análisis para producir una tasa de flujo horario direccional. Estas tasas se agregan para obtener la tasa de flujo peatonal.

(HCM, 2010)

2.2.13. Máximo verde

El ajuste de máximo verde define la cantidad máxima de tiempo que una señal verde puede ser visualizada en la presencia de demanda de conflicto. Los típicos valores Máximos verdes para las fases de giro a la izquierda tienen rango de 15 a 30 s. Los valores típicos para servir por fases de la calle menor tienen rango de 20 a 40 s y los valores para servir las fases de la calle mayor los rangos oscilan de 30 a 60 s.

(HCM, 2010)

2.2.14. Mínimo verde

El ajuste de mínimo verde representa la mínima cantidad de tiempo que una señal verde puede ser visualizada cuando una señal de fase es activada. Su duración se basa en consideraciones del tiempo de reacción del conductor, el tamaño de la cola, y la expectativa del conductor.



Los típicos rangos de Verde mínimo normalmente oscilan entre 4 y 15 s, con valores más cortos en este rango utilizado para las fases sirviendo movimientos de giro y bajos volumen a través de movimientos.

(HCM, 2010)

2.2.15. El cambio de color amarillo y el rojo

El cambio de color amarillo y el rojo son ajustes de holgura para cada entrada de fase de la señal. El intervalo de cambio de amarillo está destinado a alertar a un conductor a la inminente presentación de una indicación de color rojo. Oscila de 3 a 6 s, con mayores valores en este rango usado con fases que sirven movimientos de alta velocidad. El intervalo de separación de color rojo puede usarse para permitir que un breve tiempo para transcurrir tras la indicación amarilla, durante el cual las señales mayores asociadas con la fase final y todas las fases conflictivas muestran una indicación de color rojo, Si se utiliza el intervalo de separación de color rojo es típicamente 1 o 2 s.

(HCM, 2010)

2.2.16. Duración de ciclo (Coordinado- operación Actuada)

La duración del ciclo es el tiempo transcurrido entre la terminación de dos presentaciones secuenciales de un intervalo verde de fase coordinada.

(HCM, 2010)

2.2.17. Fase dividida (Coordinado- operación Actuada)

Cada fase no coordinada es siempre un "Split". Este tiempo representa la suma del verde, cambio amarillo e intervalos de despeje rojo para la fase.

El fundamento para determinar duración del intervalo verde varía entre organismos; sin embargo, a menudo se relaciona con la "óptima" duración de intervalo verde preestablecido.

(HCM, 2010)

2.2.18. Desplazamiento y punto de referencia de desplazamiento (Coordinado- operación Actuada)

La fase de referencia se especifica que una de las dos fases coordinada (es decir, la fase 2 o 6). El desplazamiento introducido en el controlador representa el momento en que comienza la fase de referencia (o extremos) relativo al tiempo cero del sistema dominante.



El desplazamiento debe ser especificado como se hace referencia al principio o al final del intervalo verde de la fase de referencia. El punto de referencia de desplazamiento suele ser el mismo en todas las intersecciones en un determinado sistema de señal.

(HCM, 2010)

2.2.19. Modo de Fuerza (Operación Coordinada- Actuada)

Este modo es una configuración específica del controlador. Se establece en "fijos" o "flotantes". El controlador calcula el punto de fuerza de la fase para cada fase no coordinada sobre la base modo forzado y fase dividida, Cuando está en el modo fijo, cada fase no coordinada tiene su punto de fuerza establecido en un tiempo fijo en el ciclo, relativo al tiempo cero en el sistema dominante.

Esta operación permite no usar el tiempo dividido para volver a la siguiente fase. Cuando se establece el modo flotante, cada fase no coordinada tiene su punto de fuerza fijado en el tiempo dividido después de la primera fase que se activa. Esta operación permite no usar el tiempo dividido para volver a la fase coordinado (lo que se conoce como "un pronto retorno a verde").

(HCM, 2010)

2.2.20. Metodología del HCM

2.2.20.1. Paso 1: Determinar grupo de movimientos y grupo de Carriles

A. Grupo de carriles y grupo de movimientos

Un carril o grupo de carriles designados para separar el análisis se conoce como un grupo de carril. En general, un separado grupo de carril está establecido para (a) Cada carril (o combinación de carriles adyacentes), que sirve exclusivamente a un movimiento y (b) cada carril compartidos por dos o más movimientos.

El concepto de los grupos del movimiento también se establece para facilitar la entrada de datos. Un independiente grupo de movimiento está establecido para (a) cada movimiento de giro con uno o más carriles de giro exclusivo y (b) a través del movimiento (incluyendo cualquier vuelta movimientos que comparten un carril).

(HCM, 2010)

B. Movimiento y Numeración de la fase

La figura 30 ilustra los movimientos de tráfico de vehículos y peatones en una intersección de cuatro piernas. Tres movimientos de tráfico vehicular y un movimiento de tráfico peatonal se

muestran para cada intersección. Para facilitar la discusión, a cada movimiento se le asigna un único número o un número y combinación de letras. La letra P denota un movimiento peatonal.

(HCM, 2010)

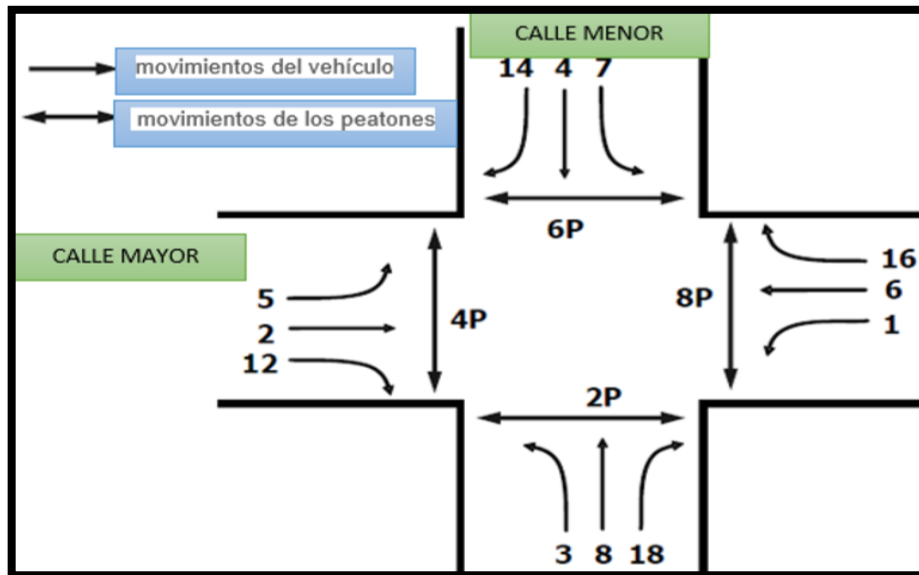


Figura 19: Movimiento de tráfico de vehículos y peatones

Fuente: Highway Capacity Manual HCM, 2010

2.2.20.2. Paso 2: Determinar la tasa de flujo de Grupo de Movimientos

La tasa de flujo de cada grupo de movimiento es definitiva en este paso. Si un movimiento de giro sirve para uno o varios carriles exclusivos y no carriles compartidos, entonces cada tasa de flujo de movimiento es fijada a un grupo de movimiento.

(HCM, 2010)

2.2.20.3. Paso 3: Determinar la tasa de Flujo de Grupo de Carriles

La tasa de flujo del grupo de carriles es fija en este paso. Si no hay carriles compartidos en la intersección enfocada, o el enfoque tiene solo un carril, hay una correspondencia uno a uno entre los grupos de carriles y grupo de movimientos.

(HCM, 2010)

2.2.20.4. Pasó 4: Determinar los Ajustes de la Tasa de Flujo de Saturación:

El ajuste de la tasa de flujo de saturación para cada carril de cada grupo de carriles es calculado en este paso. La tasa de flujo de saturación base proporcionada como una variable de entrada es usada en este cálculo.

El cálculo del flujo de saturación es referido como el “ajuste” de tasa de flujo de saturación porque este refleja la aplicación de varios factores de ajuste a la tasa de flujo de saturación base a las condiciones específicas presentes en la intersección enfocada.

$$S = S_0 f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Donde:

- S = Ajuste de la tasa de flujo de saturación.
- S_0 = Tasa de flujo de saturación base. (veh/hr/carril)
- f_w = Factor de Ajuste por ancho de carril
- f_{HV} = Factor de Ajuste por Vehículos Pesados
- f_g = Factor de Ajuste por Pendiente
- f_p = Factor de Ajuste para Estacionamiento
- f_{bb} = Factor de Ajuste para bloqueo de buses
- f_a = Factor de Ajuste por tipo de área
- f_{LU} = Factor de Ajuste por el carril utilizado
- f_{LT} = Factor de Ajuste por giros a la derecha
- f_{RT} = Factor de Ajuste por giros a la izquierda
- f_{Lpb} = Factor de Ajuste para peatones
- f_{Rpb} = Factor de Ajuste para bicicletas

(HCM, 2010)

2.2.20.5. Paso 5: Determinar la proporción que llegan durante el verde

La demora de control y el tamaño de la cola en una intersección señalizada dependen en gran medida de la proporción de vehículos que alcanzan durante el verde y la indicación de señal rojo.

La demora y el tamaño de la cola son menores cuando una larga proporción de vehículos llegan durante la indicación verde.

$$P = R_p(g / C)$$

Dónde:

- **R_p** : Es la relación en pelotón

Esta ecuación requiere conocimiento del tiempo efectivo en verde **g** y la duración del ciclo **C**. Estos valores son conocidos por la operación pre programado.

(HCM, 2010)

2.2.20.6. Paso 6: Determinar la duración de la fase de señal

La duración de la fase de señal depende del tipo de control que se utiliza en el tema de la intersección. Si la intersección tiene un control pre programado, entonces la duración de la fase es una entrada y este paso es omitido.

La duración de una fase activada está compuesta de cinco períodos de tiempo. El primer período representa el tiempo perdido mientras la cola reacciona al cambio de la señal de indicación a verde. El segundo intervalo representa el tiempo necesario para despejar la cola de vehículos. El tercer período representa el tiempo de indicación verde extendido por vehículos que ingresan al azar. Termina cuando existe una abertura en el tráfico (es decir, hueco) o el verde se extiende hasta el límite máximo (es decir, Max). El cuarto período representa el intervalo de cambio de color amarillo, y el quinto período representa el intervalo de separación de color rojo. La duración de una fase activada está definida por la ecuación:

$$D_p = l_1 + g_s + g_e + \gamma + R_c$$

Donde:

- **D_p** = duración de fase (s)
- **l₁** = pérdida de tiempo de arranque = 2.0 (s)
- **g_s** = tiempo de servicio de cola (s)
- **g_e** = tiempo de extensión verde (s)
- **Y** = el intervalo de cambio Amarillo (s)
- **R_c** = intervalo de separación rojo (s).

El Tiempo efectivo verde para la fase se calcula con la siguiente ecuación:

$$g = D_p - l_1 - l_2 = g_s + g_e + e$$

Donde:

- L_2 = tiempo perdido de despeje = $Y + Rc - e$ (s)
- e = extensión del verde efectivo $e = 2.0$ (s)

Y todas las demás variables están previamente definidas.

(HCM, 2010)

2.2.20.7. Paso 7: Determinar la capacidad y la relación de volumen y capacidad

2.2.20.7.1. Relación de Volumen y capacidad del grupo de carriles

La capacidad de un determinado grupo de carriles sirve a un movimiento de tráfico, y para los cuales no están permitidos movimientos de giro a la izquierda, es definido por la ecuación:

$$C = Ns \frac{g}{C}$$

Donde:

- c : Es la capacidad (veh/h)
- N : Número de carriles en un grupo de carriles
- S : Tasa de saturación ajustada
- g : Tiempo en verde efectivo
- C : Duración de ciclo

Esta ecuación no puede usarse para calcular la capacidad de un carril compartido de un grupo de carriles o un grupo de carriles con operación de giro a la izquierda permitido porque estos grupos de carriles tienen otros factores que afectan a su capacidad.

La relación de volumen y capacidad para un grupo de carriles es definida como el volumen del grupo de carriles sobre su capacidad. Se calcula mediante la ecuación:

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

Donde:

- **X** = Relación del volumen y capacidad.
- **v** = Demanda del índice de flujo (veh/h)
- **c** = Capacidad (veh/h).

(HCM, 2010)

2.2.20.8. Paso 8: Determinar demoras

La demora calculada en este paso representa el control promedio de demoras experimentadas por todos los vehículos que llegan durante el período de análisis. Incluye cualquier demora por estos vehículos que están todavía en la cola después de que finalice el periodo de análisis. El control de demora para un determinado grupo de carriles se calcula utilizando la ecuación:

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

Donde:

- **d** = control de demora (s/veh)
- **d1** = demora uniforme (s/veh)
- **d2** = demora incremental (s/veh)
- **d3** = demora de cola inicial (S/veh).

(HCM, 2010)

2.2.20.9. Paso 9. Determinar El Nivel de Servicio

La tabla N°8 se utiliza para determinar el nivel de servicio para cada grupo de carriles, cada enfoque y la intersección como un todo. El Nivel de Servicio es una indicación de la aceptabilidad de los niveles de demora para automovilistas en la intersección. También puede indicar una operación sobresaturada inaceptable para grupos de carriles individuales.

Tabla 5: *Niveles de servicio*

Control de demoras(s/veh)	Nivel de servicio relación v/c	
	≤1.0	>1.0
≤10	A	F
>10-20	B	F
>20-35	C	F
>35-55	D	F
>55-80	E	F
>80	F	F

Fuente: Highway Capacity Manual HCM 2010

2.2.21. Trafico Futuro

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_0(1 + i)^n$$

Donde:

- **T_n** = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.
- **T₀** = Tránsito actual (año base 0) en veh/día.
- **n** = Años del período de diseño.
- **i** = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos por implementarse con certeza a corto plazo en la zona de la carretera.

(MTC, Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008)



2.2.21.1. Tasa de Crecimiento poblacional Anual

Tabla 6: Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según departamento

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros	
	TC
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa.	1.07%
Ayacucho	1.18%
Cajamarca.	0.57%
Callao	1.56%
Cusco.	0.75%
Huancavelica.	0.83%
Huánuco.	0.91%
Ica.	1.15%
Junín.	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque.	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima.	1.45%
Loreto.	1.30%
Madre de Dios	2.58%
Moquegua	1.08%
Pasco.	0.84%
Piura.	0.87%
Puno.	0.92%
San Martín.	1.49%
Tacna.	1.50%
Tumbes.	1.58%
Ucayali	1.51%

Fuente: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar, 2017

2.2.21.2. Producto interno por departamentos (PBI)

Tabla 7: Tasa de crecimiento anual para vehículos de carga según el PBI

Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	PBI
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	1.29%
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
Huánuco.	3.85%
Ica.	3.54%
Junín.	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque.	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima.	3.69%
Loreto.	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco.	0.36%
Piura.	3.23%
Puno.	3.21%
San Martín.	3.84%
Tacna.	2.88%
Tumbes.	2.60%
Ucayali	2.77%

Fuente: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar, 2017



2.2.22. Condiciones geométricas de una vía.

Uno de los aspectos que determina el grado de satisfacción tanto de los usuarios de las carreteras como de las comunidades adyacentes a las mismas pertenece a la interacción de la misma con su medio circundante; es así como el diseño no solo debe corresponder a la obtención de una franja tridimensional acorde con una serie de requerimientos de tipo geométrico y físico, sino al logro de un adecuado grado de acoplamiento de la misma con su entorno natural, que cumpla con los siguientes objetivos:

- La carretera corresponde a un elemento del patrimonio físico de las comunidades y por tal razón se debe constituir en parte integral del desarrollo de las regiones sobre las cuales influye.
- Sin detrimento de las condiciones de operación esperadas ni de los requisitos geométricos y de seguridad requeridos, la carretera debe respetar los entornos tanto ecológicos como topográficos sobre los cuales será construida

(Vias I. N., 2018)

2.2.22.1. Corredor de ruta

La selección del corredor de ruta es a partir de las diferentes opciones que son planteadas y se deberán tener en cuenta, los siguientes:

- Grado de adaptación a la topografía natural.
- Uso del suelo.
- Presencia de atractivos naturales o antrópicos que el proyecto pueda resaltar.

(Vias I. N., 2018)

2.2.22.2. Alineamiento horizontal

Para una mayor definición del eje en planta se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- La presencia de poblaciones, ya sea que el proyecto genere afectación positiva o negativa.
- En coordinación con el diseño de la sección transversal, la posibilidad de formar zonas de servicio y descanso para los conductores, o también la ubicación de miradores que permitan a los beneficiarios apreciar el paisaje sin entorpecer su atención durante la conducción.



2.2.22.3. Alineamiento vertical

Se debe tener en cuenta que en sitios donde se quiera captar la atención de los conductores hacia el entorno, tales como intersecciones y paisajes atractivos, se deben emplear pendientes suaves.

(Vias I. N., 2018)

2.2.22.4. Sección transversal

Para el caso del esclarecimiento de la sección transversal, los siguientes criterios, además de contribuir a ofrecer un aspecto armonioso de todos los elementos, influyen directa o indirectamente en la protección que requieren ante los efectos derivados de los procesos naturales de erosión.

(Vias I. N., 2018)

2.2.23. Carril

Franja longitudinal que se practica en una calzada, de anchura suficiente para permitir el paso de una fila de vehículos, en general materializada en la carretera mediante una lista longitudinal continua o discontinua (si es provisional, pueden colocarse conos u otros elementos de señalización).

(Vias I. N., 2018)

2.2.23.1. Anchura de un carril

Puede variar entre límites muy amplios: desde mínimos de 2,80 (e incluso de 2,50 m) en las vías urbanas de selección, antes de los cruces, se pasa a los 3,50 ó 3,75 m en los carriles de las autopistas y a 4 ó 4,50 m en las carreteras nacionales de 2 carriles, con doble sentido de marcha.

Las normas de circulación prescriben que el conductor debe mantener su vehículo dentro del carril. Es necesario, por tanto, circular por el centro del mismo.

Los carriles pueden ser de diferentes tipos, según su posición y sus funciones:

- De aceleración: carril suplementario destinado a la aceleración de los vehículos cuando entran en una carretera (sobre todo en una autopista)
- De deceleración: carril destinado a las disminuciones de velocidad en las subidas y en las salidas de autopista.
- Exterior: primer carril de la derecha, en el sentido de la marcha de una calzada de varios carriles.



- Central: carril intermedio de una calzada única con doble sentido de circulación y un número impar de carriles, destinado generalmente a los adelantamientos en ambos sentidos de marcha.
- Interior: carril extremo de la izquierda, en el sentido de la marcha, de una calzada de varios carriles y de sentido único.
- De canalización: carril destinado al en-cauzamiento preferente de los vehículos en las cercanías de zonas de maniobra (cruces, estacionamientos o servicios en las autopistas, accesos diversos en el trayecto, aduanas, aparcamientos, etc.). En las zonas de preferencia, y de acuerdo con el destino del tráfico, los carriles pueden ser directos, de desvío o mixtos
- De parada de emergencia: carriles en los cuales se permiten las paradas solamente en casos de emergencia (averías, accidentes, indisposición o mareo)
- Reservado: carril destinado a la circulación de una o más categorías de vehículos. Los más frecuentes en los grandes centros urbanos son los carriles reservados para los autobuses de transporte público y para los taxis. Se distinguen por las anchas franjas continuas longitudinales y por sus inscripciones transversales de BUS o TAXI, además de las usuales señales verticales.

2.2.24. Pendiente

La pendiente de una carretera, es una forma de expresar la relación entre la altura que salvamos cuando ascendemos por la carretera y la distancia que nos desplazamos horizontalmente. Matemáticamente esa relación es la tangente del ángulo que forma la carretera con la horizontal

2.2.25. Modelo

Un modelo es una representación de un objeto, sistema, o idea, de forma diferente. Usualmente, su propósito es ayudarnos a explicar, entender o mejorar un sistema. El modelo de un objeto puede ser una réplica casi exacta de éste, o puede ser una abstracción de las propiedades dominantes del objeto en función de un propósito.

La modelación no es nueva; la conceptualización y el desarrollo de modelos han tenido un papel muy importante en la actividad intelectual de la humanidad, desde que el hombre empezó a tratar de entender y manipular su medio. El hombre siempre ha usado los modelos para tratar de representar y expresar ideas y objetos. El modelado incluye desde formas de comunicación, hasta la escritura de complejos sistemas de ecuaciones.

(Gustavo Rodriguez, 2009)



2.2.25.1. Función de los modelos

El concepto de la representación de algún objeto, sistemas o idea, con un modelo, es tan general que es difícil clasificar todas las funciones que satisfacen los modelos. Se reconocen por lo menos cinco usos legítimos y comunes:

- Una ayuda para el pensamiento.
- Una ayuda para la comunicación.
- Una herramienta para el entretenimiento e instrucción.
- Una herramienta de predicción.
- Una ayuda para la experimentación.

Uno de los usos más importantes de los modelos, es la predicción de las características del comportamiento de la entidad modelada. No es económicamente factible construir un jet supersónico para determinar sus características de vuelo; sin embargo, su comportamiento se puede predecir mediante la simulación.

(Gustavo Rodriguez, 2009)

2.3. Hipótesis:

2.3.1. Hipótesis General:

La capacidad vehicular y niveles de servicio en intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La cultura del distrito de San Sebastián no es óptima para la carga vehicular existente, siendo necesario plantear una propuesta de solución.

2.3.2. Sub Hipótesis:

Sub Hipótesis 1: La capacidad vehicular en las intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La cultura del distrito de San Sebastián no cumple con los valores de diseño.

Sub Hipótesis 2: Los tiempos de demora que influyen en los niveles de servicio en las intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La cultura del distrito de San Sebastián serán optimizados.

Sub Hipótesis 3: El control de la demanda vehicular existente no es adecuado en las intersecciones semaforizadas de la infraestructura vial en la prolongación Av. La cultura del distrito de San Sebastián.



2.4. Definición de Variables:

2.4.1. Variables Independientes:

- **Infraestructura Vial.**- Conjunto de componentes físicos que relacionados entre sí de manera adecuada, el cual tiene que cumplir las especificaciones técnicas de diseño y construcción, para la circulación de los usuarios.

2.4.1.1. Dimensión de variables Independientes:

- Condiciones Geométricas de la Vía.

2.4.1.2. Indicadores de Variables Independientes:

- Número de Carriles
- Ancho de Carriles

2.4.2. Variables Dependientes:

- **Capacidad Vehicular.**- Cantidad máxima de vehículos que puede transitar de un tramo a otro en ambos sentidos, en un tiempo determinado, en las condiciones de la vía y el tránsito.
- **Niveles de Servicio.**- Medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular.
- **Demanda Vehicular.**- Medida cualitativa que describe las características físicas de cualquier vehículo.

2.4.2.1. Dimensión de variables dependientes:

- Condiciones de tráfico de vía.
- Condiciones Semafóricas.
- Intersecciones Semaforizadas.
- Composición Vehicular.

2.4.2.2. Indicadores de Variables Dependientes:

Condiciones de tráfico de vía.

- Cantidad de vehículos.
- Número de Peatones.
- Paradas de autobús.

Condiciones Semafóricas

- Duración fase Verde.



- Duración fase en Rojo.

Intersecciones Semaforzadas

- Demoras

Composición Vehicular

- Vehículos pesados y ligeros

2.4.3. Cuadro de Operacionalización de Variables:

Tabla 8: Cuadro de Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
VARIABLES INDEPENDIENTES					
Y1 : Infraestructura vial	Conjunto de componentes físicos que relacionados entre sí de manera adecuada, el cual tiene que cumplir las especificaciones técnicas de diseño y construcción, para la circulación de los usuarios.	Condiciones geométricas de la vía	Numero de Carriles y Ancho de Carriles	Unidad y metros.	fichas de conteo, hojas de calculo, cronometro
		Geometría de las intersecciones	Ancho de Carril.	Metros.	Wincha.
VARIABLES DEPENDIENTES					
X1 : Capacidad vehicular	Cantidad máxima de vehículos que puede transitar de un tramo a otro en ambos sentidos, en un tiempo determinado, en las condiciones de la vía y el tránsito.	Condiciones de tráfico de la vía.	Cantidad de vehículos Número de Peatones Paradas de autobús.	Veh/hora peatones/hora Paradas/hora	fichas de conteo, hojas de calculo, cronometro
		Condiciones Semafóricas	Duración fase Verde. Duración fase en Rojo.	segundos	
X2 : Niveles de Servicio	Medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular.	Intersecciones semaforizadas	Tiempo de Demoras	segundos/vehículo	HCM 2010 y Software de modelamiento
X3 : Demanda vehicular	Medida cualitativa que describe las características físicas de cualquier vehículo.	Composición vehicular	Vehículos pesados y ligeros	% vehículos pesados	fichas de conteo, hojas de calculo, cronometro
					% vehículos ligeros

Fuente: Elaboración propia



Capítulo III: Metodología

3.1. Metodología de la Investigación:

3.1.1. Tipo de Investigación:

La investigación a utilizar, por naturaleza del objeto de estudio, es de tipo Cuantitativa. Ya que recogeremos y procesaremos los datos obtenidos del trabajo en campo para la determinación de horas punta, flujos viales críticos, capacidad vial y nivel de servicio.

3.1.2. Nivel de Investigación:

El nivel de estudio que se utilizó fue Descriptivo, ya que se describió situaciones y/o eventos. Y se especificó las propiedades importantes de la infraestructura de la vía, como el estado de los dispositivos de control, la geometría, sus características de funcionamiento, capacidad vial y nivel de servicio.

3.1.3. Método de Investigación:

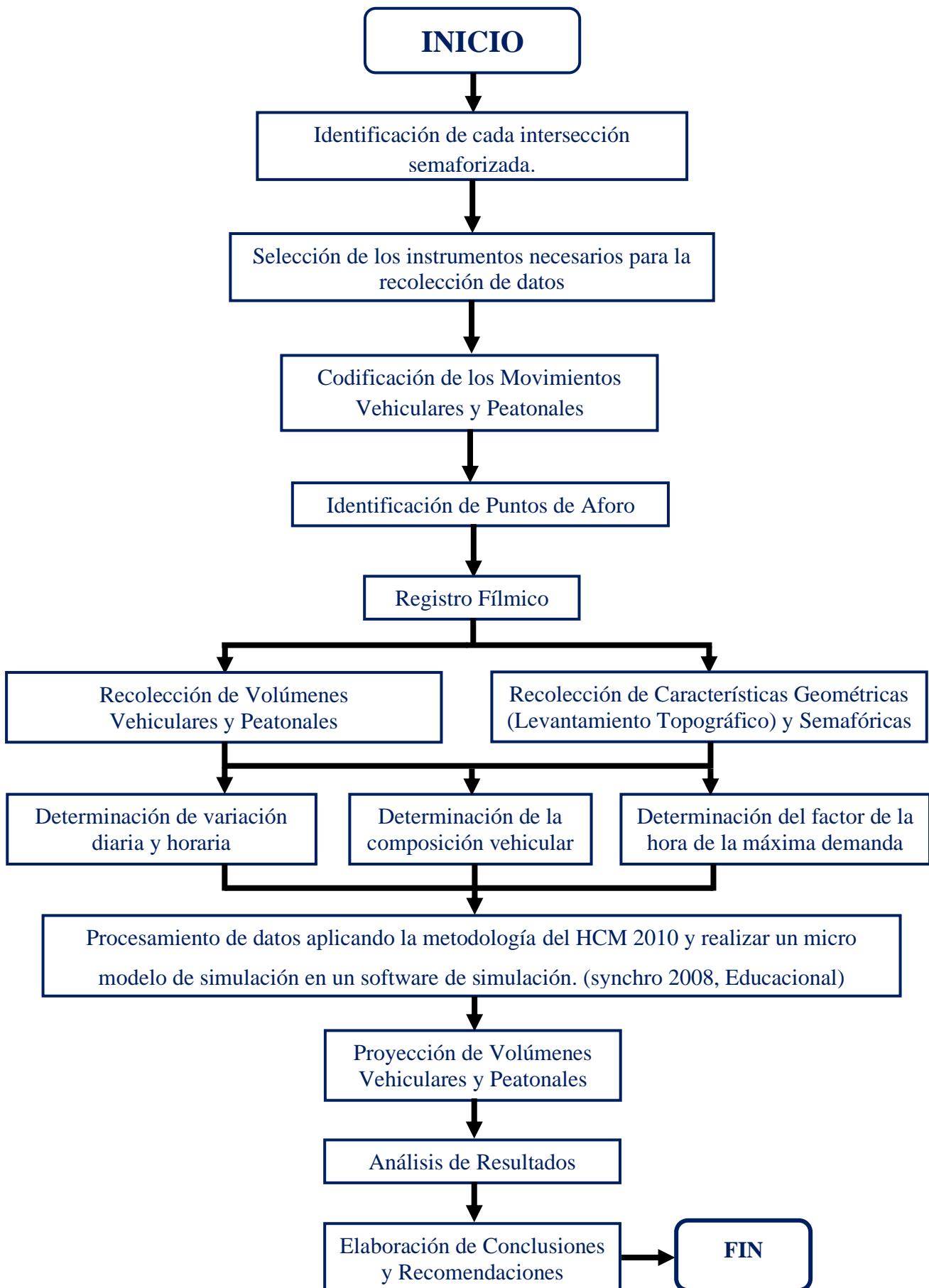
En el presente estudio se empleó el método hipotético - deductivo, ya que se observó el fenómeno a estudiar en las intersecciones seleccionadas y se creó una hipótesis, para explicar dicho fenómeno, la cual fue verificada y comprobada posteriormente.

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño Metodológico:

El diseño de la investigación es de tipo no experimental debido a que no incluye la manipulación de la variable y se observa el fenómeno bajo condiciones reales.

3.2.2. Diseño de ingeniería





3.3. Población y Muestra:

3.3.1. Población:

3.3.1.1. Descripción de la Población:

La población de esta investigación fueron todas las intersecciones semaforizadas del presente corredor vial prolongación Av. de la Cultura del distrito de San Sebastián, con alto tránsito vehicular y peatonal. Las cuales por ser de gran importancia para el control de acceso de vehículos a la Ciudad del Cusco necesitan un mayor estudio.

3.3.1.2. Cuantificación de la Población:

El universo donde se aplicó la investigación fueron las intersecciones semaforizadas del corredor vial prolongación Av. de la Cultura del distrito de san Sebastián: Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá, Prolongación Av. La Cultura – Calle. Bolívar, Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomas Tuyro Túpac, Prolongación Av. La Cultura – Calle San José, Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco, Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra, Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro, Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomas Katari, Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amaru, los cuales presentan grandes demandas vehiculares y oferta vial, debido a que en estas intersecciones se genera los conflictos y congestionamiento vehicular los cuales afectan el tránsito vial.

3.3.2. Muestra:

3.3.2.1. Descripción de la Muestra:

La muestra que a sido seleccionada para esta investigación han sido las intersecciones semaforizadas con alto tránsito vehicular y peatonal en la ciudad del Cusco. Se trata de un muestreo censal ya que la muestra coincide con la población. En este sentido Ramírez (1997) afirma “La muestra censal es aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra”.

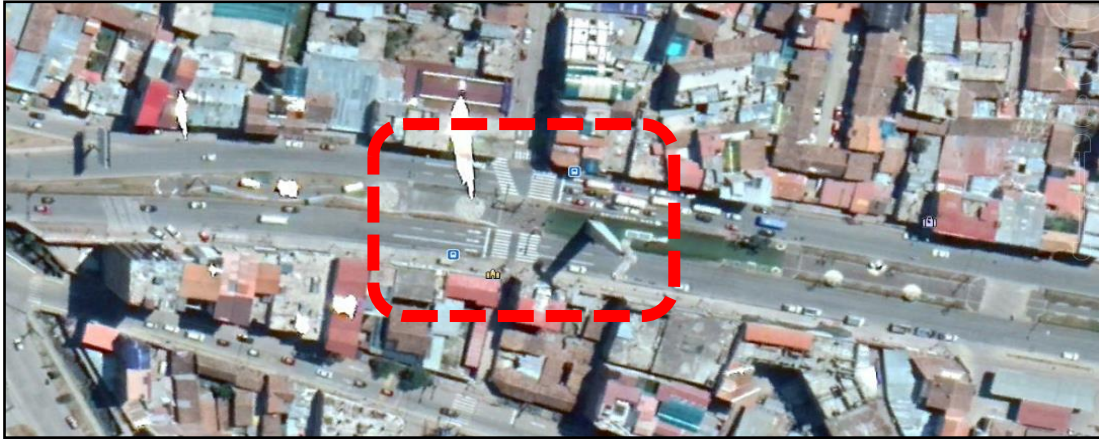


Figura 20: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá

Fuente: Google Earth Pro

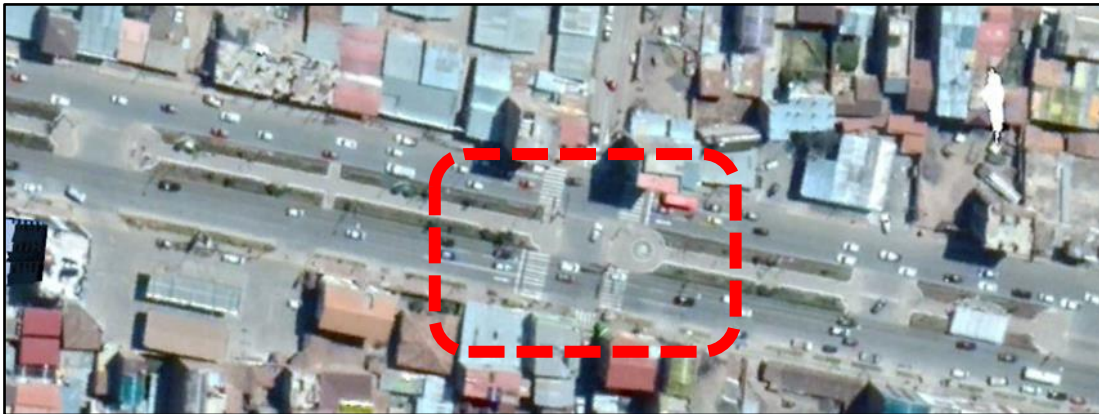


Figura 21: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar

Fuente: Google Earth Pro



Figura 22: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyo
Túpac

Fuente: Google Earth Pro



Figura 23: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José

Fuente: Google Earth Pro

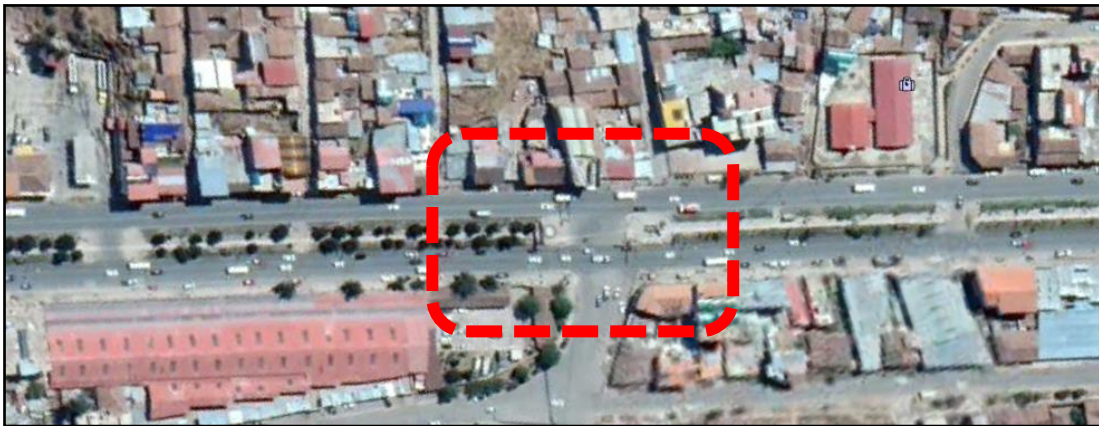


Figura 24: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco

Fuente: Google Earth Pro

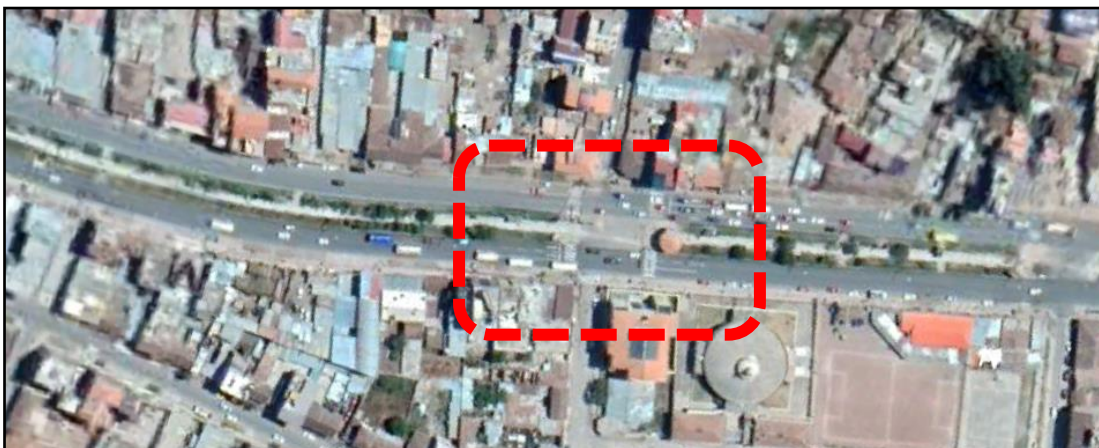


Figura 25: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra

Fuente: Google Earth Pro



Figura 26: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro

Fuente: Google Earth Pro



Figura 27: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari

Fuente: Google Earth Pro



Figura 28: Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac

Amáru

Fuente: Google Earth Pro



3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra:

La muestra de la presente investigación fue similar con la población establecida anteriormente. Nueve áreas o zonas de estudio, cada una de las intersecciones semaforizadas se detallan a continuación:

- Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá.
- Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar.
- Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac.
- Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle San José.
- Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Prolongación Av. Cusco.
- Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Inglaterra.
- Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Sol de Oro.
- Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Calle Tomás Katari.
- Intersección semaforizada Prolongación Av. La Cultura – Av. Mariano Túpac Amáru.

3.3.2.3. Método de Muestreo:

El tipo de muestra en el estudio de la investigación fue no probabilística, ya que según Hernández, Fernández y Baptista (2000) “Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal y poco arbitrario. Aun así se utilizan en muchas investigaciones y a partir de ella se hacen las inferencias sobre la población”. Esto nos indica que no utilizaremos formulas estadísticas para determinar la cantidad de nuestra muestra, realizándolo así mediante criterio propio.

3.3.2.4. Criterios de Evaluación de Muestra:

Se evaluaron las nueve intersecciones semaforizadas según los criterios indicados por, Highway Capacity Manual 2010 (HCM2010).

- Determinación de características geométricas.
- Determinación de características del tránsito vehicular.
- Determinación de características semafóricas.
- Conteos vehiculares.
- Cronograma de los aforos.
- Especificación de estaciones de conteo.

3.3.3. Criterios de Inclusión:

Los criterios que se utilizaron para poder determinar la inclusión son:

- Intersecciones viales que estén dentro de la tipología de intersecciones semaforizadas.
- Intersecciones viales que enlace que enlacen los sistemas viales más importantes de la ciudad del Cusco.
- Intersecciones viales con gran flujo vehicular (demanda).
- Intersecciones viales que ofrezcan mayor infraestructura vial (oferta).

3.4. Instrumentos:

3.4.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos:

3.4.1.1. Ficha de aforo vehicular.

En este caso las fichas de aforo vehicular nos ayudaron a determinar la cantidad de vehículos que pudieran transitar en cada una de las intersecciones semaforizadas en ciertos intervalos de tiempo, y así se pueda clasificar.

HORA		PERIODO		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		TOTAL					
PERIODO 15 MIN		INICIO	FIN			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	T2S1/T2S2	T2S3	T3S1/S2	T3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
1	17:30:00	17:45:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	17:45:00	18:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	18:00:00	18:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	18:15:00	18:30:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUB TOTAL				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	18:30:00	18:45:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	18:45:00	19:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	19:00:00	19:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	19:15:00	19:30:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUB TOTAL				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 29: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Jr. Tarapacá

Fuente: Elaboración propia

HORA		PERIODO		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																								
PERIODO 15 MN	INICIO	FIN																																																																																																																																																																																																																																																																																												
																							TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																							
TURNO: NOCHE																							CODIGO: 5																																																																																																																																																																																																																																																																							
INTERSECCION SEMAFORIZADA: PROLONGACION AV. LA CULTURA - CALLE BOLIVAR																							SENTIDO: SUR → NORTE																																																																																																																																																																																																																																																																							
UBICACION: PROLONGACION AV. LA CULTURA - SAN SEBASTIAN																							FECHA: MIERCOLES 28 NOVIEMBRE 2018																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">1</td> <td>17:30:00</td> <td>17:45:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1</td> <td>17:45:00</td> <td>18:00:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1</td> <td>18:00:00</td> <td>18:15:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1</td> <td>18:15:00</td> <td>18:30:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1</td> <td colspan="2">SUB TOTAL</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2</td> <td>18:30:00</td> <td>18:45:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2</td> <td>18:45:00</td> <td>19:00:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2</td> <td>19:00:00</td> <td>19:15:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2</td> <td>19:15:00</td> <td>19:30:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2</td> <td colspan="2">SUB TOTAL</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td colspan="2"></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>																							1		17:30:00	17:45:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		17:45:00	18:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		18:00:00	18:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		18:15:00	18:30:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		SUB TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		18:30:00	18:45:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		18:45:00	19:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		19:00:00	19:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		19:15:00	19:30:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		SUB TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TOTAL				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		17:30:00	17:45:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
1		17:45:00	18:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
1		18:00:00	18:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
1		18:15:00	18:30:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
1		SUB TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
2		18:30:00	18:45:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
2		18:45:00	19:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
2		19:00:00	19:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
2		19:15:00	19:30:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
2		SUB TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
TOTAL				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							

Figura 30: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Calle Bolívar

Fuente: Elaboración propia

HORA		PERIODO		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																								
PERIODO 15 MN	INICIO	FIN																																																																																																																																																																																																																																																																																												
																							TOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																							
TURNO: NOCHE																							CODIGO: 7																																																																																																																																																																																																																																																																							
INTERSECCION SEMAFORIZADA: PROLONGACION AV. LA CULTURA - AV. TOMAS TUYRO TUPAC																							SENTIDO: OESTE → SUR																																																																																																																																																																																																																																																																							
UBICACION: PROLONGACION AV. LA CULTURA - SAN SEBASTIAN																							FECHA: MIERCOLES 28 NOVIEMBRE 2018																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">1</td> <td>07:30:00</td> <td>07:45:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1</td> <td>07:45:00</td> <td>08:00:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1</td> <td>08:00:00</td> <td>08:15:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1</td> <td>08:15:00</td> <td>08:30:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1</td> <td colspan="2">SUB TOTAL</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2</td> <td>08:30:00</td> <td>08:45:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2</td> <td>08:45:00</td> <td>09:00:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2</td> <td>09:00:00</td> <td>09:15:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2</td> <td>09:15:00</td> <td>09:30:00</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2</td> <td colspan="2">SUB TOTAL</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">TOTAL</td> <td colspan="2"></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>																							1		07:30:00	07:45:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		07:45:00	08:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		08:00:00	08:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		08:15:00	08:30:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		SUB TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		08:30:00	08:45:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		08:45:00	09:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		09:00:00	09:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		09:15:00	09:30:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		SUB TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TOTAL				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		07:30:00	07:45:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
1		07:45:00	08:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
1		08:00:00	08:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
1		08:15:00	08:30:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
1		SUB TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
2		08:30:00	08:45:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
2		08:45:00	09:00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
2		09:00:00	09:15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
2		09:15:00	09:30:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
2		SUB TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							
TOTAL				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																							

Figura 31: Ficha de aforo vehicular Prolongación Av. La Cultura – Av. Tomás Tuyro Túpac

Fuente: Elaboración propia