

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**INFORME DE TESIS**

**“DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y  
PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUÍA EN  
EL TRAMO CALLE GRAL. VIZQUERRA – AV. ARIAS Y  
ARAGÜEZ DEL DISTRITO DE TACNA AÑO 2018”**

**PARA OPTAR:**

**TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. HUANCHI VARGAS, Jackeline Leslye

Bach. PORTUGAL ARROYO, Erick Bryan

TACNA – PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE  
MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUÍA EN EL TRAMO CALLE GRAL.  
VIZQUERRA – AV.ARIAS Y ARAGUEZ DEL DISTRITO DE TACNA, AÑO  
2018”**

Tesis sustentada y aprobada el 09 de Diciembre del 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



---

**Mag. Pedro Valerio Maquera Cruz**

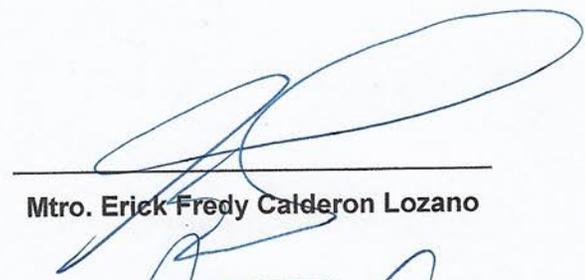
SECRETARIO:



---

**Ing. Cesar Armando Urteaga Ortiz**

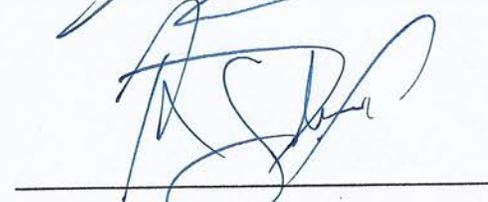
VOCAL:



---

**Mtro. Erick Fredy Calderon Lozano**

ASESOR:



---

**Ing. Rolando Gonzalo Salazar  
Calderón Juárez**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Jackeline Leslye Huanchi Vargas y Erick Bryan Portugal Arroyo , en calidad de Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 48164083 y 71240518 respectivamente.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:

“DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUIA EN EL TRAMO CALLE GRAL. VIZQUERRA – AV. ARIAS Y ARAGUEZ DEL DISTRITO DE TACNA AÑO 2018”, la misma que presentamos para optar el título profesional de Ingenieros Civiles.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

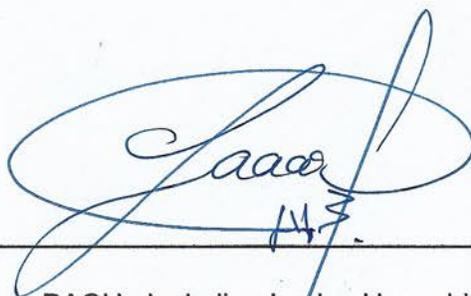
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 09 de Diciembre del 2019



BACH. Jackeline Leslye Huanchi Vargas

DNI: 48164083



BACH. Erick Bryan Portugal Arroyo

DNI: 71240518

## DEDICATORIA

*Doy las gracias a Dios por la guía y compañía en el lapso de mi vida, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente brindándome fuerza y conocimiento para concluir con éxito mis objetivos propuestos, sin el nada de esto hubiese sido posible.*

*A mis padres Alejandro y Angelica por su apoyo, amor y sacrificio; he llegado hasta este momento de mi vida, gracias a ustedes soy lo que soy y estaré eternamente agradecida, son los mejores padres que Dios me pudo dar.*

*A mi abuelito Alejandro que desde el cielo me cuida, me protege y guía en cada uno de los pasos que doy, sé que estas alegre y orgulloso de mí, te tendré siempre presente Papa-Abuelo.*

*A la persona que conocí dentro de esta linda carrera, que me ayudo a no rendirme, sus palabras de aliento, sus consejos, las cuales me motivaron a crecer cada día más y más; y así poder desenvolverme de una manera exitosa en el ámbito profesional.*

*A mis amigas, por apoyarme cuando más las necesite, por extenderme su mano en los momentos difíciles, de verdad mil gracias, siempre las llevare en mi corazón.*

*A cada uno de ustedes los quiero y amo con todo mi corazón.*

**Jackeline Leslye Huanchi Vargas**

*A Dios por cada día que me regala para seguir viviendo me dio salud y fuerzas para continuar creciendo personal y profesionalmente.*

*A mis padres Víctor y Marleni por su apoyo incondicional en cada paso que doy, por brindarme el derecho de la educación y motivarme a seguir mejorando día a día*

*A mis abuelos por cada palabra de aliento, en especial a mi abuelo Ambrosio por ser siempre el ejemplo de superación y perseverancia.*

*A mi hermana Pamela por su apoyo y compañía en cada momento de mi vida.*

**Erick Bryan Portugal Arroyo**

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo de investigación ha sido posible gracias al apoyo de familiares y amigos quienes nos han brindado apoyo desinteresado, contribuyendo de formas diferentes con nosotros autores de investigación.

A nuestro Señor Jesucristo queremos expresar toda la gratitud, por bendecir nuestras vidas, por guiarnos y fortalecernos en los momentos adversos.

Agradecer a nuestros padres por brindarnos su confianza y ayuda; motivándonos a seguir adelante hasta el final para poder culminar nuestros objetivos.

A nuestro asesor, el Ingeniero Rolando Salazar Calderón - Juárez, por su tiempo, paciencia, apoyo constante y consejos, que nos sirvieron de apoyo y motivación para lograr la culminación de esta Tesis.

A la Universidad Privada de Tacna por habernos formado académicamente y éticamente en valores que nos serán útiles en el transcurso de nuestra vida profesional.

Gracias

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	xix
ABSTRACT .....	xx
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>2</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	8
1.2.1. Problema general : .....	8
1.2.2. Problemas específicos: .....	8
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.4. OBJETIVOS .....	9
1.4.1. Objetivo general .....	9
1.4.2. Objetivos específicos .....	9
1.5. HIPÓTESIS .....	9
1.5.1. Hipótesis general .....	9
1.5.2. Hipótesis específicas .....	9
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>10</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
2.1.1. A nivel mundial.....	10
2.1.2. A nivel nacional.....	11
2.1.3. A nivel local.....	13
2.2. BASES TEÓRICAS .....	14
2.2.1. Capacidad vial .....	14
2.2.2. Condiciones prevalecientes : .....	14
2.2.3. Nivel de servicio .....	15
2.2.4. Flujo vehicular.....	22

2.2.5. Volumen de tránsito :	24
2.2.6. Clasificación del sistema vial urbano	28
2.2.7. Semaforización	34
2.2.8. Estructura del sistema vial urbano	42
2.2.9. Programa Synchro Traffic V8.0.	46
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	49
2.3.1. Tráfico	49
2.3.2. Aforo	50
2.3.3. Velocidad	50
2.3.4. Nivel de servicio	50
2.3.5. Semáforo	50
2.3.6. Tiempo	50
2.3.7. Volumen:	51
2.3.8. Capacidad:	51
2.3.9. Demanda:	51
2.3.10. Tasa de flujo:	51
2.3.11. Velocidad:	51
2.3.12. HCM 2010:	51
2.3.13. TRB:	51
2.3.14. LOS:	52
2.3.15. Fase del semáforo:	52
2.3.16. Ciclo semafórico:	52
2.3.17. Cola:	52
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>53</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>53</b>
3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACION	53
3.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO	53
3.2.1. Población	53
3.2.2. Muestra	53

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	54
3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS.	54
3.4.1. Materiales y/o instrumentos .....	55
3.4.2. Acciones realizadas .....	56
3.4.3. Recolección de datos.....	57
3.5. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.....	99
3.5.1. Simulación real con el programa Synchro 8.0 .....	99
3.5.2. Volúmenes vehiculares .....	116
3.5.3. Designación de carriles.....	118
3.5.4. Nivel de servicio / Level Of Service (LOS).....	119
3.5.5. Simulación del tráfico vehicular mediante el SYNCHRO 2D.....	121
3.5.6. Simulación del Tráfico Vehicular Mediante el Synchro 3D.....	122
3.6. ALTERNATIVAS DE SOLUCION .....	124
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>143</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>143</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>150</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>150</b>
CONCLUSIONES .....	154
RECOMENDACIONES .....	155
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	156
ANEXOS .....	158

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1: Medidas de Eficiencia para la Definición de los Niveles de Servicio.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla N° 2: Niveles de Servicio con Semáforos.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla N° 3 : Clasificación Vehicular .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla N° 4: Factores de ajuste por presencia de vehículos pesados. ....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla N° 5: Clasificación y Codificación de Vías.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla N° 6 : Ancho de Carriles .....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla N° 7: Matriz de Operacionalización de Variables. ....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla N° 8: Formato de Aforo Vehicular .....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla N° 9: Aforo Vehicular - 1era Estación.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla N° 10: Conteo de Vehículos por Intervalo - 1era Estación.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla N° 11: Máximo Vehículo por hora 1era Estación.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla N° 12: Aforo Vehicular - 2da Estación. ....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla N° 13: Conteo de Vehículos por intervalo – 2da.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla N° 14: Máximo Vehículo por hora 2da Estación .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla N° 15: Aforo Vehicular - 3ra Estación.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla N° 16: Conteo de Vehículos por intervalo – 3era .....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla N° 17: Máximo Vehículo por hora 3era Estación.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla N° 18: Aforo Vehicular - 1ra Estación.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla N° 19: Conteo de Vehículos por intervalo – 1era .....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla N° 20: Máximo Vehículo por hora 1era Estación.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla N° 21: Aforo Vehicular - 2da Estación.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla N° 22: Conteo de Vehículos por intervalo – 2da.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla N° 23: Máximo Vehículo por hora 2da Estación.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla N° 24: Aforo Vehicular - 3ra Estación.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla N° 25: Conteo de Vehículos por intervalo – 3era .....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla N° 26: Máximo Vehículo por hora 3era Estación.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla N° 27: Aforo Vehicular - 1ra Estación.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla N° 28: Conteo de Vehículos por intervalo – 1era .....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla N° 29: Máximo Vehículo por hora 1era Estación.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla N° 30: Aforo Vehicular - 2da Estación.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla N° 31: Conteo de Vehículos por intervalo – 2da.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla N° 32: Máximo Vehículo por hora 1era Estación.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla N° 33: Aforo Vehicular - 3ra Estación.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla N° 34: Conteo de Vehículos por intervalo – 3era .....</i>	<i>88</i>

<i>Tabla N° 35: Máximo Vehículo por hora 3era Estación.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla N° 36: Tiempos de Semaforización Intersección I.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla N° 37: Tiempos de Semaforización Intersección II.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla N° 38: Tiempos de Semaforización Intersección III.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla N° 39: Nivel de Servicio Real.....</i>	<i>143</i>
<i>Tabla N° 40: Propuesta N°1 / Optimización de Ciclos.....</i>	<i>143</i>
<i>Tabla N° 41: Propuesta N°2 / Optimización de Ciclos y Unificación de Fases.....</i>	<i>145</i>
<i>Tabla N° 42: Propuesta N°3 / Aumento de Carriles.....</i>	<i>146</i>
<i>Tabla N° 43: Propuesta N°4 / Optimización de Ciclos y Aumento de Carriles.....</i>	<i>148</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1: Intersecciones viales críticas de la ciudad de Tacna.....</i>	<i>2</i>
<i>Figura N° 2: Mayor influencia de rutas de transporte urbano .....</i>	<i>3</i>
<i>Figura N° 3: Resultado según los puntos de Medición en Tacna – Tacna. ....</i>	<i>4</i>
<i>Figura N° 4: Vista Panorámica de la Vía en Estudio .....</i>	<i>6</i>
<i>Figura N° 5: Vista de la intersección I. ....</i>	<i>6</i>
<i>Figura N° 6: Vista de la intersección II. ....</i>	<i>7</i>
<i>Figura N° 7: Vista de la intersección III. ....</i>	<i>7</i>
<i>Figura N° 8 : Nivel de Servicio A.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura N° 9 : Nivel de Servicio B.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura N° 10 : Nivel de Servicio C.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura N° 11 : Nivel de Servicio D.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura N° 12 : Nivel de Servicio E.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura N° 13 : Nivel de Servicio F.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura N° 14: Movilidad y Accesibilidad de un Sistema Vial Urbano .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura N° 15 : Semáforo peatonal donde se indica la localización de las Ondas Sonoras.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura N° 16 : Fases y diagrama de fases de una intersección con semáforos. ....</i>	<i>36</i>
<i>Figura N° 17 : Longitud de Ciclo. ....</i>	<i>37</i>
<i>Figura N° 18 : Intervalo de cambio de Fase. ....</i>	<i>38</i>
<i>Figura N° 19: Fotografía Satelital de la Zona de Estudio.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura N° 20: Fotografía satelital identificando puntos de aforo. ....</i>	<i>58</i>
<i>Figura N° 21: Av. Arias Aragüéz con dirección hacia la calle Olga Grohman. ....</i>	<i>58</i>
<i>Figura N° 22: Sección Vial de la Av. Arias Aragüéz con dirección hacia la calle Olga Grohman. ....</i>	<i>59</i>
<i>Figura N° 23 : Av. Leguía con dirección a la Av. Patricio Meléndez. ....</i>	<i>59</i>
<i>Figura N° 24 : Sección de Subida - Av. Leguía con dirección a la Av. Patricio Meléndez. ....</i>	<i>60</i>
<i>Figura N° 25: Av. Leguía con dirección a la Calle Deustua. ....</i>	<i>60</i>
<i>Figura N° 26: Sección de Bajada - Av. Leguía con dirección a la Calle Deustua. ..</i>	<i>60</i>
<i>Figura N° 27: Av. Patricio Meléndez con dirección hacia la Avenida 2 de Mayo. ...</i>	<i>61</i>
<i>Figura N° 28: Av. Patricio Meléndez con dirección hacia la Avenida 2 de Mayo. ...</i>	<i>61</i>
<i>Figura N° 29: Av. Leguía con dirección al Psje. Kennedy. ....</i>	<i>62</i>
<i>Figura N° 30: Av. Leguía con dirección al Psje. Kennedy. ....</i>	<i>62</i>
<i>Figura N° 31: Av. Leguía con dirección a la Av. Arias Y Aragüéz.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura N° 32: Av. Leguía con dirección a la Av. Arias Y Aragüéz.....</i>	<i>63</i>

<i>Figura N° 33: Calle Gral. Vizquerra con dirección a la Calle Tarata.</i>	64
<i>Figura N° 34: Calle Gral. Vizquerra con dirección a la Calle Tarata.</i>	64
<i>Figura N° 35: Av. Leguía con dirección a la calle Gral. Varela.</i>	65
<i>Figura N° 36: Av. Leguía con dirección a la calle Gral. Varela.</i>	65
<i>Figura N° 37: Av. Leguía con dirección a la Av. Patricio Meléndez.</i>	66
<i>Figura N° 38: Av. Leguía con dirección a la Av. Patricio Meléndez.</i>	66
<i>Figura N° 39: Conteo de Vehículos - Acceso SE.</i>	69
<i>Figura N° 40: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (SE).</i>	69
<i>Figura N° 41: Conteo de Vehículos - Acceso NE.</i>	70
<i>Figura N° 42: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (NE).</i>	72
<i>Figura N° 43: Conteo de Vehículos - Acceso SO.</i>	73
<i>Figura N° 44: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (SO).</i>	74
<i>Figura N° 45: Conteo de Vehículos - Acceso NO.</i>	75
<i>Figura N° 46: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (NO).</i>	77
<i>Figura N° 47: Conteo de Vehículos - Acceso NE.</i>	78
<i>Figura N° 48: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (NE).</i>	79
<i>Figura N° 49: Conteo de Vehículos - Acceso SO.</i>	80
<i>Figura N° 50: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (SO).</i>	82
<i>Figura N° 51: Conteo de Vehículos - Acceso SE.</i>	83
<i>Figura N° 52: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (SE).</i>	84
<i>Figura N° 53: Conteo de Vehículos - Acceso SO.</i>	85
<i>Figura N° 54: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (SO).</i>	87
<i>Figura N° 55: Conteo de Vehículos - Acceso NE.</i>	88
<i>Figura N° 56: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (NE).</i>	89
<i>Figura N° 57: Flujograma de vehículos y sus respectivos giros en la intersección N°I.</i>	90
<i>Figura N° 58: Flujograma de vehículos y sus respectivos giros en la intersección N°II.</i>	90
<i>Figura N° 59: Flujograma de vehículos y sus respectivos giros en la intersección N°III.</i>	91
<i>Figura N° 60: Pendiente del tramo de la Avenida Leguía en la Intersección N°1.</i>	91
<i>Figura N° 61: Pendiente del tramo de la Avenida Leguía en la Intersección N°2.</i>	
<i>Fuente: Google Earth</i>	92
<i>Figura N° 62: Pendiente del tramo de la Avenida Leguía en la Intersección N°3.</i>	92
<i>Figura N° 63: Tiempos de Semaforización Intersección I - Av. Leguía – Av. Arias y Aragüez.</i>	93

<i>Figura N° 64: Ubicación del ángulo de visión de los semáforos- Intersección I - Av. Leguía – Av. Arias y Aragüez.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura N° 65: Fases/Giros en la Intersección I (Av. Leguía -Av. Arias Aragüez) ....</i>	<i>94</i>
<i>Figura N° 66: Tiempos de Semaforización Intersección II - Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura N° 67: Ubicación del ángulo de visión de los semáforos- Intersección II - Av. Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez. ....</i>	<i>95</i>
<i>Figura N° 68: Fases/Giros en la Intersección II (Av. Leguía -Av. Patricio Meléndez) .....</i>	<i>96</i>
<i>Figura N° 69 : Tiempos de Semaforización Intersección Av. Leguía – Gral Vizquerra.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura N° 70: Ubicación del ángulo de visión de los semáforos.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura N° 71: Fases/Giros en la Intersección III (Av. Leguía -Calle Gral Vizquerra)</i>	<i>98</i>
<i>Figura N° 73: Hoja de Trabajo del Programa Synchro V8.0.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura N° 74: Procedimiento para poder Insertar la Imagen de la Zona de estudio en la hoja de trabajo del programa. ....</i>	<i>100</i>
<i>Figura N° 75: Procedimiento para poder Insertar la Imagen de la Zona de estudio. ....</i>	<i>101</i>
<i>Figura N° 76: Imagen Satelital Insertada al programa Synchro V8.0.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura N° 77: Trazado de la Av. Leguía entre el tramo Gral. Vizquerra y Arias Y Aragüez.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura N° 78: Trazado Intersecciones en la Av. Leguía entre el tramo Gral. Vizquerra y Arias Aragüez. ....</i>	<i>103</i>
<i>Figura N° 79: Proceso de Asemejar las líneas insertadas a la realidad. ....</i>	<i>104</i>
<i>Figura N° 80: Esquema de la Avenida Leguía asemejada a la visualización en Campo.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura N° 81: Cinta de Opciones del Comando Lane Settings.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura N° 82: Imagen de las vías con su respectiva nomenclatura de la Av. Leguía con las Calles y Avenidas que la intersectan. ....</i>	<i>106</i>
<i>Figura N° 83 : Imagen de la cinta de Opciones con los datos insertados del Programa Synchro V8.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura N° 84: Esquema de la Av. Leguía con los Movimientos y giros respectivos de cada Acceso. ....</i>	<i>107</i>
<i>Figura N° 85: Cinta de Opciones con los datos insertados de la recopilación en Campo.....</i>	<i>107</i>

<i>Figura N° 86: Imagen de la zona de estudio con los datos que reflejan el volumen del flujo vehicular.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura N° 87: Resultados Calculados por el programa basados en el manual HCM 2010. ....</i>	<i>108</i>
<i>Figura N° 88: Imagen indicando el símbolo del comando Volume Settings.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura N° 89: Cinta de Opciones de la Opción Volumen Settings del Programa Synchro V8.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura N° 90: Imagen con los datos insertados de la recopilación en campo.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura N° 91: Imagen del cuadro de Configuración de Nudos de Las intersecciones.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura N° 92: Datos Insertados de la Intersección Gral. Vizquerra – Av. Leguía..</i>	<i>112</i>
<i>Figura N° 93: Datos Insertados de la Intersección Av. Patricio Meléndez – Av. Leguía. ....</i>	<i>112</i>
<i>Figura N° 94: Datos Insertados de la Intersección Av. Arias Y Aragüez – Av. Leguía. ....</i>	<i>113</i>
<i>Figura N° 95: Imagen indicando el Comando Timing Settings. ....</i>	<i>113</i>
<i>Figura N° 96: Cuadro del Comando Timing Settings.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura N° 97: Cuadro de Resultados del Comando Timing Settings. ....</i>	<i>116</i>
<i>Figura N° 98: Volúmenes en la intersección 1 Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez. ....</i>	<i>116</i>
<i>Figura N° 99: Volúmenes en la intersección 2 Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez. ....</i>	<i>117</i>
<i>Figura N° 100: Volúmenes en la intersección 3 Av. Leguía – Calle General Vizquerra. ....</i>	<i>117</i>
<i>Figura N° 101: Vista de Giro por Acceso en la Intersección N°1 Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura N° 102: Vista de Giro por Acceso en la Intersección N°2 Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez. ....</i>	<i>118</i>
<i>Figura N° 103: Vista de Giro por Acceso en la Intersección N°3 Av. Leguía – Calle Gral. Vizquerra. ....</i>	<i>119</i>
<i>Figura N° 104: Nivel de Servicio en la Intersección N°1 Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez.....</i>	<i>119</i>
<i>Figura N° 105: Nivel de Servicio en la Intersección N°2 Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura N° 106: Nivel de Servicio en la Intersección N°3 Av. Leguía – Calle Gral. Vizquerra.....</i>	<i>120</i>

<i>Figura N° 107: Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez.</i>	121
<i>Figura N° 108: Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.</i>	121
<i>Figura N° 109: Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Calle Gral. Vizquerra.</i>	122
<i>Figura N° 110: Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Calle Gral. Vizquerra.</i>	122
<i>Figura N° 111: Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.</i>	123
<i>Figura N° 112: Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez.</i>	123
<i>Figura N° 113: Cuadro de Opción para Optimizar Ciclos.</i>	124
<i>Figura N° 114: Cuadro con los Ciclos Optimizados con la Opción de Optimizar Ciclos en la Intersección N°1.</i>	125
<i>Figura N° 115: Nivel de Servicio Optimizado en la Intersección N°1.</i>	125
<i>Figura N° 116: Nivel de Servicio de los Accesos Optimizado Ciclos de Semaforización en la Intersección 1.</i>	126
<i>Figura N° 117: Cuadro de Ciclo Optimizado en la Intersección N°1 Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez.</i>	126
<i>Figura N° 118: Cuadro de Opción Timing Settings con el nivel de Servicio de la Intersección N°2.</i>	127
<i>Figura N° 119: Niveles de Servicio Optimizado en la Intersección N°2.</i>	127
<i>Figura N° 120: Nivel de Servicio de los Accesos Optimizado Ciclos de Semaforización en la Intersección 2.</i>	128
<i>Figura N° 121: Cuadro de Ciclo Optimizado en la Intersección N°2 Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.</i>	128
<i>Figura N° 122: Cuadro de Opción Timing Settings con el nivel de Servicio de la Intersección N°3.</i>	129
<i>Figura N° 123: Niveles de Servicio Optimizado en la Intersección N°3.</i>	129
<i>Figura N° 124: Nivel de Servicio de los Accesos Optimizado Ciclos de Semaforización en la Intersección 2.</i>	130
<i>Figura N° 125: Cuadro de Ciclo Optimizado en la Intersección N°2 Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.</i>	130
<i>Figura N° 126: Cuadro con los Ciclos Optimizando los tiempos de Semaforización y unificación de fases.</i>	131

<i>Figura N° 127: Resultados a optimizar tiempos de Semaforización y Unificando Fases.....</i>	<i>131</i>
<i>Figura N° 128: Cuadro de Opción Timing Settings con el nivel de Servicio de la Intersección N°2 Optimizando los Tiempos de Semaforización y Unificando Fases. ....</i>	<i>132</i>
<i>Figura N° 129: Resultados Obtenidos al haber Optimizado los tiempos de Semaforización y Unificando Fases.....</i>	<i>132</i>
<i>Figura N° 130: Nivel de Servicio de los Accesos Optimizado Tiempos de Semaforización y Unificando fases.....</i>	<i>133</i>
<i>Figura N° 131: Cuadro de Resultados Obtenidos Optimizando Tiempos de Semaforización y Unificando Fases en la Intersección N°3.....</i>	<i>133</i>
<i>Figura N° 132: Cuadro Lane Settings añadiendo los carriles en la Intersección N°1. ....</i>	<i>134</i>
<i>Figura N° 133: Nivel de Servicio de la Intersección N°01 y sus accesos con la cantidad de carriles Modificados.....</i>	<i>134</i>
<i>Figura N° 134: Resultados Obtenidos por el Programa en base al aumento de Carriles en la Intersección N°1.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura N° 135: Cuadro Lane Settings añadiendo los carriles en la Intersección N°2. ....</i>	<i>135</i>
<i>Figura N° 136: Nivel de Servicio de la Intersección N°02 y sus accesos con la cantidad de carriles Modificados.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura N° 137: Resultados Obtenidos por el Programa en base al aumento de Carriles en la Intersección N°2.....</i>	<i>136</i>
<i>Figura N° 138: Cuadro de Lane Settings añadiendo los carriles en la Intersección N°3. ....</i>	<i>137</i>
<i>Figura N° 139: Nivel de Servicio de la Intersección N°03 y sus accesos con la cantidad de carriles Modificados.....</i>	<i>137</i>
<i>Figura N° 140: Resultados Obtenidos por el Programa en base al aumento de Carriles en la Intersección N°3.....</i>	<i>138</i>
<i>Figura N° 141: Nivel de Servicio de la Intersección N°1 Optimizando Ciclos con la ayuda del Programa y añadiendo carriles en los Accesos 1 y 3.....</i>	<i>138</i>
<i>Figura N° 142: Resultados Obtenidos por el Programa en base al Synchro en base al aumento de carriles y Optimizando Ciclos en la Intersección N°1 específicamente en los accesos 1 y 3. ....</i>	<i>139</i>
<i>Figura N° 143: Nivel de Servicio de la Intersección N°2 Optimizando Ciclos con la ayuda del Programa y añadiendo carriles en los todos los Accesos. ....</i>	<i>139</i>

<i>Figura N° 144: Resultados Obtenidos por el Programa en base al Synchro en base al aumento de carriles en todos los Accesos y Optimizando Ciclos en la Intersección N°2. ....</i>	<i>140</i>
<i>Figura N° 145: Nivel de Servicio de la Intersección N°3 Optimizando Ciclos con la ayuda del Programa y añadiendo carriles en los todos los Accesos. ....</i>	<i>140</i>
<i>Figura N° 146: Resultados Obtenidos por el Programa en base al Synchro en base al aumento de carriles en todos los Accesos y Optimizando Ciclos en la Intersección N°3. ....</i>	<i>141</i>
<i>Figura N° 147: Imagen de Propuesta de Aumento de Carriles en el acceso 1 y 3 de la intersección N°1.....</i>	<i>141</i>
<i>Figura N° 148: Imagen de Propuesta de Aumento de Carriles en todos los accesos de la intersección N°2.....</i>	<i>142</i>
<i>Figura N° 149: Imagen de Propuesta de Aumento de Carriles en todos los accesos de la intersección N°3.....</i>	<i>142</i>

## RESUMEN

Esta investigación comprende los estudios de 3 intersecciones semaforizadas que se encuentran ubicados en la Avenida Leguía en el distrito de Tacna. La primera la intersección de la Avenida Leguía con la Avenida Arias y Aragüez, la segunda Avenida Leguía con Avenida Patricio Meléndez y la tercera Avenida Leguía con la Calle General. Vizquerra.

Estas avenidas presentan un gran congestionamiento vehicular, permitiendo el transporte de diversos vehículos ligeros como pesados, es por ello que se ve a la necesidad de poder realizar el estudio de tráfico de la condición actual de la vía. Por ello el presente trabajo está conformado por cinco capítulos los cuales se describen a continuación:

El primer capítulo detalla una breve descripción y formulación del problema, justificación e importancia de la investigación realizada, objetivos e hipótesis formulados. El segundo capítulo comprendido por el marco teórico, el cual se enfoca al antecedente de la investigación, conceptos teóricos y definiciones de términos sirviendo para el mejor entendimiento de la tesis. El tercer capítulo nos detalla el marco metodológico haciendo referencia al tipo y nivel de la investigación, población y/o muestra de estudio, las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, procesamiento y análisis de datos y las alternativas de solución, se aprecia la recopilación de los datos recolectados en el aforo vehicular, selección de la hora pico y los tiempos de semaforización para posteriormente ser simulados en el programa Synchro 8.0 y de esta manera hallar el nivel de servicio de las intersección en estudio.

El cuarto capítulo detalla los resultados obtenidos de la simulación de tráfico real mediante el programa Synchro 8.0. El quinto capítulo comprende la discusión de los resultados finales obtenidos, para seguidamente hacer la elección de las propuestas; y también presenta las conclusiones y recomendaciones que se deban tomar en cuenta para la optimización del flujo vehicular

Palabras clave: Optimización, Nivel, Aforo, Synchro, Tráfico, Flujo.

## ABSTRACT

This research includes studies of 3 traffic lights intersections that are located on Avenida Leguía in the district of Tacna. The first is the intersection of Leguía Avenue with Arias and Aragüez Avenue, the second Leguía Avenue with Patricio Meléndez Avenue and the third Leguía Avenue with General Street. Vizquerra.

These avenues have great traffic congestion, allowing the transport of various light and heavy vehicles, which is why it is necessary to carry out the traffic study of the current road condition. Therefore, this work is made up of five chapters which are described below:

The first chapter details a brief description and formulation of the problem, justification and importance of the research, objectives and hypotheses formulated. The second chapter covered by the theoretical framework, which focuses on the antecedent of research, theoretical concepts and definitions of terms serving the best understanding of the thesis. The third chapter details the methodological framework with reference to the type and level of the research, population and / or study sample, the techniques and instruments for data collection, data processing and analysis, and the solution alternatives. compilation of the data collected in the vehicle capacity, selection of the peak time and traffic light times to later be simulated in the Synchro 8.0 program and thus find the service level of the intersection under study.

The fourth chapter details the results obtained from the real traffic simulation through the Synchro 8.0 program. The fifth chapter includes the discussion of the final results obtained, to then make the choice of proposals; and also presents the conclusions and recommendations that must be taken into account for the optimization of vehicular flow.

Keywords: Optimization, Level, Capacity, Synchro, Traffic, Flow.

## INTRODUCCIÓN

En nuestro País, uno de los problemas más graves que está atravesando es sin lugar a duda la congestión vehicular; la cual trae consecuencias como accidentes de tránsito, la contaminación del medio ambiente, la pérdida de tiempo que se desperdicia en las colas o las interrupciones que generan en las intersecciones viales.

Es por ello que es indispensable la realización de estudios anuales para determinar y/o conocer el estado en el que se encuentran las vías para así de esta manera poder asegurar la viabilidad y el funcionamiento eficaz de las diferentes vías.

Sin embargo, previo al análisis de la zona de estudio, se es necesario obtener información detallada y relevante respecto a la geometría, zonificación, maniobras y/o movimientos permitidos, el volumen vehicular y la importancia de los accesos, con la única finalidad de darle alternativas de solución a la problemática presentada para la mejora del flujo vehicular a las Avenida Leguía que abarca las intersecciones de la Calle General Vizquerra – Avenida Arias y Aragüez , a partir de un análisis detallado ,aplicando un software Synchro V8. especializado para dicha finalidad y basado especialmente en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010).

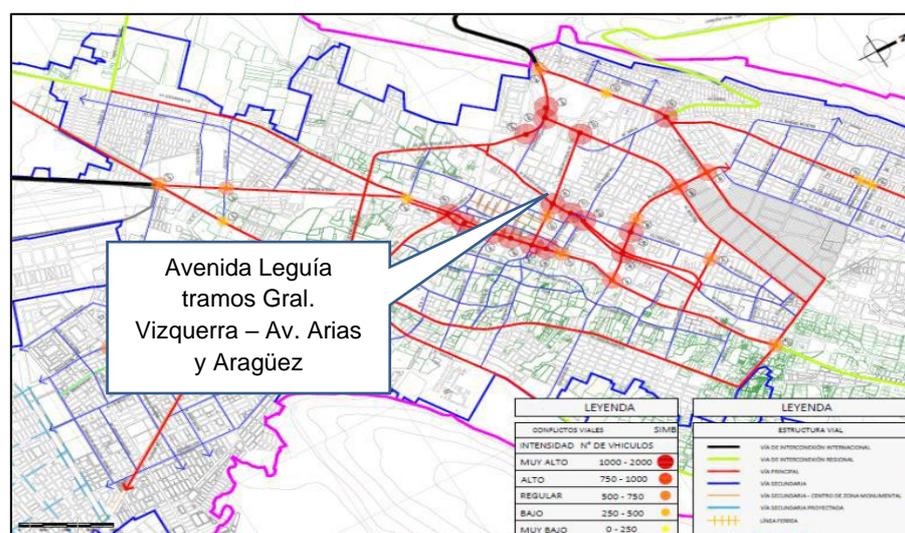
## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El distrito de Tacna presenta una configuración peculiar de las vías principales y secundarias que lo conforman, algunas presentan un ancho demasiado estrecho para la cantidad y tipo de vehículos que circulan por la misma.

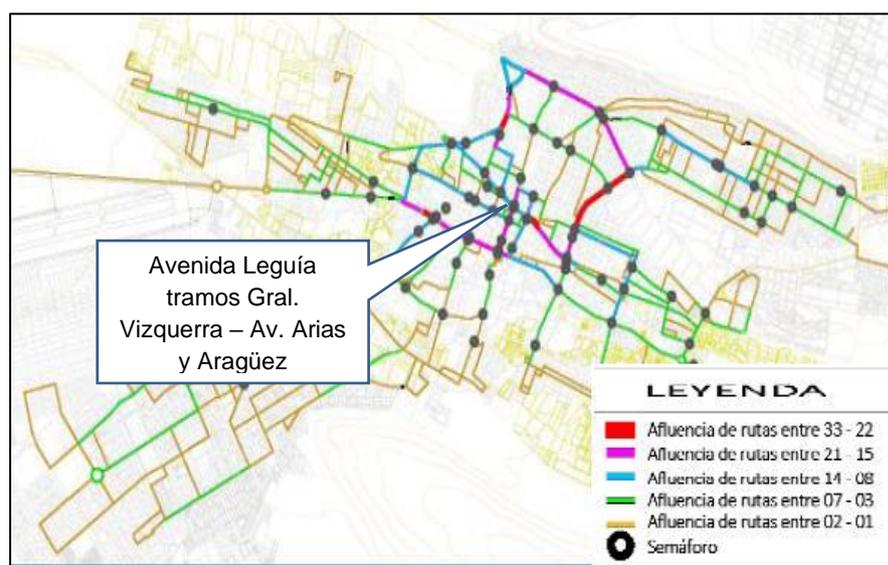
En los últimos años Tacna ha sufrido de un alza de tráfico en ciertas zonas en donde el transporte público y privado no tiene un debido control de flujo vehicular continuo, El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018), menciona que el tránsito de vehículos ligeros en Tacna creció un 3.6% y el tránsito de vehículos pesados creció un 29.0%. Tomando en cuenta estas estadísticas, es evidente la problemática que existe en el tránsito vehicular lo cual genera colas de vehículos, ocasionando pérdidas de tiempo en la movilización de los vehículos, provocando estrés en los conductores y transeúntes. Cabe indicar que según el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia de Tacna 2015- 2025 de la Municipalidad Provincial de Tacna (MPT), se clasificó a la Calle General Vizquerra – Av. Leguía como intersección vial crítica según tipo de transporte. (MPT, Plan Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tacna 2015 – 2025, 2014, pág. 76).



**Figura N° 1:** Intersecciones viales críticas de la ciudad de Tacna.

**Fuente:** Plan de Desarrollo Urbano 2015-20125 (pag.76).

Según el PDU 2015-2025 , menciona que en la ciudad de Tacna el transporte público está organizado en 33 rutas de transporte, en la que operan 949 vehículos (combis y minibuses), a esto se suma las unidades que realizan el servicio de taxi generando una gran congestión de las vías principales de la ciudad; sobre todo en las horas pico. Dichas rutas cuentan con itinerario y datos del diseño de la ruta, número de vehículos, así como otros datos operacionales (velocidad, frecuencia, etc.). Por otro lado, en la pág. 198 considera a la Av. Augusto B. Leguía como una vía arterial. (MPT, Plan Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tacna 2015 – 2025, 2014, pág. 78).



**Figura N° 2:** Mayor influencia de rutas de transporte urbano

**Fuente:** Plan de Desarrollo Urbano 2015-2025 (pag.78).

Dicho Plan de desarrollo Urbano de Tacna 2015-2025, indica que la intersección de la Av. Leguía tramo comprendido entre calle General Varela-calle General B. Vizquerra. es considerada como una intersección vial crítica (Primer orden) con intensidad de vehículos muy elevado, cabe resaltar que el plan identifican una serie de problemas, como: seguridad de los servicios de transporte, informalidad de los operadores, rutas duplicadas, antigüedad de los vehículos, falta de paraderos y terminales autorizados, etc. (MPT, Plan Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tacna 2015 – 2025, 2014, pág. 78).

La Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, realizó el estudio “Evaluación rápida del nivel de Ruido Ambiental en las Ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel Portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y Tacna”, donde se mencionan los puntos de muestreo que fueron realizados en los meses de abril a diciembre del 2010, realizando la evaluación rápida de ruidos generados por el tráfico vehicular (motos, motocarros, autos, buses, camiones, etc.), construcciones y zonas especiales. Los resultados muestran que los niveles de ruido obtenidos durante el monitoreo en 24 puntos en la provincia de Tacna se encuentran entre 63.3 dB y 79.4 dB., que de acuerdo al horario de la medición deberían ser menor a 60 dB. (OEFA, 2011, pág. 18)

PUNTOS DE MEDICIÓN TACNA (6 AL 9 DE DICIEMBRE DE 2010)						
PUNTO	LUGAR	DISTRITO	Leq (dBA)	ECA (D.S. N° 085-2003-PCM)		
				60	70	80
1	Av. Patricio Meléndez y Av. 2 de Mayo	Tacna	76.1	-16.1	-6.1	3.9
2	Av. 2 de Mayo y Ca. Inclán	Tacna	78.3	-18.3	-8.3	1.7
3	Av. Coronel Mendoza y Av. Gustavo Pinto	Tacna	74.8	-14.8	-4.8	5.2
4	Av. Gustavo Pinto y Av. Leguía	Tacna	72.9	-12.9	-2.9	7.1
5	Av. Gustavo Pinto y Ca. Lima	Tacna	77.1	-17.1	-7.1	2.9
6	Av. Bolognesi y Av. Pinto	Tacna	70.4	-10.4	-0.4	9.6
7	Av. Bolognesi y Av. Patricio Meléndez	Tacna	75.7	-15.7	-5.7	4.3
8	Av. 2 de Mayo e Hipólito Unanue	Tacna	76.7	-16.7	-6.7	3.3
9	Plaza Locomotora y Av. Grau	Tacna	72.3	-12.3	-2.3	7.7
10	Av. Grau y Av. Cusco	Tacna	79.4	-19.4	-9.4	0.6
11	Av. Municipal y Ca. Andrés Bello - Hospital Albanacino	Tacna	70.8	-10.8	-0.8	9.2
12	Av. San Martín y Av. Patricio Meléndez	Tacna	67.2	-7.2	2.8	12.8
13	Av. San Martín y Av. Patricio Meléndez	Tacna	72.4	-12.4	-2.4	7.6
14	Av. Jorge Basadre y Av. Pinto	Tacna	68.7	-8.7	1.3	11.3
15	Av. Jorge Basadre (entrada Tarata)	Tacna	63.3	-3.3	6.7	16.7
16	Av. Hipólito Unanue y Av. Industriales	Tacna	72.0	-12	-2	8
17	Av. Coronel Mendoza y Av. Gustavo Pinto	Tacna	76.1	-16.1	-6.1	3.9
18	Av. Coronel Mendoza y Av. Basadre y Forere	Tacna	75.5	-15.5	-5.5	4.5
19	Av. Celestino Vargas y Av. Basadre y Forere	Tacna	76.2	-16.2	-6.2	3.8
20	Av. Augusto B. Leguía y Av. General Varela	Tacna	72.7	-12.7	-2.7	7.3
21	Av. Gustavo Pinto y Ca. Lima	Tacna	75.5	-15.5	-5.5	4.5
22	Av. Miraflores y Ca. Arica	Tacna	74.9	-14.9	-4.9	5.1
23	Av. La Cultura y San Cristóbal	Tacna	72.0	-12	-2	8
24	Balneario Los Palos - Óvalo Tarapacá	Tacna	72.7	-12.7	-2.7	7.3

**Figura N° 3:** Resultado según los puntos de Medición en Tacna – Tacna.

**Fuente:** Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA.

El crecimiento del parque automotor en el área urbana genera contaminación atmosférica por gases tóxicos. Por lo tanto, se considera a las zonas de mayor congestión con Vulnerabilidad Alta, de acuerdo al

estudio de inventario de emisiones elaborado por la Municipalidad Provincial de Tacna el año 2009, se tiene como fuente de contaminación atmosférica presente, las fuentes móviles – Parque Automotor y las fuentes fijas. Se tiene que las emisiones por parte de las fuentes fijas y móviles alcanzan un valor total de 1 841,77 Ton/año de emisiones estimado, siendo las fuentes móviles las que emiten el 89% (1633,33 Ton/año), y las fuentes fijas 11% (208,44 Ton/año). De las fuentes móviles, se estimó que los automóviles generan la mayor emisión con 746,01 Ton/año (46%), seguido de los Station Wagon con 518,15 Ton/año (32%) y la camioneta rural con 248,21 Ton/año (15%), las demás categorías se encuentran en menor proporción respectivamente.

En la Avenida Leguía tramos Gral. Vizquerra – Av. Arias y Aragüez no se ha efectuado algún tipo de análisis que evalúe el estado actual o futuro, es decir no contempla el análisis de algunos puntos críticos como son la entrada y salida al centro de la ciudad, y el ingreso a una de las zonas comerciales más importantes del distrito de Tacna como lo es la zona de mercadillos y centros comerciales. Estos puntos críticos están directamente relacionados para llegar a lograr una optimización en el flujo vehicular.

Las diferentes intersecciones presentan movimientos y giros a la izquierda – derecha, la cual entran en conflicto con el paso de los peatones; a esto se agrega la falta de señalización de paraderos, ya que se evidencia el recojo de pasajeros en las proximidades de las intersecciones, generando colas, tiempo de espera, reducción de velocidad, afectando así el flujo vehicular.

Actualmente no existe un estudio que demuestre los cambios que traería la modificación de distribución o cantidad de viajes en la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Av. Arias y Aragüez, siendo el tiempo de semaforización una de las causas del congestionamiento vehicular. En la presente Tesis se propone métodos para mejorar y optimizar el sistema de control para las vías con congestionamiento elevado para así permitir el paso del mayor flujo vehicular y respetando las normativas del sistema de tránsito de nuestro país; con estos cambios genera mejoras evitando así niveles de congestión indeseables.

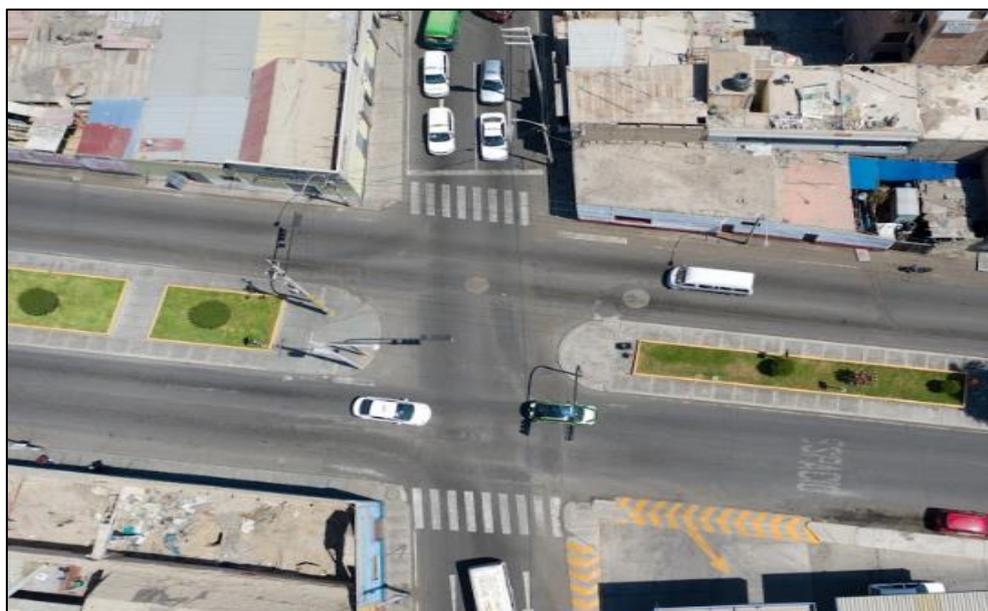
### Zona de Estudio: Avenida Leguía



**Figura N° 4:** Vista Panorámica de la Vía en Estudio

**Fuente:** Google Maps

### Intersección I: Avenida Leguía – Avenida Arias Aragüez.



**Figura N° 5:** Vista de la intersección I.

**Fuente:** Elaboración propia

### **Intersección II: Avenida Leguía – Avenida Patricio Meléndez**



**Figura N° 6:** Vista de la intersección II.

**Fuente:** Elaboración propia

### **Intersección III: Avenida Leguía – Calle General Vizquerra**



**Figura N° 7:** Vista de la intersección III.

**Fuente:** Elaboración propia

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Para la formulación del problema nos hacemos las preguntas:

### **1.2.1. Problema general :**

- ¿De qué manera la determinación del nivel de servicio influye en las propuestas de mejora vial de la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez del distrito de Tacna?

### **1.2.2. Problemas específicos:**

- ¿Cuál es el nivel de servicio de la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez en la actualidad?
- ¿Cómo elaborar propuestas de mejora vial en la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez?
- ¿Cómo determinar la más viable propuesta de mejora vial para la Av. Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

El Perú es uno de los países con el índice de flujo vehicular demasiado alto, esto debido no solo a la creciente demanda del parque automotor, sino a que las leyes no establecen un tiempo determinado de circulación de vehículos de transporte público y privado.

En el distrito de Tacna son escasos los análisis de flujo vehicular realizados a sectores urbanos importantes en donde se generan atascos de tráfico, incluso accidentes de tránsito.

Conceptualmente el problema corresponde a una situación puesta por el tráfico vehicular al cual se planteará un modelo de optimización en tiempo real, esto teniendo en cuenta una serie de variables que comprenden (ciclo, duración de fases y reparto del ciclo) las cuales deben de satisfacer ciertas restricciones.

En primera instancia un análisis previo permitirá comprobar que, si se trata de determinar la complejidad del problema en tiempo real, aumentará también la complejidad de la solución. En donde los transeúntes y vehículos tanto público como privado se verán envuelto en un escenario particular de tráfico con un programa establecido, la cual dependerá del día y hora de la semana.

Al proponer alternativas de mejora vial también se lograría aliviar el malestar en la población que es generado por el tráfico vehicular, especialmente en los usuarios de transporte público y privado del distrito de Tacna.

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **1.4.1. Objetivo general**

- Determinar el nivel de servicio para realizar propuestas de mejora vial en la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el nivel de servicio en la actualidad que posee la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.
- Proponer alternativas de solución para mejorar el nivel de servicio en la Av. Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.
- Determinar la más viable propuesta de mejora vial para la Av. Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.

#### **1.5. HIPÓTESIS**

##### **1.5.1. Hipótesis general**

- Con la determinación del nivel de servicio se logra realizar propuestas de mejora vial en la Av. Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.

##### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- Realizando un aforo vehicular lograremos determinar cuál es el nivel de servicio en la actualidad que posee la Av. Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.
- Al reprogramar el sentido de los giros en los accesos se propondrá soluciones o alternativas a los problemas de tráfico vehicular.
- Con los análisis realizados en la presente investigación se plantearán soluciones para lograr un mejoramiento vial y reducir el nivel de Servicio en el tramo de estudio.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Para la realización de la investigación sobre la determinación y propuestas de mejora vial fue necesario consultar diferentes fuentes o trabajos relacionados al tema de estudio.

##### **2.1.1. A nivel mundial**

La tesis “Evaluación del Congestionamiento Vehicular en Intersecciones Viales”, desarrollada por Nubia Paola Rodríguez Rucobo, José Osiris Vidaña Bencomo, Alberto Rodríguez Esparza, en el año 2015 en Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. La tesis mencionado muestra que la problemática del congestionamiento vial es una realidad progresiva en varias ciudades alrededor del mundo, ciudades como Los Ángeles, San Francisco, Nueva York en Estados Unidos, así como Bruselas, Milán y París en Europa, son casos expuestos como los de mayor problema en congestionamiento vial, con un volumen de tránsito saturado, con vehículos en grandes cantidades, que perjudican la correcta circulación en sus vialidades y generan dificultades en sus sistemas de transporte. Factores como el desarrollo económico y social a nivel mundial, han conllevado al incremento del flujo vehicular, siendo el congestionamiento de avenidas, una de sus mayores consecuencias. Si se le diera un análisis a los factores que lo provocan, a la capacidad vial, a las capacidades de los conductores, y a la disposición de la vialidad, se podría determinar un diagnóstico, para la búsqueda de soluciones que aminoren la problemática. Proponer soluciones para incrementar y mejorar el nivel de servicio de avenidas, es la meta principal en donde se presenta el congestionamiento vehicular, y para ello, las soluciones deben ser la respuesta al análisis de todos los factores que intervienen, con el desarrollo de un proyecto geométrico, que ofrezca soluciones similares de casos similares con características comunes a la avenida a intervenir. En síntesis, la congestión de avenidas va más allá de infraestructura y geometría, trascienden a un nivel mayor, al analizar que se trata también del conductor en un

entorno determinado, y de los usuarios diversos. (Rodríguez Rucobo, Vidaña Bencomo, & Rodríguez Esparza, 2015, págs. 41-42)

La tesis “Uso de la Simulación para mejorar la Movilidad Vehicular en los Cruceros de Calzada de Tlalpan y Renato Leduc con la Lateral de Periférico”, desarrollada por Cortés Patiño, Joel Mauricio, en el año 2016 en la Universidad Nacional Autónoma de México, la cual sostiene que la planeación regional es indispensable si se quiere solucionar los grandes problemas de congestión que aqueja las ciudades, ya que esta puede lograr satisfacer las necesidades de transporte de los habitantes con adecuados niveles de servicio. En ese sentido, se puede concluir que la simulación resulta ser una poderosa herramienta de análisis, que debe sin duda ser aprovechada, puesto que permite probar tantas soluciones como se desee, en un entorno controlado y a un muy bajo costo. Por su parte, Synchro resulta ser un buen paquete de computación para analizar las intersecciones y la operación de semáforos, ya que utiliza las metodologías del manual de Capacidad de Carreteras (HCM) y que en México es aceptado y se utiliza frecuentemente. (Cortés Patiño, 2016, pág. 100)

### **2.1.2. A nivel nacional**

La tesis “Solución Vial de la Av. Primavera comprendida entre las Avenidas la Encalada y José Nicolás Rodrigo, Lima-Lima-Surco”, desarrollada por Nuñez Castillo, Christian Gonzalo; Villanueva Troncoso, en el año 2014 en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, donde analiza las diferentes condiciones de tráfico presente y futuro en la Av. Primavera, que está conformado por las Avenidas La Encalada y José Nicolás Rodrigo. Se ha tomado como origen los flujos vehiculares ingresados en la intersección de la avenida La Encalada y Primavera, enfocándose en el análisis en las intersecciones de estudio. Tomándose datos para determinar la capacidad actual de la infraestructura vial, como los dispositivos viales, la geometría de la zona, control de tráfico, los flujos vehiculares que ingresan la Av. Primavera por las avenidas Central/Aldebarán y José Nicolás Rodrigo. Dicha tesis toma como principio las bases de la metodología Highway Capacity Manual (HCM). Es por ello que la demanda vehicular se

determinar a partir de los datos obtenidos, seguidamente mediante el programa Synchro se analizara situación actual y cuatro propuestas para solucionar los dilemas de las saturación, nivel de servicio y demoras , proyectándose un flujo vehicular a 5 años, basándose en el desarrollo vehicular del Distrito de la zona de estudio. La propuesta también contempló, un flujo vehicular constante, coordinando semáforos entre intersecciones aledañas y eliminando el semáforo de cruce peatonal. Finalmente, si bien se lograron mejoras, no fueron las suficientes para los niveles de servicio que exigía. (Nuñez Castillo & Troncoso, 2014, pág. 2)

La tesis “Análisis vial en las intersecciones de la av. Luzuriaga y San Martin con la av. Raymondi - Huaraz aplicando el software Synchro 8.0, para mejorar el flujo Vehicular”, desarrollada por Rondoño Chavez, Daniel Wilmer , en el año 2018 en la Universidad Nacional Santiago Antunez De Mayolo , con la presente investigación se pretende reducir los tiempos de espera, la generación de colas, mejorar el nivel de servicio y disminuir las constantes interrupciones a causa de la programación de los semáforos, en resumen, se pretende mejorar el flujo vehicular en las intersecciones de la av. Luzuriaga y San Martin con la av. Raymondi - Huaraz. Esto debido a que no se ha desarrollado profundamente en nuestra ciudad de Huaraz, un estudio sobre aspectos relacionados al análisis vial de intersecciones, que permitan realizar un adecuado diseño de las fases del ciclo semafórico, el reparto de los tiempos, el análisis de los movimientos permitidos y la coordinación semafórica. Y porque esta investigación servirá de antecedente y guía para próximas investigaciones relacionados al análisis vial. Este proyecto contribuirá en la mejora del sistema de transporte, y beneficiará directamente a todos los usuarios ya sea peatones o vehículos, que transiten por las intersecciones de la av. Luzuriaga y San Martin con la av. Raymondi, e indirectamente a toda la población de la ciudad de Huaraz. (Rondoño Chavez, 2018, pág. 6)

### 2.1.3. A nivel local

La tesis “Optimización del flujo vehicular en la Intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna”, desarrollada por Urbina Cantuta, Carla Maricela y Torres Flores, Alexa Johana, en el año 2018 en la Universidad Privada de Tacna – Perú , en la cual se da a conocer que la intersección de la Av. Bolognesi con Av. Gustavo Pinto presentó un nivel de servicio F, el cual no es el adecuado, ya que reveló demoras altísimas en el paso de los vehículos por la intersección, generando retrasos de viaje, extensos tiempos de espera y colas, para ello propusieron tres alternativas de solución para mejorar el comportamiento de tráfico vehicular, la primera mejora es paso a desnivel en la avenida Bolognesi acceso Suroeste y Noroeste que va por debajo de la alameda y aumento de carriles y aumento de carriles, la segunda mejora se trata del cambio de distribución de 4 fases a 2 fases de los semáforos ya que es cuestión de programación técnica de los semáforos, esto lleva a que el ciclo de semaforización disminuya a la mitad del tiempo, de 80 segundos a 40 segundos, produciendo así menos colas en cada acceso. La tercera propuesta es el cambio de distribución de 4 fases a 2 fases de los semáforos y la modificación de la sección vial con el aumento de carriles en la avenida Gustavo Pinto tanto en el acceso Suroeste y Noroeste, también en la avenida Bolognesi en el acceso Suroeste eliminar el estacionamiento para ampliar la longitud del tercer carril. (Urbina Cantuta & Torres Flores, 2018, págs. 4-5)

La tesis “Evaluación del Nivel de Servicio en flujos vehiculares de las Intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann, Utilizando Synchro V.8 – Tacna, 2018”, desarrollada por Martin Paucara Rojas , en el año 2018 en la Universidad Privada de Tacna – Perú , tiene como objetivo evaluar el nivel de servicio de flujos vehiculares en las intersecciones de la avenida principal en estudio conformado por la Av. Gregorio Albarracín y la Av. A.B. Leguía, que se dan en horas de máxima demanda de flujo vehicular, provocando congestión vehicular y que no cuentan con suficiente señalización vertical ni horizontal. La ciudad de Tacna va en aumento, así como las distintas clases de

vehículos de transporte público (en especial los vehículos livianos), por tanto es importante evaluar el nivel de servicio en flujos vehiculares, a fin de tomar medidas de solución. Actualmente, la necesidad de las personas por movilizarse de un lugar a otro se ve afectado, ya que cada vez mayor el tiempo que se requiere para llegar a un determinado destino, el cual ocasiona molestia e intranquilidad. El problema en flujos vehiculares que se genera en horas pico en la avenida principal por las intersecciones Av. Gregorio Albarracín y Av. A.B. Leguía, produciendo congestión vehicular alta por la proximidad a lugares que acogen gran volumen de vehículos procedentes de lugares como Terminal Terrestre Nacional e Internacional, Migraciones, restaurantes y salida al vecino país de Chile, provocándose un flujo vehicular lento. (Paucara Rojas, 2018, págs. 15-17)

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Capacidad vial**

Se denomina capacidad a la máxima cantidad de volumen que puede soportar una vía. De peculiar forma, la Capacidad de una vía es el número máximo de vehículos que pueden transitar por un tramo o sección de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo determinado, bajo los parámetros prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 53)

### **2.2.2. Condiciones prevalecientes:**

Según el (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 53) está conformado por tres tipos generales:

#### **A. Condiciones de la infraestructura vial**

Son las particularidades físicas de la calle o vía (si es de flujo continuo o discontinuo, con o sin revisión de sus de accesos, si es dividida en uno o más carriles, etc.); el desarrollo de su entorno; las características geométricas (ancho de carriles y acotamientos, obstrucciones laterales, velocidad de proyecto, restricciones para el rebase y características de los alineamientos); y, el tipo de terreno

donde se aloja la obra. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 53)

### **B. Condiciones del tránsito**

Las condiciones de Tránsito se define básicamente a la variación del tráfico en un intervalo de tiempo y espacio, así como su clasificación en tipos de vehículos tanto livianos como pesados, según el sistema de clasificación de vehículos tomado en cuenta. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 53)

### **C. Condiciones de control**

Las condiciones de control hacen hincapié a las herramientas o dispositivos que sirven para el control de tráfico tales como (semáforos y los diferentes tipos de señales horizontales y verticales. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 53)

#### **2.2.3. Nivel de servicio**

Es una medida cualitativa que se basa en la demora promedio por vehículo para diferentes movimientos, es decir la calidad que la vía ofrece a los usuarios, en lo que respecta a las condiciones operacionales. (Board, Highway Capacity Manual, 2010, pág. 78).

A cada nivel de servicio corresponde un volumen de servicio, donde el máximo número de vehículos será por unidad de tiempo (casi siempre por hora), que sucederá siempre y cuando se mantenga dicho nivel. El (Board, Highway Capacity Manual, 2010) - Highway Capacity Manual (HCM) distribuye los nivel de servicio en seis, que son descritos usando letras desde la A hasta la F, donde el nivel A lo conforma las mejores condiciones operativas y el nivel F las deficientes o peores. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 355)

Las condiciones para sistemas de flujo ininterrumpido según la clasificación del sistema vial urbano (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 55) son las siguientes:

- Nivel de Servicio A: Describe en primer lugar operaciones en régimen libre. Aquellos elementos con velocidad de 112km/h se produce en general una velocidad media de recorrido prevaleciente cerca a los 96 km/h. Los vehículos que circulan sin prácticamente restricciones algunas en su capacidad de maniobra dentro de la corriente circulatoria. Esto permite una gran comodidad física y psicológica a los conductores, Representa circulación a flujo libre. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 55)



**Figura N° 8 :** Nivel de Servicio A

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005

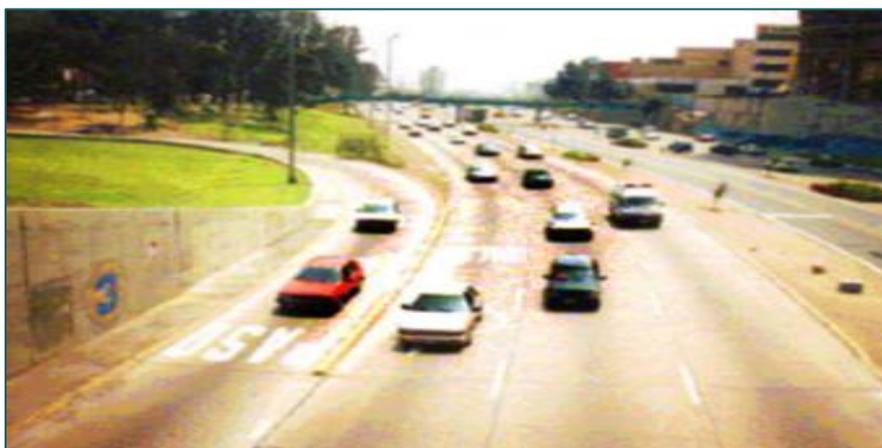
- Nivel de Servicio B.- Representa condiciones razonables dentro del régimen libre y en elementos de autopista con velocidad de proyecto de 112 km/h se alcanzan velocidades sostenida de 90 km/h .La capacidad de maniobra dentro de las corriente circulatoria se ve solo ligeramente restringida, y el nivel de comodidad general física y psicológica proporcionando o a los conductores es todavía alto. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 55)



**Figura N° 9 :** Nivel de Servicio B

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005

- Nivel de Servicio C.- Proporciona operaciones en régimen estable, pero los flujos se aproximan al dominio en el cual pequeños incrementos en la intensidad ocasionan graves deterioros en el servicio. la velocidad media de recorrido todavía es superior a los 87 km/h . la libertad de maniobra en la circulación de vehículos es notablemente restringida en este nivel de servicio, y se requiere mayor cuidado por parte del conductor. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 55)

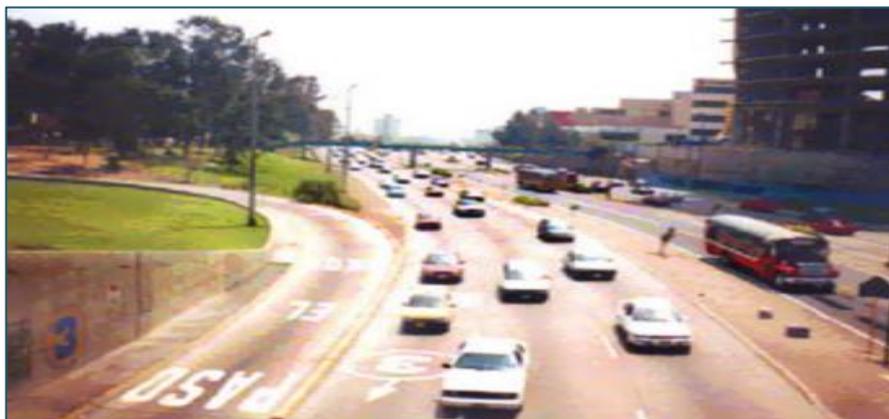


**Figura N° 10 :** Nivel de Servicio C

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005

- Nivel de Servicio D.- Representa una flujo inestable, en este nivel, pequeños incrementos de intensidad provocaran sustanciales deterioros en el servicio. En tramos de autopista con velocidad de proyecto de 112 km/h todavía se puede mantener velocidades medias de recorrida de 74 km/h. La libertad de maniobra dentro de la

corriente circulatoria está seriamente limitada, el conductor experimenta niveles de comodidad física y psicológica enormemente reducidos. Debido a que en tránsito tiene poco espacio. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 55)



**Figura N° 11 :** Nivel de Servicio D

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005

- Nivel de Servicio E.- Describe operaciones en régimen de capacidad. La circulación en este nivel es extremadamente inestable, porque no existen virtualmente intervalos utilizables dentro del flujo vehicular. La capacidad de maniobra dentro de la circulación es extremadamente limitada y el nivel de comodidad física y psicológica que pueden alcanzar el conductor es muy baja. Cuya velocidad media de recorrido es de 48 km/h. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 55)



**Figura N° 12 :** Nivel de Servicio E

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005

- Nivel de Servicio F.- Este nivel describe un flujo forzado o en colapso. Esta situación generalmente se produce dentro de las colas que se forman detrás de los puntos de rotura del flujo debido a incidentes de tráfico, puntos de congestionamiento, efectos de predicción (Hora punta). El régimen de transitabilidad es de colapso o un cuello de botella existente en alguna sección corriente abajo, donde se forman las colas. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 55)



*Figura N° 13 : Nivel de Servicio F*

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005*

#### **2.2.3.1. Elementos críticos que condicionan el nivel de servicio**

Existen factores externos los cuales afectan el nivel de servicio y pueden ser cuantificados a una hora en específico. A diferencia de los factores internos que por ser variables deben ser cuantificados durante el periodo de mayor flujo vehicular, claro ejemplo el factor de hora de mayor demanda. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 56)

El flujo de vehículos en la hora de máxima demanda no está uniformemente distribuido en ese lapso. Para ello se toma en cuenta, la proporción del flujo para un período máximo dentro de la hora de máxima demanda. Particularmente se

emplea un tiempo de 15 minutos, donde el factor de la hora de máxima demanda es: (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 56)

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Qmáx_{15})}$$

Dónde:

VHMD = Volumen horario de máxima demanda.

Qmáx.<sub>15</sub> = Flujo máximo durante 15 minutos.

Se determina el nivel de servicio al que funciona cierta vía, o bien la tasa de flujo que está incluido en cierto nivel de servicio. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 56)

Para una mejor interpretación el Manual de Diseño Geométrica de Vías urbanas 2005 elaborado por el Ministerio de Telecomunicaciones y Exteriores. Considera a los siguientes criterios:

- La capacidad y el flujo, dentro de condiciones prevalecientes, se manifiesta en vehículos mixtos por hora para cada tramo de la vía . (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 57)
- Se enfoca a un determinado sector de la vía, donde puede cambiar las condiciones de operación, en distinto puntos, debido a cambios en el flujo de los automóviles. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 57)
- El principio tomado para una identificación práctica de los distintos niveles de servicio, donde se deben tomar en cuenta las medidas de eficiencia señaladas en la Tabla N°1. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 57)

**Tabla N° 1: Medidas de Eficiencia para la Definición de los Niveles de Servicio**

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	MEDIDAS DE EFICIENCIA
Vías Expresas. Segmentos básicos de autopista. Entrecruzamientos. Rampas de enlace.	Densidad (veh.lig./km/carril) Velocidad media de recorrido (km/h) Tasas de flujo (veh.lig./h).
Carreteras. Multicarriles. De dos carriles.	Densidad(veh.lig./km/carril) Demora porcentual(%) y velocidad mediade recorrido.
Intersecciones con semáforo.	Demora media individual por paradas(seg/veh.)
Intersecciones sin semáforo.	Capacidad remanente (veh.lig./h).
Vías Arteriales.	Velocidad media de recorrido (km/h).
Transporte colectivo.	Factor de carga (per./asiento).
Peatones.	Espacio (m2/peatón).

**Fuente:** TRB, *Highway Capacity Manual, Special Report 209*, Washington, D.C. 1985

### 2.2.3.2. Nivel de servicio en intersecciones semaforizadas

Un flujo discontinuo, su nivel de servicio se establece en relación con la demora promedio por parada por vehículo. OSORES - 28, (Osore Torres, 2015, pág. 28)

**Tabla N° 2: Niveles de Servicio con Semáforos**

NIVEL DE SERVICIO	CARACTERÍSTICAS DE LA OPERACIÓN	DEMORA (S)
A	Baja demora, sincronía extremadamente favorable y ciclos cortos. Los vehículos no se detienen.	$\leq 10$
B	Ocurre con una buena sincronía y ciclos cortos. Los vehículos empiezan a detenerse.	$> 10 - 20$
C	Ocurre con una sincronía regular o ciclos largos, lo ciclos individuales: empiezan a fallar.	$> 20 - 35$
D	Empieza a notarse la influencia de congestionamientos ocasionados por un ciclo largo y/o una sincronía desfavorable o relaciones v/c altas, muchos vehículos se detienen.	$> 35 - 55$
E	Es el límite aceptable de la demora, indica una sincronía muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores, las fallas en los ciclos frecuentes.	$> 55 - 80$
F	El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de los conductores, ocurren cuando los valores de flujo exceden a la capacidad de la intersección o cuando las relaciones v/c son menores a 1 pero con una sincronía muy eficiente y/o ciclos semaforicos largos.	$> 80$

*Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010)*

#### 2.2.4. Flujo vehicular.

##### 2.2.4.1. Estudio de tráfico

###### A. Flujo de tránsito

El Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) del 2010 publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones define las infraestructuras en dos categorías:

###### - **Circulación continua**

Se refiere al tipo de circulación en el que no hay elementos de regulaciones fijas ajenas al flujo de tráfico, tales como semáforos, que obliguen a los vehículos a

detenerse. Las condiciones de tráfico serian el resultado de las interacciones entre los vehículos con las características físicas de la vía. (Board, Highway Capacity Manual, 2010, págs. 74-76)

- **Circulación discontinua**

Cuando se presenta elementos fijos donde producen interrupciones constantes en la vía, otros tipos de regulación son algunos como; los semáforos y otro tipo de señales regulativa. (Board, Highway Capacity Manual, 2010, págs. 74-76)

**2.2.4.2. Aforo**

Se define como el aforo de vehículos, que se usa como resultado de los volúmenes para tiempos determinado donde se realiza y cuyo objetivo específico es cuantificar el número de vehículos que transitan por un punto dado. Se utilizarán formatos o fichas de observación. (Montoya, 2005, págs. 23-24)

Las modalidades comúnmente usadas para aforos de tránsito son: (Montoya, 2005, págs. 23-24)

▪ **Aforos Manuales:**

Donde se registran a vehículos haciendo trazos en un papel o con contadores manuales. Es posible conseguir mediante este tipo de aforo los datos que no pueden ser obtenidos por otros procedimientos, tales son las clases de vehículos por tipo, número de giros u ocupantes de los mismos. El conteo puede fraccionarse en 30 minutos o también 15 cuando el tránsito está concentrado. (Montoya, 2005, págs. 23-24).

▪ **Aforos automáticos:**

Son los mecanismos automáticos donde reconocen el paso de vehículos, seguidamente con el aforo correspondiente. Los dispositivos utilizados son los

neumáticos, los cuales están ubicados en las calzadas, otro tipo de sistema aunque en menor medida son los detectores de lazo o bucle. (Paucara, 2018, pág. 28)

- **Aforos móviles:**

En ciertas circunstancias se realiza el aforo en tramos especificados, para realizar desde otro vehículo el conteo, En algunas ocasiones se recurren a la realización de aforos en tramos determinados; para que el conteo sea realizado desde otro automóvil. (Paucara, 2018, pág. 29)

- **Aforos fotográficos:**

Es la realización mediante cámaras aéreas. Este sistema tiene un costo elevado, pero brinda información sobre velocidades, densidades y también datos de intensidades de tráfico. (Paucara, 2018, pág. 29)

### **2.2.5. Volumen de tránsito :**

Según Manual de diseño geométrico de vías Urbanas - VCHISA, publicado el 2005 y difundido por el Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG) donde menciona:

#### **A. Generalidades**

Los siguientes conceptos, nos ayudará a entender el concepto de manera más técnica: (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 31)

- **Transportar:** “movilizar un objeto o cosa de un lugar a otro”.
- **Transporte:** “Vehículo utilizado para el traslado de una persona, animal u cosa”.
- **Transitar:** “Pasar de una lado u otro por vía pública “.
- **Tránsito:** “Circulación de automóviles y personas por una vía pública”.
- **Tráfico:** “Conurrencias o movimiento de personas y/o automóviles por avenidas, calles, caminos, etc.

## B. Definiciones :

### i. Volumen de tránsito

Es el número de vehículos que llegan a pasar por una sección transversal o un punto dado, de una vía o calzada, dentro de un determinado periodo. Se expresa como: (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, págs. 168-170)

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

Dónde:

Q = Automóviles que circulan por una unidad de tiempo (vehículos/periodo).

N = Número total de automóviles que pasan (vehículos).

T = Período determinado (unidades de tiempo).

### ii. Volúmenes de tránsito absoluto o totales

Dado por el número total de vehículos, que circulan dentro de un lapso tiempo específico. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo determinado, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales: (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, págs. 168-170)

- **Tránsito anual (TA)**

Dado por el número de vehículos totales que transitan durante un año. Para este caso, T = 1 año.

- **Tránsito mensual (TM)**

Dado por el número de vehículos totales que transitan durante un mes. Para este caso, T = 1 mes.

- **Tránsito semanal (TS)**

Dado por el número de vehículos totales que transitan durante una semana. Para este caso, T = 1 semana.

- **Tránsito diario (TD)**

Dado por el número de vehículos totales que transitan durante un día. Para este caso, T = 1 día.

- **Tránsito horario (TH)**

Dado por el número de vehículos total que transitan durante una hora. Para este caso,  $T = 1$  hora.

- **Tasa de flujo o flujo ( $q$ )**

Dado por el número de vehículos total que transitan durante un período inferior a una hora. Para este caso,  $T < 1$  hora.

### iii. Volúmenes de tránsito promedio diarios

Es el volumen de tránsito promedio diario (TPD), es decir el número total de vehículos que transitan dentro de un transcurso dado (en días completos) ya sea menor o igual a un año y mayor que un día, fraccionado entre el número de días del período. Presenta volúmenes de tránsito promedio diarios, dados en automóviles por día: (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 171)

- **Tránsito promedio diario anual (TPDA).** Índice Medio Diario Anual - IMDA.

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

- **Tránsito promedio diario mensual (TPDM)**

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

- **Tránsito promedio diario semanal (TPDS)**

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

### iv. VOLÚMENES DE TRÁNSITO HORARIOS

Se definen los siguientes conceptos:

- **Volumen horario máximo anual (VHMA)**

Determinado por el máximo volumen horario que transitan en un punto dado o sección de un vía durante un tiempo especificado. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 172)

- **Volumen horario de máxima demanda (VHMD)**

Determinado por el máximo número de vehículos que transitan por un punto dado o sección de una vía durante 60 minutos seguidos. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 172)

- **Volumen horario-décimo, vigésimo, trigésimo - anual (10VH, 20 VH, 30VH)**

Determinado por el volumen horario que transitan en un punto dado o sección de un vía durante 1 año especificado, excedido por 9,10 y 29 volúmenes horarios, correspondientes. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 172)

- **Volumen horario de proyecto (VHP)**

Determinado por el volumen de transito que ayudara a determinar la peculiaridad geométrica de la vía. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 172).

### **C. Uso de los volúmenes de transito**

Estos volúmenes de transito se expresan de la siguiente manera: (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 38)

#### **1. Los volúmenes de tránsito anual (TA)**

- En las Áreas Geográficas se van a determinar los patrones de viaje.
- Evaluar los gastos esperados de los usuarios de las carreteras.
- Determinar los índices de accidentes.
- Mencionar las tendencias y variaciones de los volúmenes de tránsito, principalmente de las carreteras.

#### **2. Los volúmenes de tránsito promedio diario (TPD)**

- Calcular la demanda presente en las vías.
- Estimar los flujos de tránsito presentes en relación al sistema vial.

- Determinar el sistema arterial de calles.
- Situar áreas donde se requiera construir nuevas vías o renovar las existentes.
- Planificar mejoras.

### **3. Los volúmenes de tránsito horario (TH)**

- Puntualizar la dimensión y distancia de los periodos de máxima demanda.
- Estimar las deficiencias de capacidad.
- Implantar controles en el tránsito.
- Rediseñar y proyectar geoméricamente calles e intersecciones.

### **4. Las tasas de flujo (q)**

- Examinar los flujos máximos.
- Examinar las variaciones del flujo que se encuentran dentro de las horas de máxima demanda.
- Examinar las limitaciones de capacidad en el flujo de tránsito.
- Examinar las características de los volúmenes máximos.

## **2.2.6. Clasificación del sistema vial urbano**

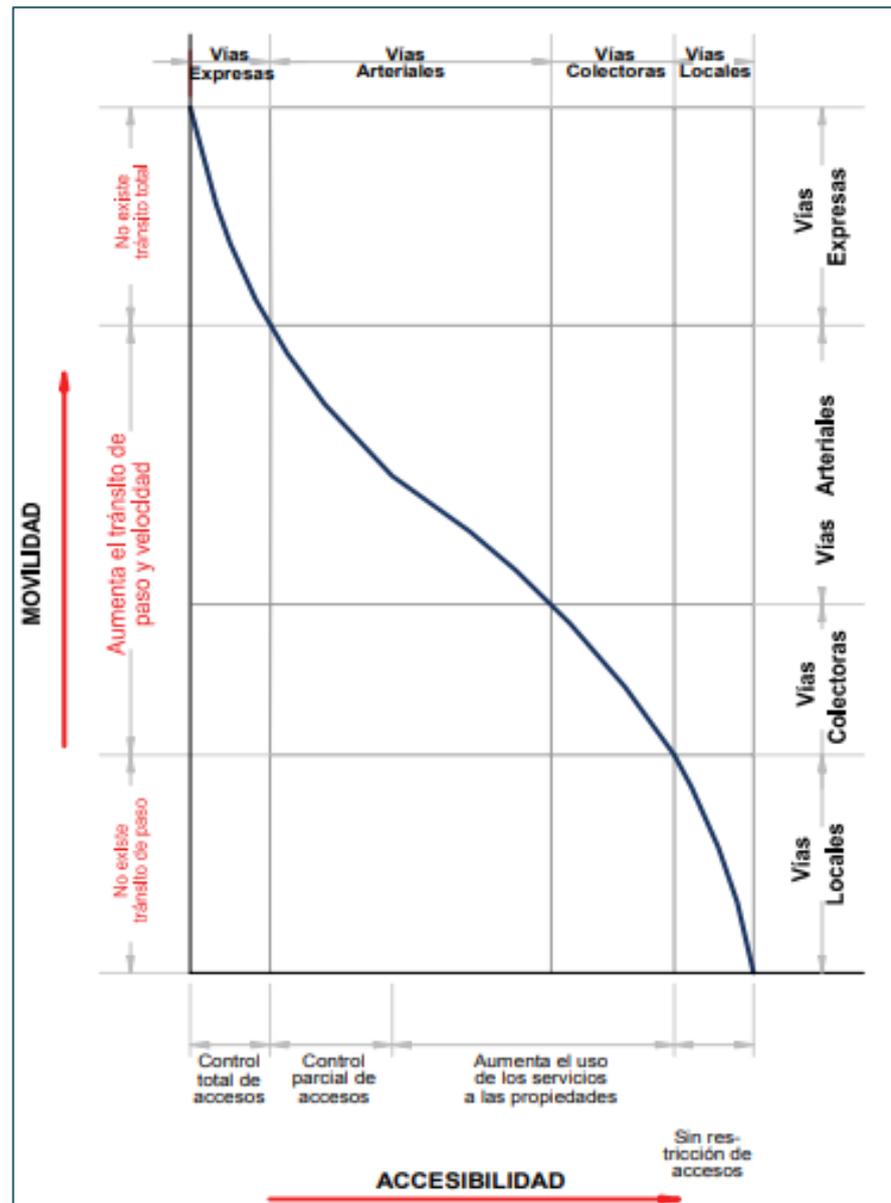
### **A. Criterios de clasificación de las vías urbanas:**

El Manual de diseño geométrico de vías Urbanas - VCHISA, publicado el 2005 clasifica el sistema vial urbano de la siguiente manera:

La vía urbana es aquel espacio donde transitan peatones y circulan, los diferentes tipos de transportes ligeros o pesados en una ciudad. Conformando un medio de comunicación para el desarrollo de la sociedad. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 11)

La Figura N°14 presenta de forma gráfica los grados de movilidad y acceso de un sistema vial. En un extremo, las vías principales son de accesos controlados destinados a proveer alta movilidad y poco o nulo acceso a la propiedad lateral, mientras que, en el otro extremo, las vías locales son de accesos no controlados que proveen fácil acceso a la propiedad lateral, pero raramente las

utiliza el tránsito de paso. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 11)



**Figura N° 14:** Movilidad y Accesibilidad de un Sistema Vial Urbano

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI

## **B. Clasificación de las vías urbanas:**

### **I. En el ámbito nacional:**

Según el manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2018) aprobado por R.D. N° 028 - 2014 - MTC/14. Por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, clasifica la Red Vial

Nacional según su función, de acuerdo a la demanda o según sus condiciones orográficas, es así que:

**a) Según su función,** la Red Vial Nacional se clasifica en tres grandes Rubros:

- Red Vial Primaria o Red Vial Nacional, que está conformada por carreteras que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.
- Red Vial Secundaria o Red Vial Departamental, que está constituida por la red vial circunscrita principalmente en la zona de un departamento, división política de la nación o en zonas de influencia económica, estas constituyen redes troncales departamentales.
- Red Vial Terciaria o Red Vecinal, que está compuesta por caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones. (MTC, Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2018, 2018, págs. 12-13)

**b) De acuerdo a la Demanda,** tenemos:

- **Vía expresa o Autopista de Primera Clase:**

Carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6.000 veh/día, de vías separadas, por 1 o varios carriles, con control total de accesos (ingresos y salidas) donde proporcionen flujo continuo. (MTC, Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2018, 2018, págs. 12-13)

- **Vía arterial o Autopista de Segunda Clase**

Carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de vías separadas, por 1 o más carriles; con control total de accesos (ingresos y salidas). (MTC, Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2018, 2018, págs. 12-13)

- **Vía colectora o Carretera de Primera Clase**

Carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, con una vía de dos carriles. (MTC, Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2018, 2018, págs. 12-13)

- **Vía local o Carretera de Segunda Clase**

Carreteras con IMDA entre 2.000 y 400 veh/día, con vías de dos carriles. (MTC, Manual de Carreteras de Diseño Geometrico DG-2018, 2018, págs. 12-13)

- **Carretera de Tercera Clase**

Carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con vías de dos carriles. (MTC, Manual de Carreteras de Diseño Geometrico DG-2018, 2018, págs. 12-13)

- **Trochas Carrozales :**

Categoría que no alcanzan las peculiaridades geométricas de una vía, constituido por IMDA menor a 200 veh/día. (MTC, Manual de Carreteras de Diseño Geometrico DG-2018, 2018, págs. 12-13)

**c) Según sus condiciones Orográficas,** se subdividen en cuatro:

- **Tipo 1:** Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que los vehículos ligeros. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es menor o igual a 10%. (Montoya, 2005, pág. 5)
- **Tipo 2 :** Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampa por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%. (Montoya, 2005, pág. 6)
- **Tipo 3:** Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancias considerables o a intervalos frecuentes. La inclinación

transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%. (Montoya, 2005, pág. 6)

- **Tipo 4:** Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 100%. (Montoya, 2005, pág. 5)

## II. Clasificación vehicular

Según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas 2005 (VCH) aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, clasifica en:

**Tabla N° 3 : Clasificación Vehicular**

	VEHICULOS IMPULSADOS POR TRACCIÓN ANIMAL	AQUELLOS CUYA PROPULSION PROVIENE DE BESTIAS DE TIRO.
VEHICULOS POR TRACCION DE SANGRE	BICICLETAS O SIMILARES	Aquellos cuya propulsión proviene del ser humano tales como bicicletas, triciclos, patines, carros de mano y carretillas.
MENORES	VEHICULOS MENORES AUTOMOTORES	Vehículo provisto de dos, tres o cuatro ruedas, provistos de asiento y/o montura para el uso de conductor y pasajeros según sea el caso, tales como: bicimotos, motonetas, motocicletas, triciclos motorizados, cuatrimotos y similares
MAYORES	FURGONETA	Vehículo automotor para el transporte de carga liviana, con 3 o 4 ruedas, con motor de no más de 500 centímetros cúbicos de cilindrada.

<b>VEHÍCULOS AUTOMOTORES</b>	<b>AUTOMOVIL</b>	Vehículo automotor para el transporte de personas, normalmente hasta de 6 asientos y excepcionalmente hasta 9 asientos.
	<b>STATION WAGON</b>	Vehículo automotor derivado del automóvil que al rebatir los asientos posteriores permite ser utilizado para el transporte de carga.
	<b>CAMIONETA PICK UP</b>	Vehículo automotor de cabina simple o doble, con caja posterior, destinada para el transporte de carga liviana y con un peso bruto vehicular que no excede los 4,000 Kg.
	<b>CAMIONETA PANEL</b>	Vehículo automotor con carrocería cerrada para el transporte de carga liviana, con un peso bruto vehicular que no excede los 4,000 Kg.
	<b>CAMIONETA RURAL</b>	Vehículo automotor para el transporte de personas de hasta 16 asientos y cuyo peso bruto vehicular que no excede los 4,000 Kg.
<b>VEHÍCULOS AUTOMOTORES  MAYORES</b>	<b>CAMIONETA RURAL</b>	Vehículo automotor para el transporte de personas de hasta 16 asientos y cuyo peso bruto vehicular que no excede los 4,000 Kg.
	<b>OMNIBUS</b>	Vehículo automotor para el transporte de personas de más de 16 asientos, y cuyo peso bruto vehicular exceda los 4,000 Kg.
	<b>CAMION</b>	Vehículo autopulsado motorizado destinado al transporte de bienes con un peso bruto vehicular igual o mayor a 4,000 Kg. Puede incluir una carrocería portante.
	<b>REMOLCADOR O TRACTO CAMIÓN</b>	Vehículo motorizado diseñado para remolcar semirremolques y soportar la carga que le transmiten estos a través de la quinta rueda.

	<p><b>REMOLQUE</b></p> <p>Vehículo sin motor diseñado para ser halado por un camión u otro vehículo motorizado, de tal forma que ninguna parte de su peso descansa sobre el vehículo remolcador.</p>
	<p><b>SEMIRREMOLQUE</b></p> <p>Vehículo sin motor y sin eje delantero, que se apoya en el remolcador transmitiéndole parte de su peso, mediante un sistema mecánico denominado tornamesa o quinta rueda.</p>
<p><b>VEHICULOS ESPECIALES</b></p>	<p>Aquellos que pueden afectar sensiblemente al tráfico a causa de sus grandes dimensiones, de su lentitud de movimiento, o de ambas cosas a la vez. Se incluyen los tractores agrícolas con o sin remolque, los vehículos gigantes de transporte y la maquinaria de construcción, entre otros.</p>

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005*

### 2.2.7. Semaforización

Los semáforos actuales nos otorgan el tiempo de distintas maneras, desde lo más fácil de tiempos prefijados y dos fases hasta la más compleja de tipo multifase. (Board, Highway Capacity Manual, 2010, pág. 312)

#### I. Clasificación de semáforos

La clasificación se basa en los mecanismos de su operación y forma de control, según el Manual de Dispositivos de Control de Transito publicado por del Ministerio de Transportes y Comunicaciones Peruano el año 2016 , se clasifican en: (MTC, Manual de Dispositivos de Control de Transito, 2016, págs. 384-386)

##### a. **Semáforos para vehículos**

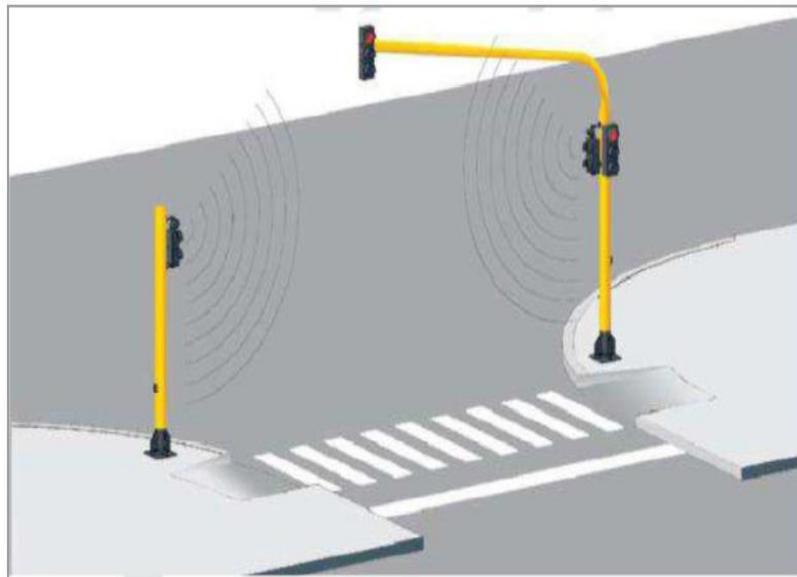
- **Semáforos fijos o pre sincronizados:** Los que cuentan con una programación de intervalos y secuencia de fases preestablecidos no accionados por el tránsito vehicular.
- **Semáforos sincronizados por el tránsito:** Los que cuentan con funcionamiento esta sincronizado en todos los accesos a

una intersección, en relación a la demanda del flujo vehicular y disponen de medios (detectores de vehículos y/o peatones) para ser accionados por éste.

- **Semáforos adaptados al tránsito:** Son llamados como los semáforos inteligentes, donde su funcionamiento está ajustado de una manera continua y automática en todos los accesos a una intersección. (MTC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2016, págs. 384-386)

#### b. Semáforos para peatones

Su finalidad es controlar los pasos peatonales, es decir que el peatón tenga tiempo idóneo para pasar una vía a través de un cruce peatonal. Con el objetivo que donde se instalen semáforos peatonales, deber tener la demarcación en el pavimento. (MTC, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, 2016, págs. 384-386)



**Figura N° 15 :** Semáforo peatonal donde se indica la localización de las Ondas Sonoras.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control - MTC, 2016

#### c. Semáforos especiales

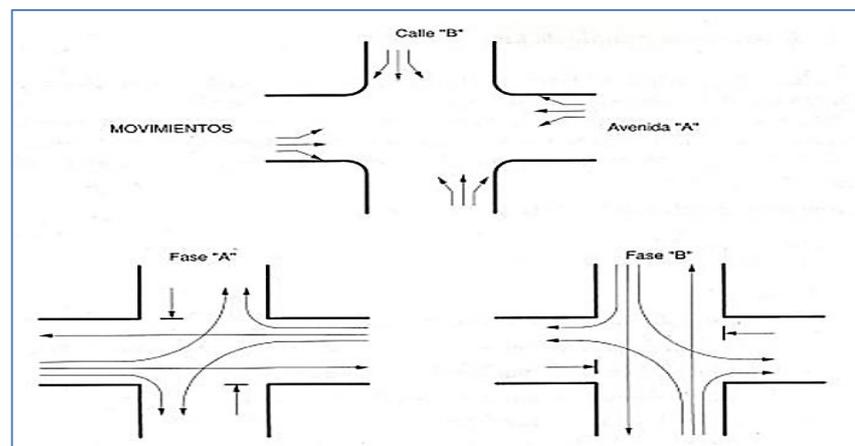
Su instalación tiene por finalidad normar y controlar las siguientes situaciones singulares o especiales.

- Donde se necesite indicar obstrucciones en las cuales existen en la superficie de rodamiento.
- Para el complemento anticipado que van a las señales preventivas.
- Cuando exista un cruce peatonal a mitad de vía.
- Donde se necesita cruzar una vía con precaución.
- Para complementar las señales de "PARE" (luz roja intermitente) o "CEDA PASO" (luz amarilla intermitente) es decir las señales reglamentarias.

## II. Cálculo de los tiempos del semáforo

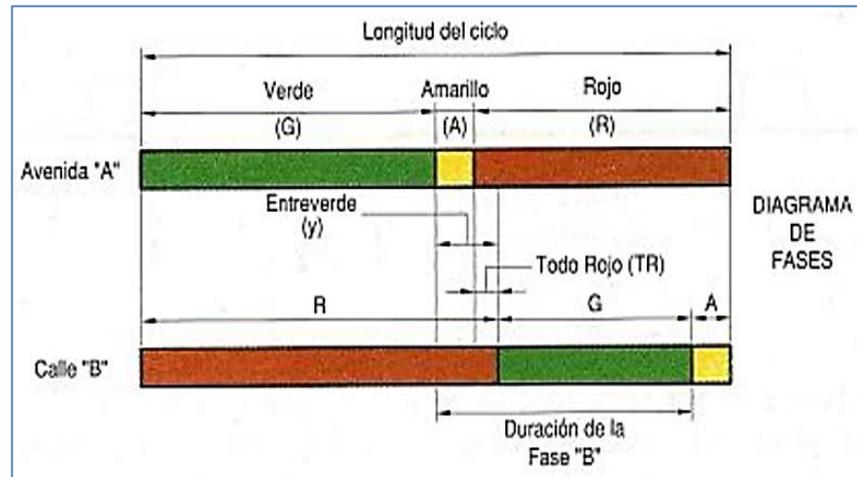
Para que nos dé un mínimo de demoras, cada fase debe incluir el mayor número posible de movimientos simultáneos. De esta manera se logrará admitir un mayor volumen de automóviles en la intersección. Es por ello que la distribución de los tiempos en cada fase debe estar en relación directa con los volúmenes de tránsito de los movimientos correspondientes. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 446)

A continuación, se da un ejemplo de una intersección conformada por cuatro accesos operada con un semáforo de dos fases. Se aprecia en forma gráfica los conceptos de intervalos, fase y longitud de ciclo. Donde una fase está dada por un intervalo amarillo, uno todo rojo y uno verde. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 446)



**Figura N° 16** : Fases y diagrama de fases de una intersección con semáforos.

**Fuente:** Cal y Mayor & Cárdenas, 2007



**Figura N° 17** : Longitud de Ciclo.

**Fuente:** Cal y Mayor & Cárdenas, 2007

Para los cálculos de los tiempos del semáforo y su reparto en las diferentes fases se debe tener en cuenta los siguientes elementos:

#### a. Intervalo de cambio de fase o Tiempo de entre verde

La función del intervalo de cambio de fase, es la de alertar a los usuarios de un cambio en la asignación del derecho al uso de la intersección. Para determinar el intervalo de cambio de fase, donde se considere el tiempo de percepción-reacción del conductor, requerimiento de la desaceleración y el tiempo necesario de despeje de la intersección, de acuerdo a la figura 15. Se utiliza lo siguiente: (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 448)

Intervalo de cambio de fase = Amarillo + Todo rojo

$$y = A + T_R = \left( t + \frac{v}{2a} \right) + \left( \frac{W+L}{v} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Dónde:

y = intervalo de cambio de fase, amarillo más todo rojo (s).

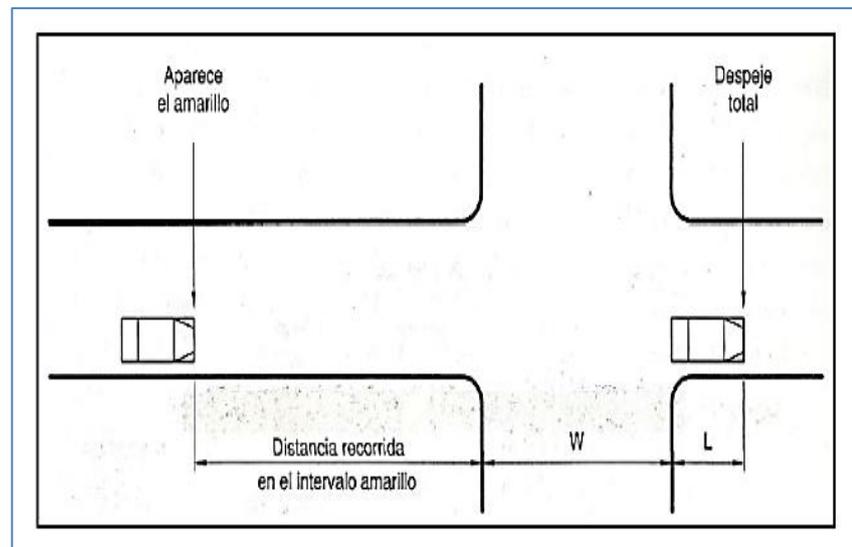
t = tiempo de percepción-reacción del conductor (usualmente 1.00 s).

v = velocidad de aproximación de los vehículos (m/s).

a = tasa de desaceleración (valor usual 3.05 m/s<sup>2</sup>).

W = ancho de la intersección (m).

$L$  = longitud del vehículo (valor típico 6.10 m).



**Figura N° 18** : Intervalo de cambio de Fase.

**Fuente:** Cal y Mayor & Cárdenas, 2007

## b. Longitud del ciclo

F. V Webster con base en observaciones de campo y simulación de un amplio rango de condiciones de tránsito, demostró que la demora mínima de todos los vehículos en una intersección con semáforo, se puede obtener para una longitud de ciclo óptimo de: (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 448)

$$C_o = \frac{1.5L+5}{1-\sum_{i=1}^{\phi} Y_i} \dots \dots \dots (2)$$

$$Y_i = \frac{q_{ADE}}{S} \dots \dots \dots (3)$$

Dónde:

$C_o$  = Tiempo óptimo de ciclo (s).

$L$  = Tiempo total perdido por ciclo (s).

$Y_i$  = Máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase  $i$  (tasa de ocupación).

$\Phi$  = número de fases.

$q_{ADE}$  = Flujos directos equivalentes por movimiento o carril o acceso.

$S$  = Flujo de saturación por grupo de carril o carril o acceso.

### c. Vehículos equivalentes

La presencia de vehículos pesados (camiones y buses) en una intersección y los movimientos hacia la izquierda y hacia la derecha, hacen necesario la presencia de factores de equivalencia. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 450)

El factor de ajuste por efecto de vehículos pesados, se calcula con la siguiente expresión:

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \dots \dots \dots (4)$$

Dónde:

$f_{HV}$  = Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados.

$P_T$  = Porcentaje de camiones en la corriente vehicular.

$P_R$  = Porcentaje de vehículos recreativos en la corriente vehicular.

$E_T$  = Factor de automóviles equivalentes a un camión.

$E_R$  = Factor de automóviles equivalentes a un vehículo recreativo.

Los vehículos pesados o comerciales (camiones y autobuses), por su mayor longitud y menor poder de aceleración que los automóviles, necesitan más tiempo para despejar la intersección. Los automóviles equivalentes comúnmente utilizados tanto para camiones,  $E_T$ , como para autobuses,  $E_R$ , varían de 1.4 a 1.6, tomándose un valor medio de 1.5. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 451)

Por otra parte, se requiere tener factores por movimientos de vuelta, puesto que en estas maniobras los vehículos generalmente consumen mayor tiempo que los vehículos que

siguen de frente. Estos factores,  $E_V$ , que se utilizan para convertir automóviles que dan vuelta, a automóviles equivalentes que no la dan, varían de 1.4 a 1.6 para vueltas hacia la izquierda y de 1.0 a 1.4 para vueltas hacia la derecha. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 451)

Los factores  $E_T$  y  $E_R$  se obtiene del cuadro siguiente:

**Tabla N° 4:** Factores de ajuste por presencia de vehículos pesados.

PASSENGER-CAR EQUIVALENTS TRUCK AND BUSES AND RVs IN GENERAL TERRAIN SEGMENTS			
TYPE OF TARRAIN			
FACTOR	LEVEL	ROLLING	MOUNTAINOUS
Truck and Buses. $E_T$	1.5	2.5	4.5
RVs, $E_R$	1.2	2.0	4.0

**Fuente:** Transportation Research Board , 2010

Igualmente, los volúmenes horarios de máxima demanda, VHMD, deben ser convertidos a tasa de flujo,  $q$ , a través del factor de la hora de máxima demanda, FHMD, para el cual, en casos de proyecto y diseño de planes de tiempos del semáforo, se sugiere un valor de 0.95. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 451)

De esta manera, los volúmenes horarios mixtos, VHMD, se convierten a flujos automóviles directos, que no dan vuelta, equivalentes por hora,  $q_{ADE}$ , mediante la siguiente expresión. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 451)

$$q_{ADE} = \frac{VHMD}{FHMD} \left(\frac{1}{f_{VP}}\right)(E_V) \dots\dots\dots(5)$$

#### d. Flujo de saturación (s) y tiempo total perdido (L)

El semáforo cambia a verde, las circulación de los vehículos que cruzan la línea de ALTO se aumenta

automáticamente a un nivel llamada flujo de saturación (s), donde está permanece constante, hasta que la fila de automóviles desaparezca o hasta que termine el verde. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 452)

Por otra parte, el tiempo total perdido por ciclo, es la suma de los tiempos perdidos por fase (amarillo y todo rojo), que está representada mediante:

$$L = \sum_{i=1}^{\phi} (A_i + TR_i) \dots \dots \dots (5)$$

#### e. Asignaciones de tiempos verdes

##### ▪ Tiempo verde efectivo

Para (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 454), el tiempo verde efectivo total  $g_T$ , disponible por ciclo para todos los accesos de la intersección, está dado por:

$$g_T = C - L = C - \left[ \sum_{i=1}^{\phi} (A_i + TR_i) \right] \dots \dots \dots (6)$$

Dónde:

$g_T$  = tiempo verde efectivo total por ciclo disponible para todos los accesos.

$C$  = longitud actual del ciclo (redondeando  $C_0$  a los 5 segundos más cercanos).

##### ▪ Asignaciones de tiempo verde por cada fase

Para (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 454) obtener una demora total mínima en la intersección, el tiempo verde efectivo total  $g_T$  debe distribuirse entre las diferentes fases en proporción a sus valores de  $Y_i$ , así:

$$g_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^{\phi} Y_i} (g_T) = \frac{Y_i}{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{\phi}} (g_T) \dots \dots \dots (7)$$

Recuérdese que  $Y_i$  es el valor máximo de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación, para el acceso o movimiento o carril crítico de cada fase  $i$ .

▪ **Tiempo de luz roja por fase**

Una vez conocido la longitud de ciclo, tiempo de luz ámbar, todo rojo y verde efectivo; el tiempo de la luz roja se determina como sigue:

$$R = C - A_i - TR - V_i \dots \dots \dots (8)$$

**2.2.8. Estructura del sistema vial urbano**

Según el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tacna 2015-2025, publicado en año 2014, nos indica que el Sistema Vial Urbano de la ciudad de Tacna está estructurado de acuerdo con su función en una red vial Primaria y Secundaria utilizando la clasificación vial normativa establecida. (MPT, Plan de Desarrollo Urbano de Tacna de la Provincia de Tacna 2015-2025, 2014, pág. 197)

**Tabla N° 5:** Clasificación y Codificación de Vías

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>CÓDIGO</b>
<b>Red Vial Primaria</b>	Vías internacionales	VIN
	Vías interregionales	VIR
	Vías interprovinciales	VIP
	Vías arteriales	VAR
<b>Red Vial Secundaria</b>	Vías colectoras	VC
	Vías locales	VL

**Fuente:** Equipo Técnico PAT- PDU 2014 – 2023.

**a. Red Vial Primaria**

La red vial primaria está conformada por vías de Articulación Internacional Interregional, Interprovincial y Arteriales. Su función es permitir la interconexión de la ciudad hacia el sistema nacional de

carreteras, y permitir la interconexión de los diferentes sectores de la ciudad entre sí, buscando así la fijación del modelo de desarrollo urbano propuesto. (MPT, Plan de Desarrollo Urbano de Tacna de la Provincia de Tacna 2015-2025, 2014, pág. 198)

#### **b. Red Vial Secundaria**

La red vial Secundaria se conforma por las denominadas vías urbanas conocidas también como colectoras y locales. La principal función de estas vías es de llevar el tránsito de vías locales a las arteriales, en la mayoría de casos abastecer a las vías principales, de no ser así deberán hacerlo por intermedio de vías arteriales

Otra función principal de las vías locales es de suministrar acceso a los predios, debiendo llevar únicamente su tránsito propio y proporcionar de la misma forma la salida de la vía. (MPT, Plan de Desarrollo Urbano de Tacna de la Provincia de Tacna 2015-2025, 2014, pág. 198)

#### **2.2.8.1. Sistemas de transporte**

Para (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 543), bajo un punto de vista general, el transporte presenta una taxonomía muy diversificada: carga y pesaje, transporte público y transporte privado, transporte individual y transporte colectivo, entre otros.

##### **a. Transporte público urbano**

Según (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 453), los transportes públicos urbanos administran desplazar a las personas de un lugar a otro en las vías de la ciudad. La gran mayoría de las áreas urbanas de tamaño medio o grande poseen algún tipo de transporte público urbano. En diversos países del mundo este servicio es proporcionado por las municipalidades, aunque también pueden generar licencias o concesionar a empresas o particulares.

Asimismo, el servicio de Transporte público es una cualidad importante de cualquier ciudad, puesto que tiene manejo de la contaminación ambiental ya que su presencia

hace que sean menos automóviles particulares para el traslado de personas.

Se encuentran en este sistema los microbuses, buses, combis y los taxis.

#### **b. Transporte privado**

Según Pinto, Ch. (2016), son aquellos servicios que no están abiertos para el público general. Así mismo no tienen rutas, horarios y velocidades definidas.

El transporte privado se diferencia del transporte público en tres aspectos: Primero, no está sujeto a rutas; Segundo, no depende de horarios; Tercero, la velocidad es selección del viajero.

Se encuentran en este sistema las bicicletas, motos, y automóviles en general.

#### **c. Transporte de carga**

Según (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 567), se cotiza y programa según acuerdos comerciales sean ellos formales o no. Dado que el movimiento de carga obedece a deseos y necesidades de periodicidad diversa, aun en aquellos casos de traslados repetitivos.

El transporte de carga responde a dos esquemas de trabajo: envío o reparto (traslado/distribución) y de acuerdo con ello se diseña su operación. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 567).

#### **2.2.8.2. Clasificación de los vehículos**

Según (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007, pág. 541), los vehículos se clasifican en vehículos ligeros, vehículos pesados y vehículos especiales.

- Los vehículos ligeros son vehículos exclusivamente para el uso de pasajeros y /o carga, que poseen 2 ejes y cuatro

ruedas. Se encuentran en esta clasificación los automóviles, camionetas, y las unidades ligeras de pasajeros y carga.

- Los vehículos pesados son las unidades consignadas al transporte masivo de pasajeros o carga, de dos o más ejes y que posean de 6 a más ruedas. En esta clasificación están consideradas los autobuses y los camiones.
- Los vehículos especiales en esta clasificación se encuentran los que cruzan eventualmente tales como remolques maquinaria pesada, maquinaria para uso agrícola y demás vehículos que no están incluidos dentro de las clasificaciones mencionadas así como vehículos deportivos y vehículos de tracción animal.

### **2.2.8.3. Número de carriles**

#### **a. Ancho de calzadas**

Esta característica está relacionada con la clasificación funcional de la vía; también con la capacidad operacional necesaria para atender a la demanda vehicular; y, con el sentido de la circulación. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 101)

#### **b. Ancho de Carriles**

El ancho de los carriles de las vías depende de la clasificación que esta posea y de su velocidad de diseño, no siempre es dada que los diseños se realicen según las situaciones ideales. Dependiendo del ancho de los carriles de la velocidad de diseño y de la clasificación de la vía se podrán asumir valores indicados en la Tabla N°10. (MTC, Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, pág. 101)

**Tabla N° 6 : Ancho de Carriles**

CLASIFICACION DE VIAS	VELOCIDAD (KM/Hr)	ANCHO	ANCHO MINIMO DE CARRIL EN PISTA NORMAL (M)
LOCAL	30 a 40	3.00	2.75
COLECTORA	40 a 50	3.25	3.00
	50 a 60	3.30	3.00
ARTERIAL	60 a 70	3.50	3.25
	70 a 80	3.50	3.50
EXPRESAS	80 a 90	3.60	3.50
	90 a 100	3.60	3.50

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas.*

### **2.2.9. Programa Synchro Traffic V8.0.**

Según el Manual básico del Programa Synchro Studio 8 (2011), Synchro, programa empleado para la modelación, optimización, administración y representación del tráfico de la zona en estudio, la cual está en base a los métodos del Manual de Capacidad de Carreteras 2010, proporcionando la solución fácil de usar para el análisis de capacidad de intersección y optimización de tiempo, para de esta manera evitar la necesidad de hacer múltiples análisis.

A continuación, se presenta algunos conceptos a tener en cuenta en cada una de las plantillas que tiene el software:

#### **Plantilla 1: Lane Settings**

- **Flujo Saturado Ideal ( $S_0$ ) (Ideal Saturated Flow)**

El Manual del Programa Synchro Studio 8 (2011), indica que es el índice de flujo saturado ideal para un solo carril. El HCM 2010 recomienda el uso de 1,900 vehículos por hora por carril para una población mayor a 250,000.00 habitantes a más, caso contrario considerar 1,750 vehículos por hora por carril.

- **Factor de ajuste por ancho de carril ( $f_w$ ):**

Según Reyna (2015) indica que, es el factor que integra el impacto negativo de carriles angostos en la tasa de flujo de

saturación, pero una tasa de flujo mayor en carriles anchos. El ancho de carril estándar es de 3.6m, según lo indica Cal y Mayor, R., Cárdenas, J. (2007), se considera la siguiente fórmula:

$$f_w = 1 + \frac{W - 3.6}{9}$$

Dónde:

W= Ancho de Carril (m).

Si :

$W \geq 2.4$  m , analizar como un solo carril.

$W \geq 4.8$  m , analizar como un dos carril.

- **Factor de giro a la derecha (fRT) (Right Turn Factor)**

Según el Manual del Programa Synchro Studio 8 (2011), indica que el factor de giro a la derecha se usa para reducir la tasa de flujo de saturación según la proporción de giros a la derecha en el grupo de carriles y el tipo de carril que da vuelta a la derecha.

- **Factor de giro a la izquierda (fLT) (Left Turn Factor)**

Los factores de giro a la izquierda se aplican en la determinación del flujo de saturación.

### **Plantilla 2: Volume Settings**

- **Factor de ajuste por vehículos pesados (Heavy Vehicles)**

González, D., Rey, V. (2016), india que este factor se toma en cuenta los espacio adicional las cuales se genera al encontrarse vehículos pesados con respecto a los vehículos livianos. Los valores de este factor se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$f_{HV} = 100 / (100 + \%HV(ET - 1))$$

Dónde:

$\%HV$  = porcentaje de vehículos pesados del grupo.

$ET=2.0$  Números de automóviles equivalentes a un camión.

### **Plantilla 3: Timings Settings**

#### ▪ **Tipo de Giro (Turn Type)**

El Manual del Programa Synchro Studio 8 (2011), indica que el Tipo de giro establece el nivel de protección de giro y asigna los números predeterminados de fase y detector al carril de giro dedicado.

Los tipos de niveles de protección son los siguientes:

- **Permitido (Perm):** Los movimientos de giro a la derecha o izquierda no están protegidos y los vehículos deben ceder el paso al tránsito como a los peatones en el paso de ellos.
- **Protegido (Prot):** Los movimientos de giro a la izquierda o derecha están protegidos por una señal dedicada y el tráfico de giro solo se puede mover durante la indicación de la flecha de esta señal.
- **Permitido + Protegido (pm + pt):** Los movimientos de giro a la izquierda están protegidos durante la indicación de señal protegida (flecha) y se permiten durante la indicación de bola verde.
- **División (Split):** Izquierda y de frente comparten una sola fase protegida. Este tipo de ajuste de fase se usa comúnmente si un carril se comparte entre el tráfico izquierdo y de frente. La división por fases asegura que los carriles de giro a la izquierda compartidos estén protegidos y ofrezcan un mayor nivel de protección en comparación con los giros a la izquierda permitidos.
- **NA:** Sin fase seleccionada. Los giros a la izquierda están prohibidos.
- **Personalizado:** Se selecciona una combinación de fase de giro a la izquierda o derecha no estándar.
- **Superposición (Over):** Este tipo de giro muestra una flecha hacia la derecha con un movimiento de giro hacia la izquierda protegido en la calle que se cruza.
- **Permitido + Protegido (pm + ov):** Este giro a la derecha muestra una flecha hacia la derecha con un giro compatible a la izquierda y una indicación de bola verde permitida con la fase directa.

- **Protegido + superposición (pt + ov):** Este de giro a la derecha muestra una flecha hacia la derecha con el giro compatible hacia la izquierda y el movimiento hacia adelante asociado con el giro a la derecha.
- **Libre:** Un movimiento de giro a la derecha libre rinde a los peatones y no se le asigna una fase de señal.

#### **Plantilla 4: node settings**

##### **▪ Tipo de control (Control Type)**

Según el Manual del Programa Synchro Studio 8 (2011) nos indica, que se refiere a qué tipo de controlador está utilizando. Seguidamente una breve descripción de cada tipo de control de señal:

- **Pre programado (Pretimed):** Señal pre-programada la cual no tiene activaciones del detector y todas las fases están configuradas en máximo. La señal se considera coordinada porque la duración del ciclo se fija en cada ciclo.
- **Semiaccionado-descoordinado(Semi-Actuated-Uncoordinated):** Es una señal semi-accionada la cual recuerda la calle principal a través de las fases a sus valores máximos. Otras fases asignadas pueden saltarse o desaparecer la que está en función de la detección del vehículo.
- **Accionado descoordinado (Actuated-Uncoordinated):** Es decir que todas las fases están completamente accionadas y no se activa ningún retiro. Donde se permite que la duración del ciclo varíe en cada ciclo (según la detección), por lo que la intersección se considera descoordinada.
- **Coordinado-accionado (Actuated-Coordinated):** Para este caso, todas las fases que no sean las coordinadas se accionan completamente.

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

#### **2.3.1. Trafico**

Se denomina al tráfico a la acción causada por la congestión vehicular en una vía o intersección. Asimismo, se presenta con

muchas semejanzas en otras acciones como el flujo de partículas (líquidos, gases o sólidos) y el de peatones. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007)

### **2.3.2. Aforo**

Mediante el aforo se obtienen los datos reales sobre el movimiento de los vehículos o peatones que circulan por el sistema vial, ya sea en las intersecciones o puntos específicos, entre otros. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007)

### **2.3.3. Velocidad**

La velocidad es uno de los indicadores que establece la calidad de operación en un sistema vial, es por eso que se emplea como el factor más común en la selección de las rutas específicas para movilizarse de un lugar a otro por la reducción de la demora, finalmente se busca una buena velocidad sostenida y segura. La definición más común de velocidad es la relación que existe entre una longitud a recorrer y el tiempo que se demora en recorrerla.

### **2.3.4. Nivel de servicio**

Es una medida de calidad que sirve para definir las condiciones de operación. Dentro de un flujo vehicular, generalmente en término de medidas de servicio, como velocidad, libertad de maniobra, interrupciones del tráfico, confort y convivencia. (Ríos Cardich, 2018)

### **2.3.5. Semáforo**

Es un dispositivo eléctrico que sirve para regular el tránsito de vehículos y peatones, mediante tres fases de luces de color rojo, amarillo y verde. Tienen como funciones principales las siguientes: prevenir, detenerse y circular. (Reyna Peña, 2015)

### **2.3.6. Tiempo**

Es el tiempo o demora de viaje sobre un tramo de un camino. Esta medida se obtiene mediante la medición del largo del tramo entre la velocidad media que es utilizada para recorrerla en el caso de los vehículos, o en atravesarla, en el caso de los peatones.

**2.3.7. Volumen:**

Es la cantidad de vehículos que pasan por un punto determinado durante un lapso de tiempo específico. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007)

**2.3.8. Capacidad:**

Se refiere al número máximo permitido de vehículos que pueden pasar por un punto en específico durante un lapso de tiempo determinado. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007)

**2.3.9. Demanda:**

“La demanda es una medida de la cantidad de vehículos que esperan ser servidos, distinto de los que son servidos (volumen) y de los que pueden ser servidos (capacidad)”. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007)

**2.3.10. Tasa de flujo:**

La frecuencia a la cual pasan los vehículos durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007)

**2.3.11. Velocidad:**

Se define velocidad a la relación entre una longitud de espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en km/h. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007)

**2.3.12. HCM 2010:**

Highway Capacity Manual – Manual de Capacidad de Carreteras. (Board, Manual de Capacidad de Carreteras, 2010)

**2.3.13. TRB:**

Transportation Research Board.(Junta de Investigación de Transporte de los Estados Unidos).

**2.3.14. LOS:**

Level of service (Nivel de Servicio) término utilizado en el Highway Capacity Manual 2010. (Traffic Signal Software - User Guide, 2011)

**2.3.15. Fase del semáforo:**

Parte del ciclo semafórico asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos que reciben simultáneamente el derecho de paso, durante uno o más intervalos. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007)

**2.3.16. Ciclo semafórico:**

Es el tiempo total necesario para que se pueda registrar una revolución completa. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007)

**2.3.17. Cola:**

También es denominada línea de espera o fila cuando y es generada cuando los usuarios (vehículos) llegan a una intersección con semáforos y la prestación del servicio para cada llegada toma cierto tiempo. (Cal y Mayor & Cardenas Grisales, 2007)

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### **3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACION**

El tipo de investigación a realizarse es **explicativa** debido a que su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o porque se relaciona con dos o más variables. (Hernández et al., 2006, p. 108)

El diseño de la investigación es de campo la cual se aplica extrayendo datos e informaciones directamente de un ambiente natural sin manipulación de variables es decir de la realidad a través de uso de técnicas de recolección como entrevistas o encuestas, con el fin de dar respuesta a alguna situación o problema planteado previamente.

#### **3.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO**

##### **3.2.1. Población**

Constituida por los vehículos ligeros, tales como son los autos, camionetas station wagon, micros y camionetas; los vehículos pesados como buses, camiones los cuales circulan en las intersecciones de la Avenida Leguía entre las calles Gral. Vizquerra – Av. Arias Y Aragüez - Tacna, 2018.

##### **3.2.2. Muestra**

La muestra se enfoca en la cantidad de flujo vehicular obtenido en los periodos de conteo de 7:00am a 9:00am, 12:00pm a 02:00pm y 6:00pm a 8:00pm, que transitan en los tramos ubicados en la Avenida Leguía entre las calles Gral. Vizquerra – Av. Arias Y Aragüez, siendo uno de los puntos más críticos de tránsito vehicular en la ciudad de Tacna, debido a que es el acceso principal hacia el centro y acceso también a las zonas comerciales más importantes de la ciudad de Tacna.

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

En la siguiente Tabla N° 7, se presenta la operacionalización de variables, los cuales son contemplados con los aspectos:

**Tabla N° 7:** Matriz de Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Flujo Vehicular	Analizando el flujo vehicular se entiende el comportamiento y características del tránsito.	Cantidad de vehículos por unidad de hora.	Flujo de Transito Clasificación Vehicular Tiempos de Semaforización
	Características del tránsito en función de la duración de la demora	Según Categorías	A - F
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Nivel de Servicio	De acuerdo al nivel de Servicio como medida de calificación se ve la manera de optimizar el nivel de servicio con alternativas para mejorar las demoras de tránsito.	Propuestas de Solución	Optimización Ciclo Semaforización – Aumento de Carriles

**Fuente:** Elaboración Propia



### 3.4.2. Acciones realizadas

Para poder elaborar la tesis se realizó las siguientes actividades:

- Primero se hizo un análisis y búsqueda de la vía que presentara ciertas características que iban a ser necesarias para su análisis y planteamiento de soluciones.
  - ✓ Cuenten con características geométricas aceptables.
  - ✓ Fases y tiempos de semaforización.
  - ✓ Presenten condiciones de tráfico.
  - ✓ Presenten tiempos o colas de vehículos.
  - ✓ Intersecciones semaforizadas.
- Una vez que se escogió la vía de estudio, se procedido a tomar información de campo indispensable para ser procesada y analizada. Dichos datos fueron:
  - ✓ Tiempos de semaforización o longitud de ciclo.
  - ✓ Conteo o aforo vehicular.
  - ✓ Características geométricas de la vía.
  - ✓ Identificación de maniobras o giros vehiculares.
  - ✓ Entre otros.
- La toma o recolección de datos mediante el aforo vehicular se hizo una programación en la cual se determinaba cuales iban a ser las estaciones de aforo y los días en los cuales se iba a realizar el conteo vehicular. El conteo vehicular se realizó en 3 días, de los cuales se tomó registro en los intervalos de 7:00 am – 9:00 am, de 12:00 pm a 2:00 pm y de 6:00 pm a 8:00 pm.
- Luego se procedió con el trabajo de gabinete para poder analizar y determinar cuál era la hora en la que se detectaba un pico de volumen de tráfico, para poder procesarlo posteriormente.
- Una vez culminada la recolección de datos necesarios, se empleó el Software SYNCHRO TRAFFIC 8.0 para poder mostrar una representación real de tráfico de la vía en estudio, asimismo poder saber el grado de saturación y nivel de servicio.
- Culminando con la representación real y datos obtenidos mediante el programa, se procede a la interpretación de resultados, para poder determinar y proponer medidas o alternativas de solución que ayuden a mejorar el flujo vehicular existente en la vía de estudio.

### 3.4.3. Recolección de datos

#### 3.4.3.1. Localización y descripción

La zona de estudio es la Av. Leguía en el tramo de las intersecciones Arias Y Aragüez – Gral. Vizquerra. En la siguiente figura se puede ver una imagen satelital del área de la zona de estudio.



**Figura N° 19:** Fotografía Satelital de la Zona de Estudio.

**Fuente:** Google Maps.

La avenida Leguía es una de las principales vías para el acceso a diferentes puntos comerciales de la ciudad de Tacna, asimismo es utilizada por la población para movilizarse a centros de trabajo, escuelas, etc. La cual presenta 3 intersecciones que van a ser punto de análisis para la investigación.

1. Aforo Av. Arias Y Aragüez – Av. Leguía.
2. Aforo Av. Patricio Meléndez – Av. Leguía.
3. Aforo Calle Gral. Vizquerra – Av. Leguía.



**Figura N° 20:** Fotografía satelital identificando puntos de aforo.

**Fuente:** Google Earth.

### 3.4.3.2. Identificación de las estaciones de Aforo

Para la identificación de las estaciones de conteo o estaciones de aforo, se determinó que por intersección sea una estación de aforo por cada acceso a la avenida Leguía.

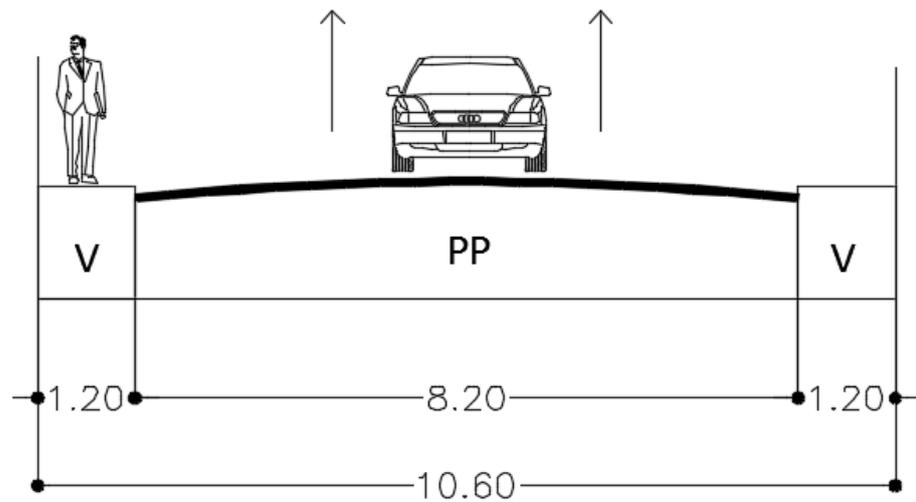
#### Primer punto de aforo. (Intersección Av. Arias Y Aragüez – Av. Leguía)

- 1ra estación: Será el acceso que otorga la Av. Arias Aragüez con dirección hacia la calle Olga Grohman.



**Figura N° 21:** Av. Arias Aragüez con dirección hacia la calle Olga Grohman.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 22:** Sección Vial de la Av. Arias Araguéz con dirección hacia la calle Olga Grohman.

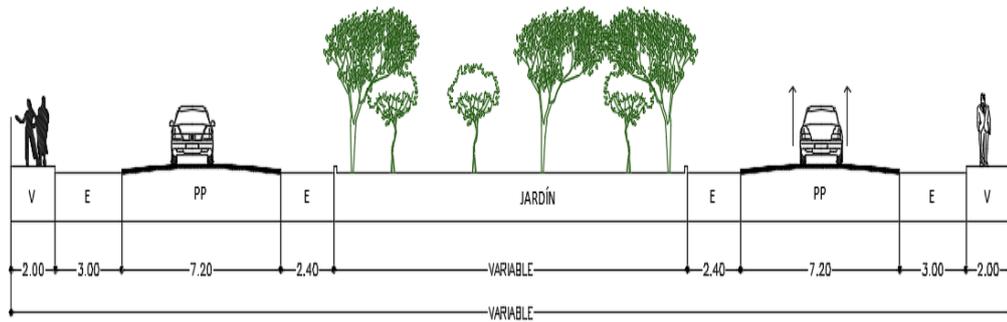
**Fuente:** Elaboración Propia

- 2da estación: Será el carril de subida de la Av. Leguía con dirección a la Av. Patricio Meléndez.



**Figura N° 23 :** Av. Leguía con dirección a la Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 24 :** Sección de Subida - Av. Leguía con dirección a la Av. Patricio Meléndez.

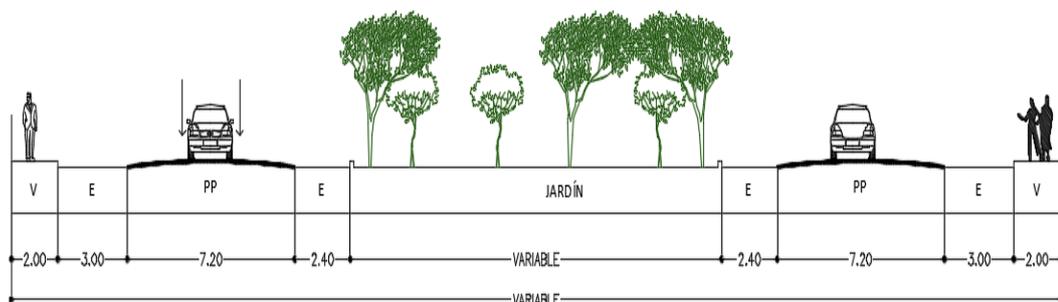
**Fuente:** Elaboración Propia

- 3ra estación: Será el carril de bajada de la Av. Leguía con dirección a la Calle Deustua.



**Figura N° 25:** Av. Leguía con dirección a la Calle Deustua.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 26:** Sección de Bajada - Av. Leguía con dirección a la Calle Deustua.

**Fuente:** Elaboración Propia

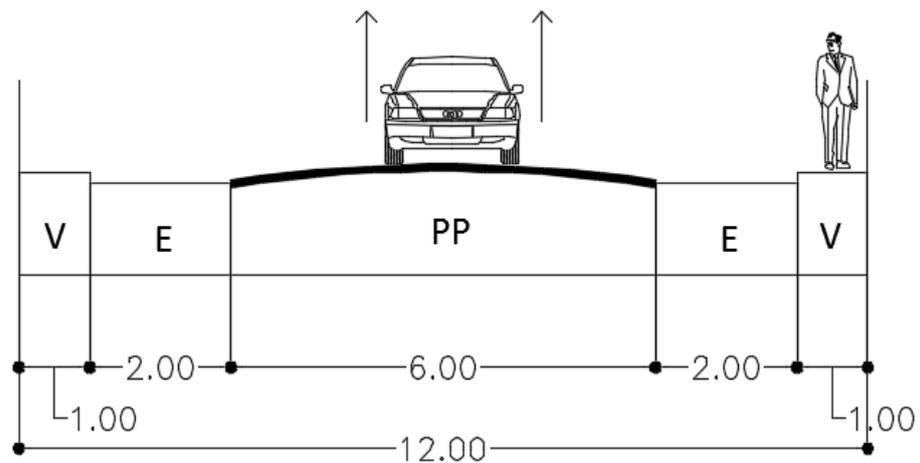
**Segundo punto de aforo. (Intersección Av. Patricio Meléndez – Av. Leguía).**

- 1ra estación: Será el acceso que otorga la Av. Patricio Meléndez con dirección hacia la Avenida 2 de Mayo.



**Figura N° 27:** Av. Patricio Meléndez con dirección hacia la Avenida 2 de Mayo.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 28:** Av. Patricio Meléndez con dirección hacia la Avenida 2 de Mayo.

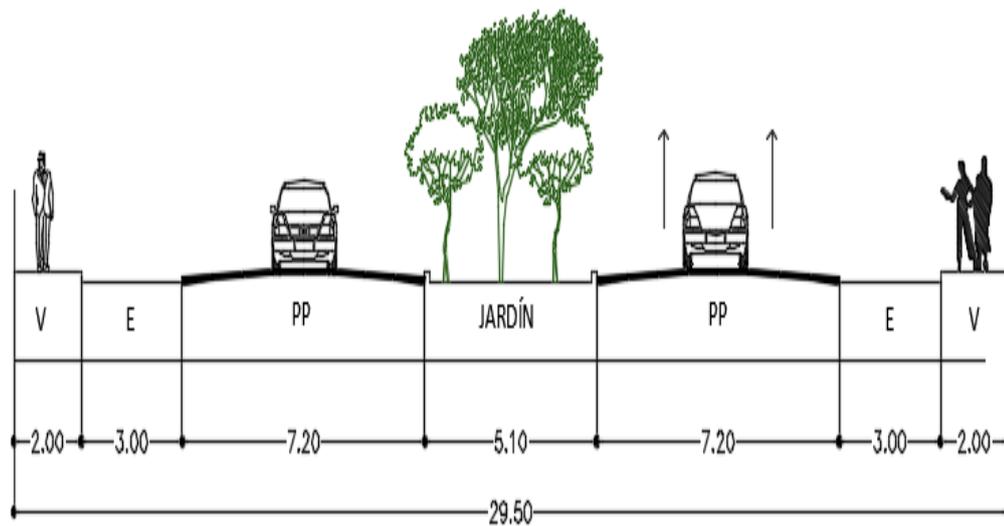
**Fuente:** Elaboración Propia

- 2da estación: Será el carril de subida de la Av. Leguía con dirección al Psje. Kennedy.



**Figura N° 29:** Av. Leguía con dirección al Psje. Kennedy.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 30:** Av. Leguía con dirección al Psje. Kennedy.

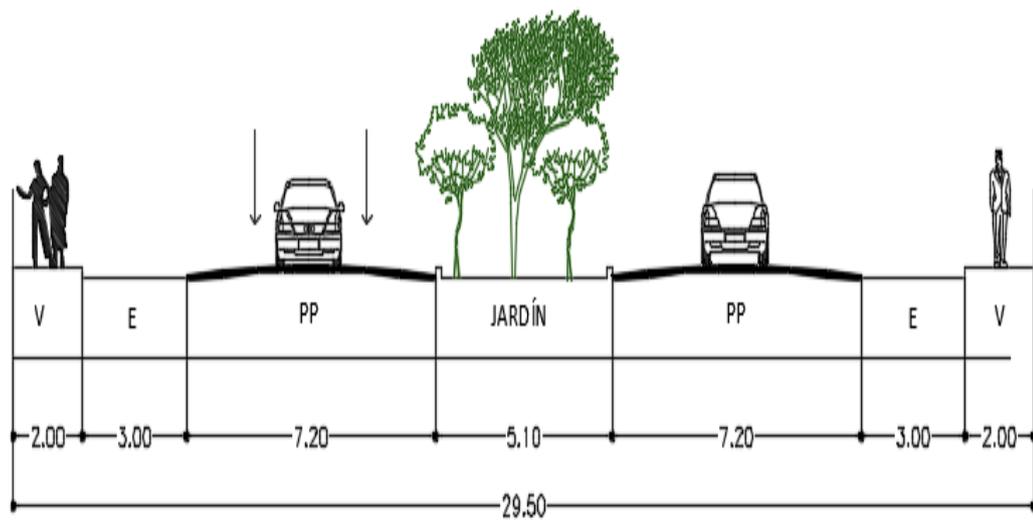
**Fuente:** Elaboración Propia

- 3ra estación: Será el carril de bajada de la Av. Leguía con dirección a la Av. Arias Y Aragüez.



**Figura N° 31:** Av. Leguía con dirección a la Av. Arias Y Aragüez.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 32:** Av. Leguía con dirección a la Av. Arias Y Aragüez.

**Fuente:** Elaboración Propia

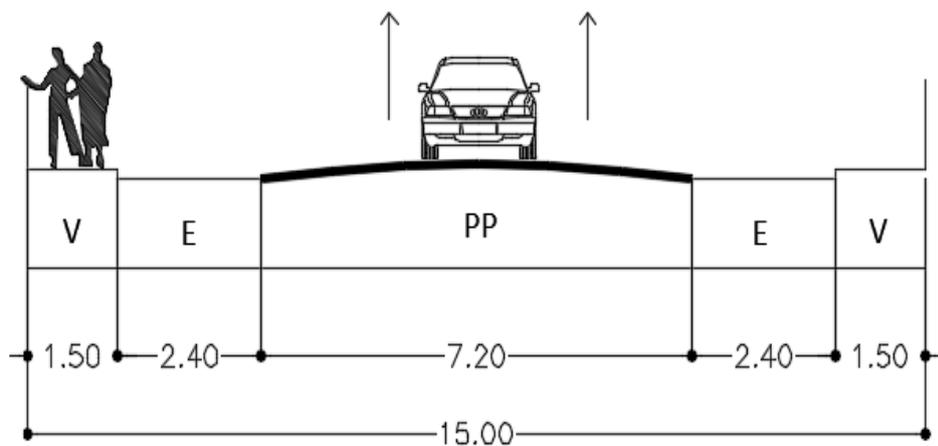
**Tercer punto de aforo. (Intersección Calle Gral. Vizquerra – Av. Leguía)**

- 1ra estación: será el acceso que otorga la Calle Gral. Vizquerra con dirección a la calle Tarata.



**Figura N° 33:** Calle Gral. Vizquerra con dirección a la Calle Tarata.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 34:** Calle Gral. Vizquerra con dirección a la Calle Tarata.

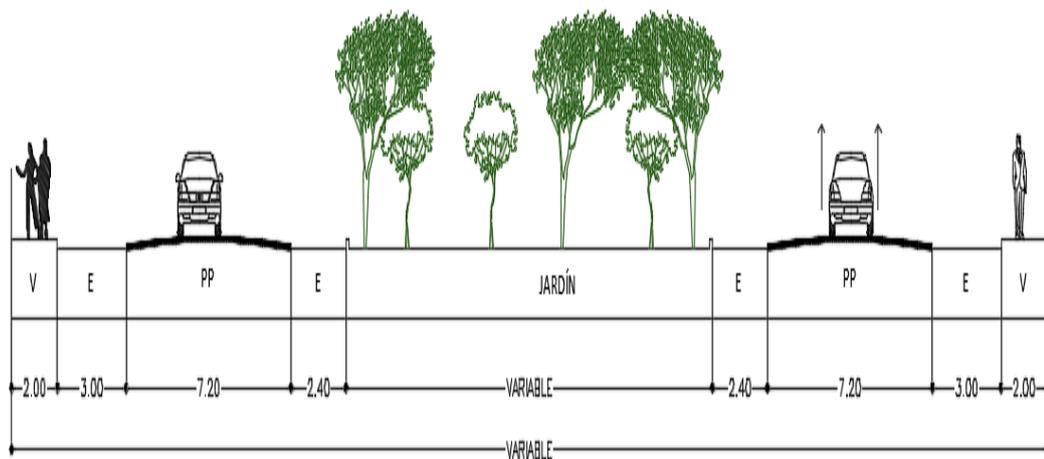
**Fuente:** Elaboración Propia

- 2da estación: será el carril de subida de la Av. Leguía con dirección a la calle Gral. Varela.



**Figura N° 35:** Av. Leguía con dirección a la calle Gral. Varela.

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 36:** Av. Leguía con dirección a la calle Gral. Varela.

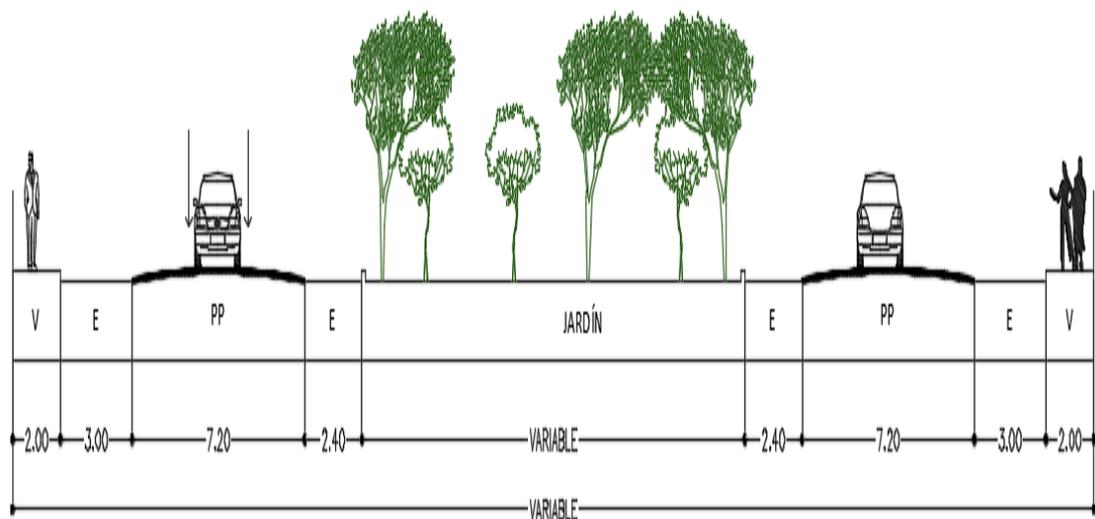
**Fuente:** Elaboración Propia.

- 3ra estación: será el carril de bajada de la Av. Leguía con dirección a la Av. Patricio Meléndez.



**Figura N° 37:** Av. Leguía con dirección a la Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 38:** Av. Leguía con dirección a la Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.4.3.3. Determinación de los niveles más Altos Según Hora Pico

De acuerdo a la recopilación de datos en campo se obtienen el volumen cuantitativo y se determina en que lapso de tiempo es donde se presenta la mayor cantidad de vehículos.

Los días de semana es donde se presenta mayor flujo vehicular dependiendo la estación de aforo, el aumento de flujo vehicular también se ve afectado por factores externos como la instalación de una feria a 100 m. de uno de los puntos de control de aforo vehicular.

A continuación, se detalla los Cuadros y gráficos que detallan los datos obtenidos para ser insertados en el programa.

#### Primer punto de aforo. (Intersección Av. Arias Y Araquëz – Av. Leguía)

- 1ra Estación De Control:

**Tabla N° 9:** Aforo Vehicular - 1era Estación.

AFORO VEHICULAR	
DIA	SABADO 15.12.18
Estacion	1
Tipo de Vehiculo	Nº
Motos	65
Autos	1796
Station Wagon	1889
Volkswagen	32
Camionetas	348
Combi	198
Microbuses	251
Buses	5
Camion	0
TOTAL	4584

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 10:** Conteo de Vehículos por Intervalo - 1era Estación

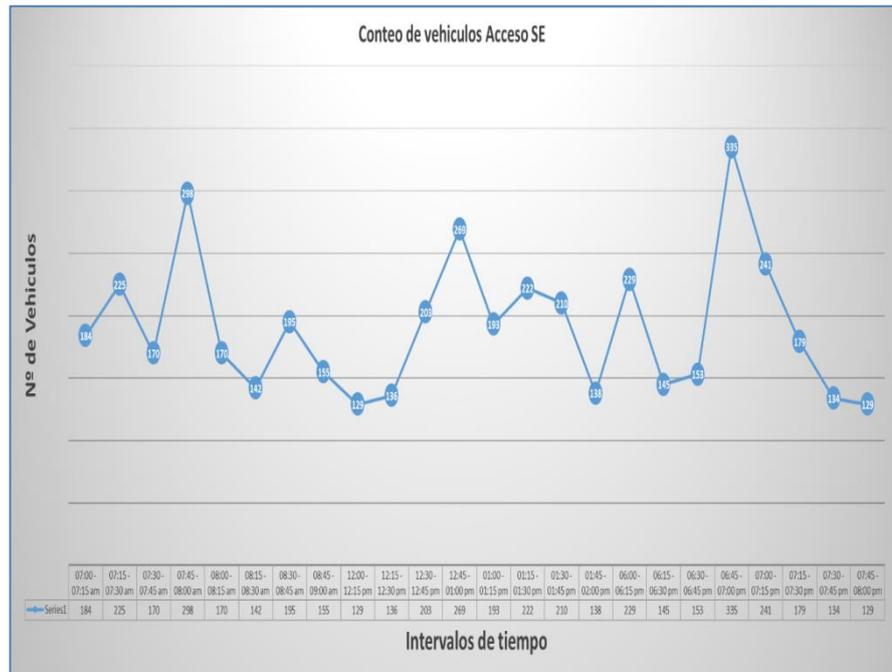
INTERVALO	VEH
07:00 - 07:15 am	184
07:15 - 07:30 am	225
07:30 - 07:45 am	170
07:45 - 08:00 am	298
08:00 - 08:15 am	170
08:15 - 08:30 am	142
08:30 - 08:45 am	195
08:45 - 09:00 am	155
12:00 - 12:15 pm	129
12:15 - 12:30 pm	136
12:30 - 12:45 pm	203
12:45 - 01:00 pm	269
01:00 - 01:15 pm	193
01:15 - 01:30 pm	222
01:30 - 01:45 pm	210
01:45 - 02:00 pm	138
06:00 - 06:15 pm	229
06:15 - 06:30 pm	145
06:30 - 06:45 pm	153
06:45 - 07:00 pm	335
07:00 - 07:15 pm	241
07:15 - 07:30 pm	179
07:30 - 07:45 pm	134
07:45 - 08:00 pm	129

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 11:** Máximo Vehículo por hora 1era Estación

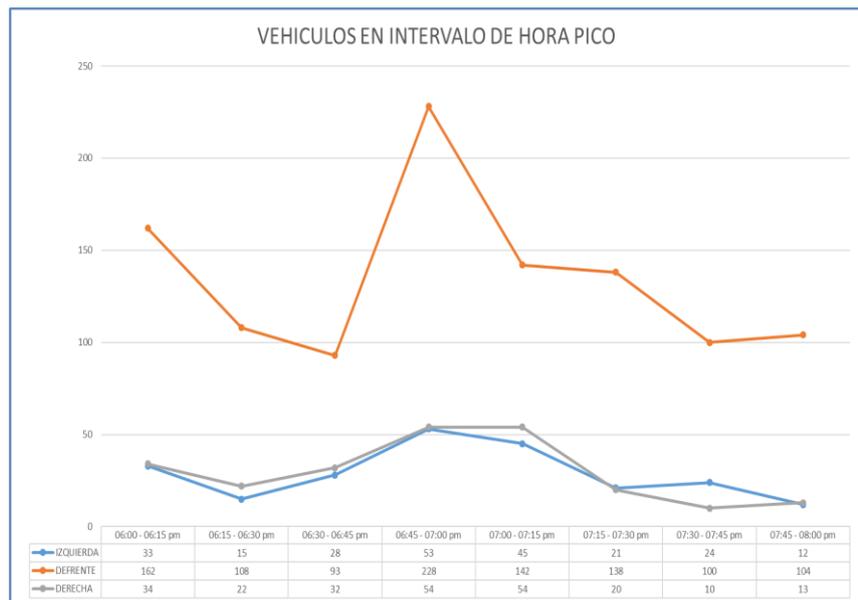
FLUJO / GIRO		
5	4	1
NO		
		
SABADO		
<b>53</b>	<b>191</b>	<b>54</b>
<b>50</b>	<b>164</b>	<b>55</b>
<b>53</b>	<b>228</b>	<b>54</b>
LUNES		
<b>54</b>	<b>163</b>	<b>57</b>
<b>52</b>	<b>174</b>	<b>59</b>
<b>70</b>	<b>124</b>	<b>72</b>
MIERCOLES		
<b>66</b>	<b>120</b>	<b>68</b>
<b>67</b>	<b>142</b>	<b>82</b>
<b>96</b>	<b>142</b>	<b>97</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 39:** Conteo de Vehículos - Acceso SE.

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 40:** Vehículos en Intervalo de Hora Pico (SE).

**Fuente:** Elaboración Propia.

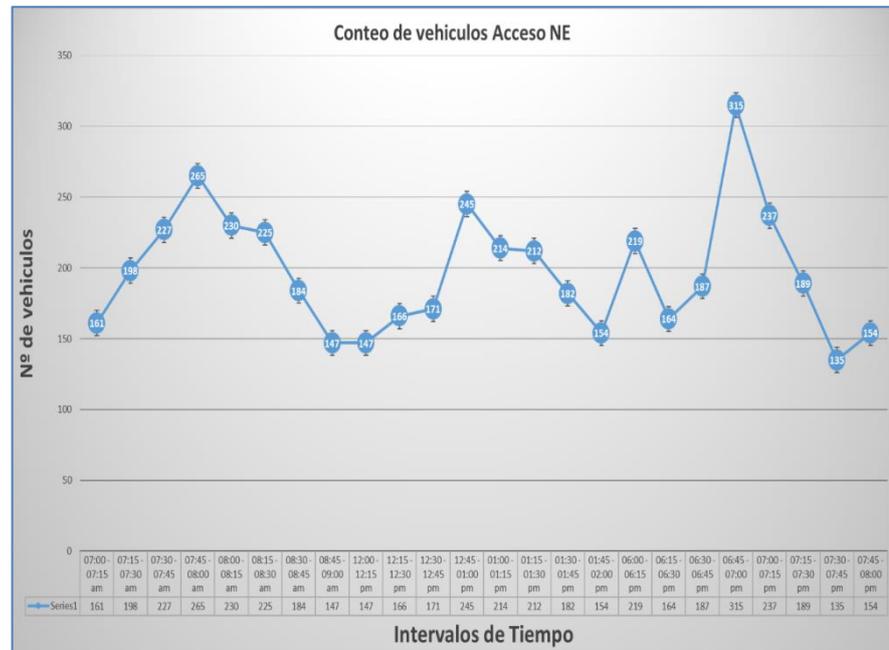
Según el grafico se puede apreciar que la mayor cantidad de vehículos que circula en la primera estación de aforo se reporta entre las 18:00 a 19:30 horas en la Av. Arias Aragüés en la Dirección Sur-Este.

- 2da Estación:

**Tabla N° 12: Aforo Vehicular - 2da Estación.**

AFORO VEHICULAR	
DIA	SABADO 15.12.18
Estacion	2
Tipo de Vehiculo	Nº
Motos	42
Autos	1938
Station Wagon	1683
Volkswagen	26
Camionetas	175
Combi	419
Microbuses	437
Buses	6
Camion	2
TOTAL	4728

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 41: Conteo de Vehículos - Acceso NE.**

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 13:** Conteo de Vehículos por intervalo – 2da

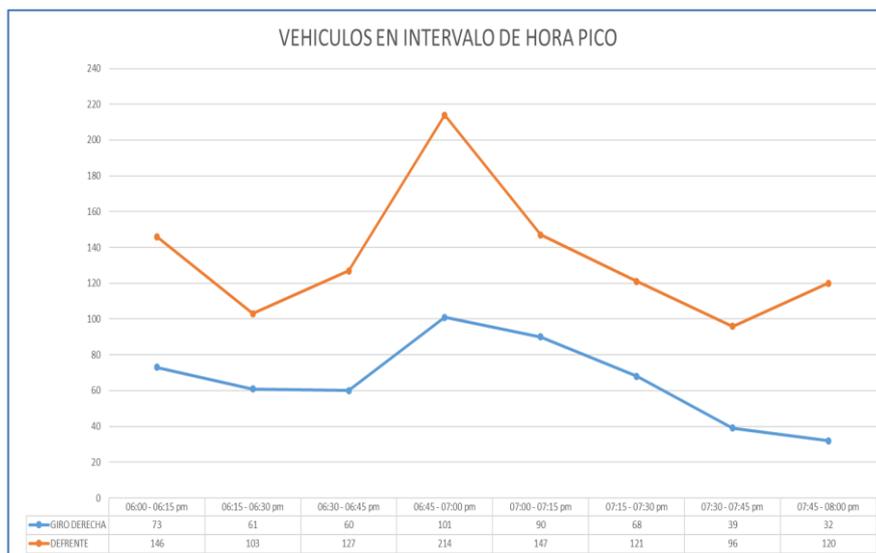
INTERVALO	VEH
07:00 - 07:15 am	161
07:15 - 07:30 am	198
07:30 - 07:45 am	227
07:45 - 08:00 am	265
08:00 - 08:15 am	230
08:15 - 08:30 am	225
08:30 - 08:45 am	184
08:45 - 09:00 am	147
12:00 - 12:15 pm	147
12:15 - 12:30 pm	166
12:30 - 12:45 pm	171
12:45 - 01:00 pm	245
01:00 - 01:15 pm	214
01:15 - 01:30 pm	212
01:30 - 01:45 pm	182
01:45 - 02:00 pm	154
06:00 - 06:15 pm	219
06:15 - 06:30 pm	164
06:30 - 06:45 pm	187
06:45 - 07:00 pm	315
07:00 - 07:15 pm	237
07:15 - 07:30 pm	189
07:30 - 07:45 pm	135
07:45 - 08:00 pm	154

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 14:** Máximo Vehículo por hora 2da Estación

FLUJO / GIRO	
6	3
NE	
	
SABADO	
<b>172</b>	<b>93</b>
<b>158</b>	<b>89</b>
<b>214</b>	<b>101</b>
LUNES	
<b>104</b>	<b>70</b>
<b>101</b>	<b>66</b>
<b>112</b>	<b>77</b>
MIERCOLES	
<b>103</b>	<b>65</b>
<b>133</b>	<b>59</b>
<b>134</b>	<b>73</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 42:** Vehículos en Intervalo de Hora Pico (NE).

**Fuente:** Elaboración Propia.

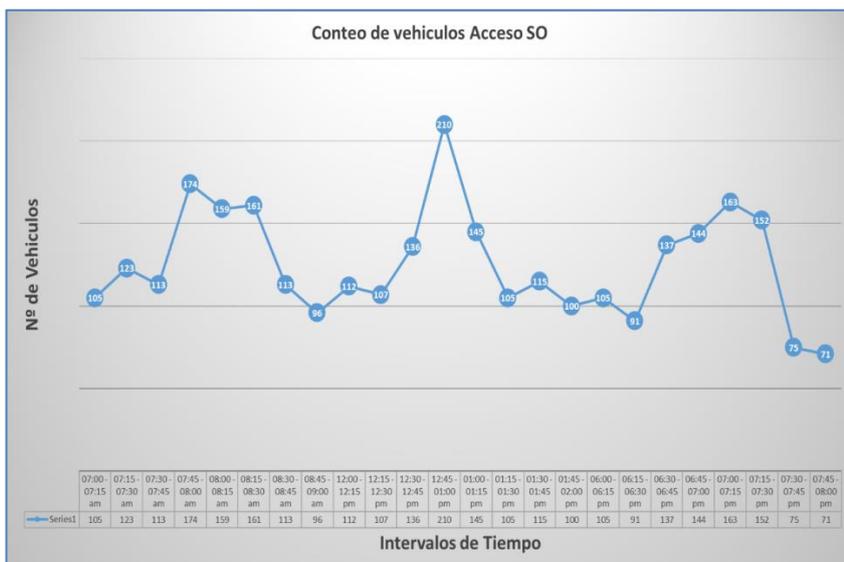
Según el gráfico se aprecia que la mayoría de vehículos se reporta en el lapso de 18:15 a 19:00 horas, en donde la estación de aforo se ubica en la Av. Leguía con dirección Nor-Este.

- 3ra estación:

**Tabla N° 15:** Aforo Vehicular - 3ra Estación.

<b>AFORO VEHICULAR</b>	
<b>DIA</b>	<b>SABADO 15.12.18</b>
<b>Estacion</b>	<b>3</b>
<b>Tipo de Vehiculo</b>	<b>Nº</b>
Motos	62
Autos	1387
Station Wagon	991
Volkswagen	21
Camionetas	212
Combi	313
Microbuses	13
Buses	8
Camion	5
<b>TOTAL</b>	<b>3012</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 43:** Conteo de Vehículos - Acceso SO.

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 16:** Conteo de Vehículos por intervalo – 3era

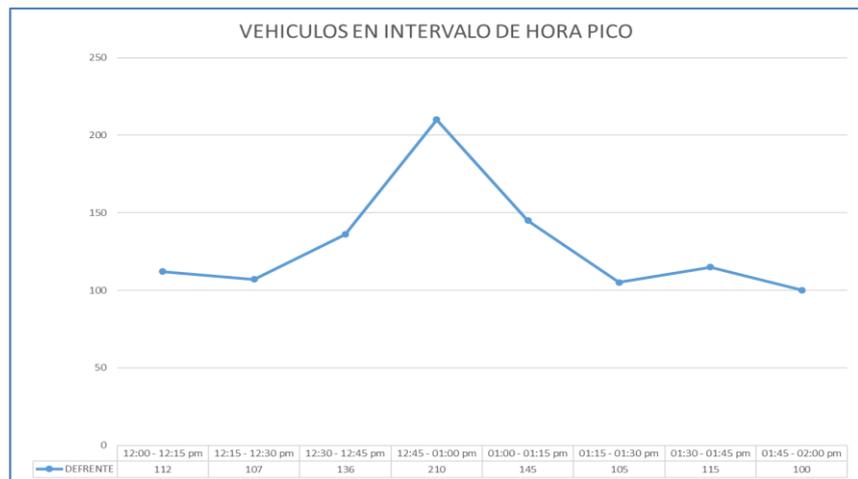
INTERVALO	VEH
07:00 - 07:15 am	105
07:15 - 07:30 am	123
07:30 - 07:45 am	113
07:45 - 08:00 am	174
08:00 - 08:15 am	159
08:15 - 08:30 am	161
08:30 - 08:45 am	113
08:45 - 09:00 am	96
12:00 - 12:15 pm	112
12:15 - 12:30 pm	107
12:30 - 12:45 pm	136
12:45 - 01:00 pm	210
01:00 - 01:15 pm	145
01:15 - 01:30 pm	105
01:30 - 01:45 pm	115
01:45 - 02:00 pm	100
06:00 - 06:15 pm	105
06:15 - 06:30 pm	91
06:30 - 06:45 pm	137
06:45 - 07:00 pm	144
07:00 - 07:15 pm	163
07:15 - 07:30 pm	152
07:30 - 07:45 pm	75
07:45 - 08:00 pm	71

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 17: Máximo Vehículo por hora 3era Estación**

FLUJO / GIRO	
	2
SO	
←	↑
SABADO	
0	174
0	210
0	163
LUNES	
0	139
0	140
0	110
MIERCOLES	
0	125
0	132
0	101

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura N° 44: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (SO).**

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tercera Estación de conteo del primer punto de aforo solo se registra que los vehículos van en dirección Sur-Oeste, por lo tanto el pico de la curva indica que el mayor volumen vehicular se registra en el intervalo de tiempo de 12:45 a 13:00 horas.

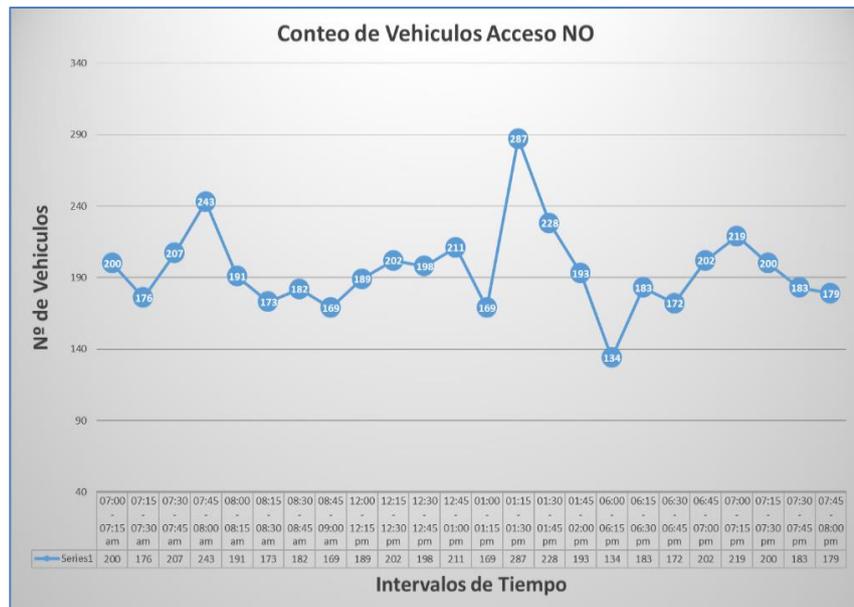
**Segundo punto de aforo. (Intersección Av. Patricio Meléndez – Av. Leguía).**

- 1ra estación:

**Tabla N° 18: Aforo Vehicular - 1ra Estación.**

AFORO VEHICULAR	
DIA	SABADO 15.12.18
Estacion	1
Tipo de Vehiculo	Nº
Motos	41
Autos	1310
Station Wagon	1551
Volkswagen	27
Camionetas	642
Combi	141
Microbuses	961
Buses	0
Camion	17
TOTAL	4690

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 45: Conteo de Vehículos - Acceso NO.**

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 19: Conteo de Vehículos por intervalo – 1era**

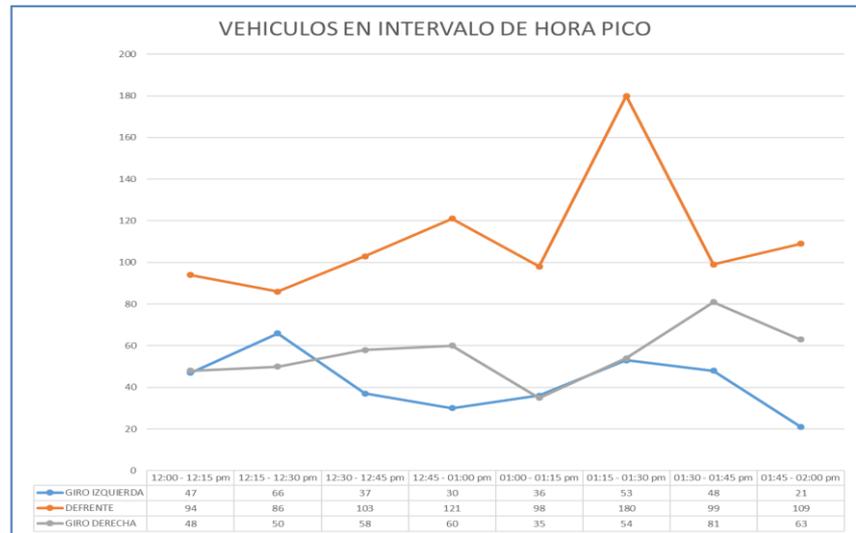
INTERVALO	VEH
07:00 - 07:15 am	200
07:15 - 07:30 am	176
07:30 - 07:45 am	207
07:45 - 08:00 am	243
08:00 - 08:15 am	191
08:15 - 08:30 am	173
08:30 - 08:45 am	182
08:45 - 09:00 am	169
12:00 - 12:15 pm	189
12:15 - 12:30 pm	202
12:30 - 12:45 pm	198
12:45 - 01:00 pm	211
01:00 - 01:15 pm	169
01:15 - 01:30 pm	287
01:30 - 01:45 pm	228
01:45 - 02:00 pm	193
06:00 - 06:15 pm	134
06:15 - 06:30 pm	183
06:30 - 06:45 pm	172
06:45 - 07:00 pm	202
07:00 - 07:15 pm	219
07:15 - 07:30 pm	200
07:30 - 07:45 pm	183
07:45 - 08:00 pm	179

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 20: Máximo Vehículo por hora 1era Estación**

FLUJO / GIRO		
9	10	11
NO		
		
SABADO		
<b>65</b>	<b>113</b>	<b>83</b>
<b>66</b>	<b>180</b>	<b>81</b>
<b>64</b>	<b>99</b>	<b>100</b>
LUNES		
<b>55</b>	<b>79</b>	<b>51</b>
<b>65</b>	<b>97</b>	<b>77</b>
<b>56</b>	<b>85</b>	<b>74</b>
MIERCOLES		
<b>89</b>	<b>86</b>	<b>53</b>
<b>96</b>	<b>99</b>	<b>61</b>
<b>62</b>	<b>94</b>	<b>69</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 46:** Vehículos en Intervalo de Hora Pico (NO).

**Fuente:** Elaboración Propia.

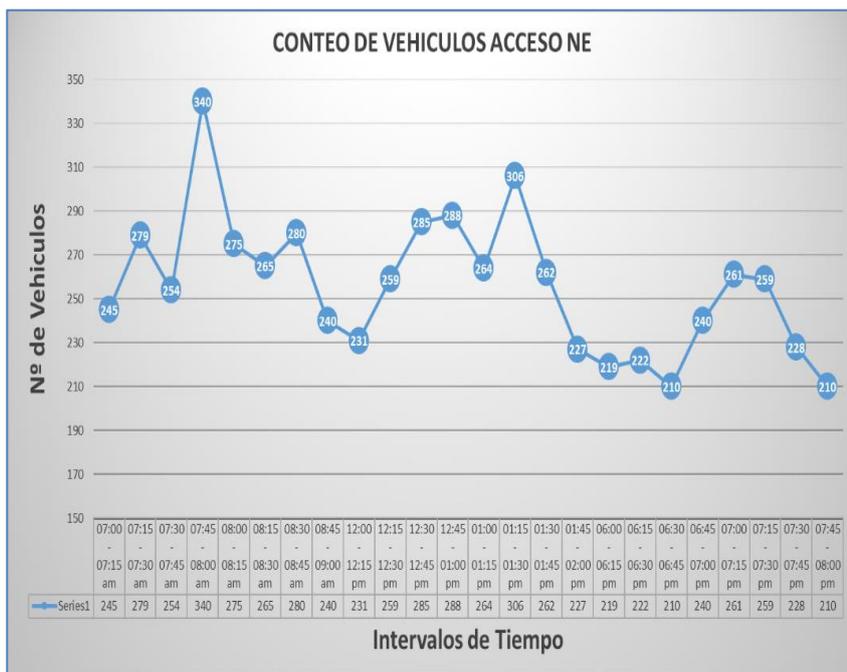
Según el grafico se puede apreciar que la mayor cantidad de vehículos que circula en la primera estación de aforo con dirección se reporta entre las 13:00 a 13:30 horas en la Av. Patricio Meléndez en la Dirección Nor-Oeste.

- 2da Estación:

**Tabla N° 21:** Aforo Vehicular - 2da Estación.

AFORO VEHICULAR	
DIA	<b>MIERCOLES 19.12.18</b>
Estacion	<b>2</b>
Tipo de Vehiculo	<b>Nº</b>
Motos	81
Autos	2077
Station Wagon	2785
Volkswagen	41
Camionetas	426
Combi	422
Microbuses	243
Buses	23
Camion	51
<b>TOTAL</b>	<b>6149</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 47:** Conteo de Vehículos - Acceso NE.

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 22:** Conteo de Vehículos por intervalo – 2da

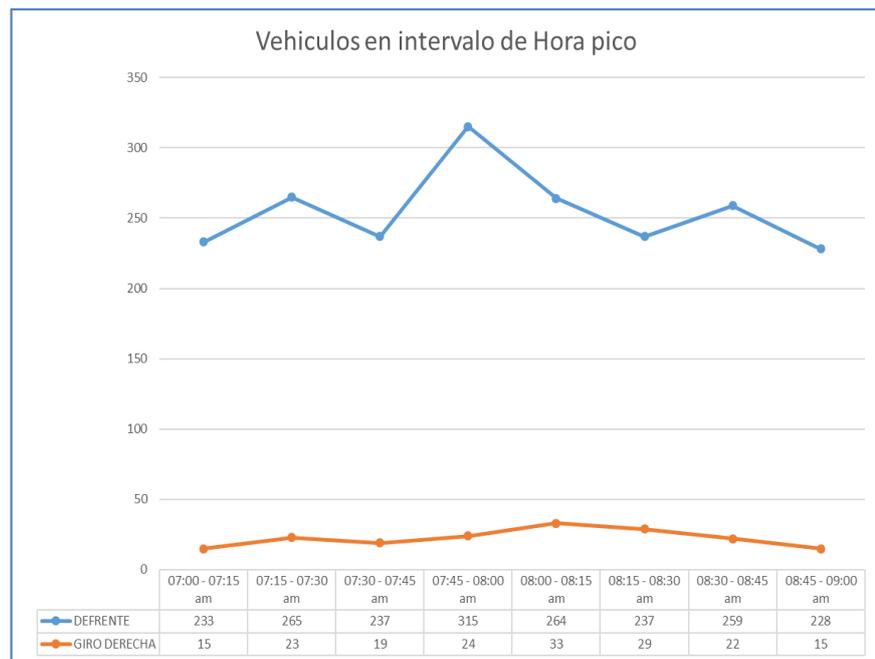
INTERVALO	VEH
07:00 - 07:15 am	245
07:15 - 07:30 am	279
07:30 - 07:45 am	254
07:45 - 08:00 am	340
08:00 - 08:15 am	275
08:15 - 08:30 am	265
08:30 - 08:45 am	280
08:45 - 09:00 am	240
12:00 - 12:15 pm	231
12:15 - 12:30 pm	259
12:30 - 12:45 pm	285
12:45 - 01:00 pm	288
01:00 - 01:15 pm	264
01:15 - 01:30 pm	306
01:30 - 01:45 pm	262
01:45 - 02:00 pm	227
06:00 - 06:15 pm	219
06:15 - 06:30 pm	222
06:30 - 06:45 pm	210
06:45 - 07:00 pm	240
07:00 - 07:15 pm	261
07:15 - 07:30 pm	259
07:30 - 07:45 pm	228
07:45 - 08:00 pm	210

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 23:** Máximo Vehículo por hora 2da Estación

FLUJO / GIRO	
8	7
NE	
↑	↷
SABADO	
<b>233</b>	<b>21</b>
<b>234</b>	<b>25</b>
<b>192</b>	<b>25</b>
LUNES	
<b>268</b>	<b>37</b>
<b>268</b>	<b>47</b>
<b>223</b>	<b>32</b>
MIERCOLES	
<b>315</b>	<b>28</b>
<b>278</b>	<b>30</b>
<b>230</b>	<b>33</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura N° 48:** Vehículos en Intervalo de Hora Pico (NE).

**Fuente:** Elaboración Propia.

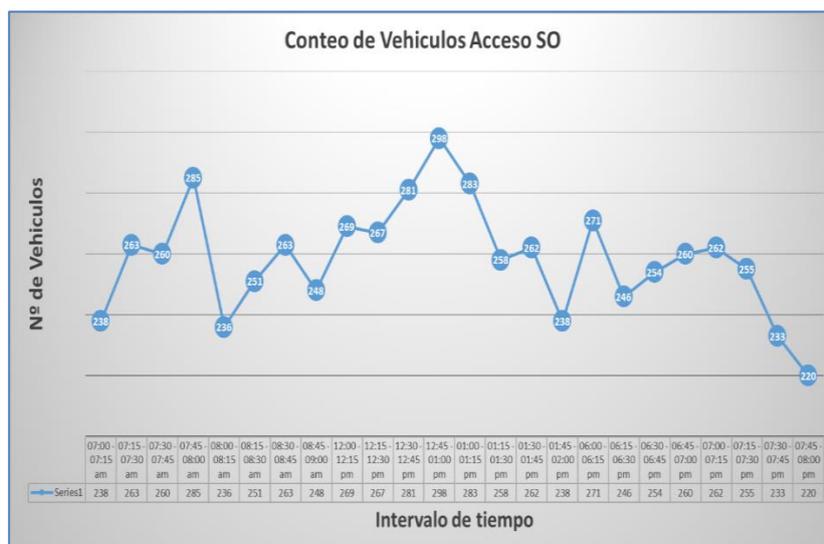
Según el gráfico se aprecia que la mayoría de vehículos se reporta en la mañana en el lapso de tiempo de 7:45 a 08:00 am, en donde la estación de aforo se ubica en la Av. Leguía con dirección Nor-Este.

- 3ra estación:

**Tabla N° 24:** Aforo Vehicular - 3ra Estación.

AFORO VEHICULAR	
DIA	LUNES 17.12.18
Estacion	3
Tipo de Vehiculo	Nº
Motos	83
Autos	1850
Station Wagon	2782
Volkswagen	53
Camionetas	627
Combi	579
Microbuses	199
Buses	0
Camion	28
TOTAL	6201

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 49:** Conteo de Vehículos - Acceso SO.

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 25:** Conteo de Vehículos por intervalo – 3era

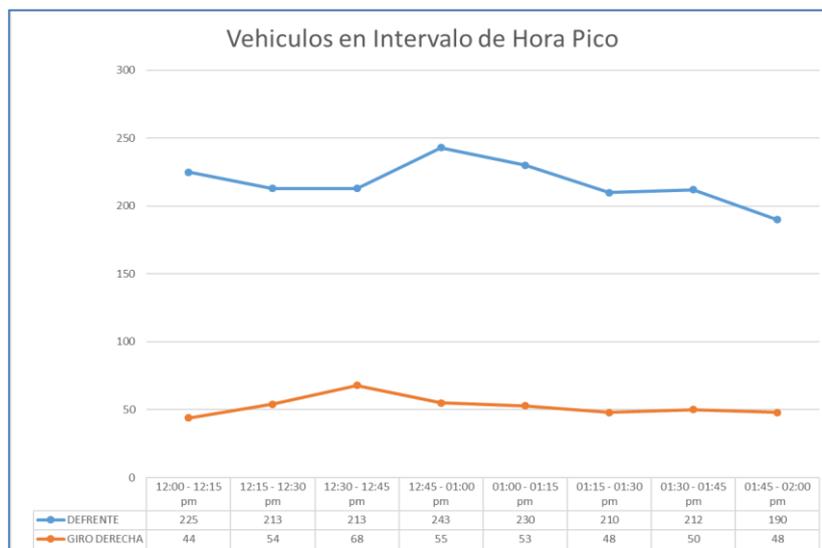
INTERVALO	VEH
07:00 - 07:15 am	238
07:15 - 07:30 am	263
07:30 - 07:45 am	260
07:45 - 08:00 am	285
08:00 - 08:15 am	236
08:15 - 08:30 am	251
08:30 - 08:45 am	263
08:45 - 09:00 am	248
12:00 - 12:15 pm	269
12:15 - 12:30 pm	267
12:30 - 12:45 pm	281
12:45 - 01:00 pm	298
01:00 - 01:15 pm	283
01:15 - 01:30 pm	258
01:30 - 01:45 pm	262
01:45 - 02:00 pm	238
06:00 - 06:15 pm	271
06:15 - 06:30 pm	246
06:30 - 06:45 pm	254
06:45 - 07:00 pm	260
07:00 - 07:15 pm	262
07:15 - 07:30 pm	255
07:30 - 07:45 pm	233
07:45 - 08:00 pm	220

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla N° 26:** Máximo Vehículo por hora 3era Estación

FLUJO / GIRO	
12	13
SO	
	
SABADO	
<b>219</b>	<b>77</b>
<b>226</b>	<b>80</b>
<b>214</b>	<b>94</b>
LUNES	
<b>235</b>	<b>55</b>
<b>243</b>	<b>68</b>
<b>218</b>	<b>56</b>
MIERCOLES	
<b>212</b>	<b>56</b>
<b>212</b>	<b>54</b>
<b>218</b>	<b>51</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*



**Figura N° 50:** Vehículos en Intervalo de Hora Pico (SO).

**Fuente:** Elaboración Propia.

En la tercera Estación de conteo del segundo punto de aforo se registra los vehículos que van en la Avenida Leguía con dirección Sur-Oeste, en el horario de 12:45 a 13:00 pm.

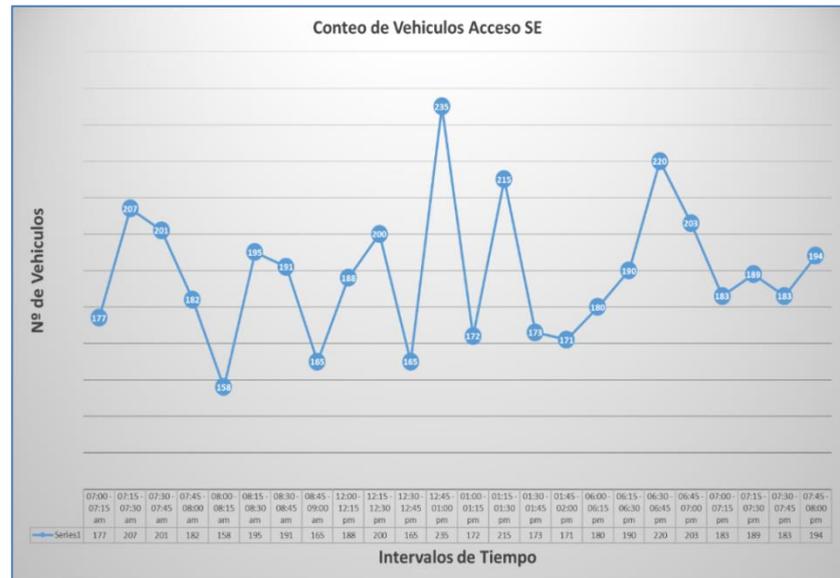
**Tercer punto de aforo. (Intersección Calle Gral. Vizquerra – Av. Leguía)**

- 1ra estación:

**Tabla N° 27:** Aforo Vehicular - 1ra Estación.

<b>AFORO VEHICULAR</b>	
<b>DIA</b>	<b>SABADO 15.12.18</b>
<b>Estacion</b>	<b>1</b>
<b>Tipo de Vehiculo</b>	<b>Nº</b>
Motos	103
Autos	1361
Station Wagon	1933
Volkswagen	13
Camionetas	253
Combi	79
Microbuses	787
Buses	0
Camion	8
<b>TOTAL</b>	<b>4537</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 51:** Conteo de Vehículos - Acceso SE.

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 28:** Conteo de Vehículos por intervalo – 1era

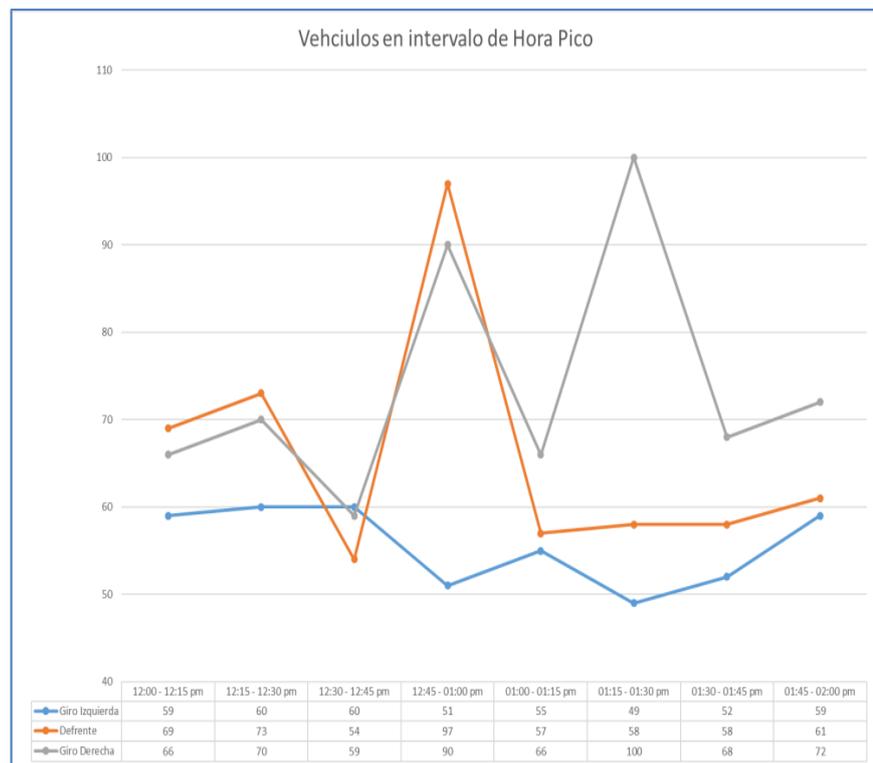
INTERVALO	VEH
07:00 - 07:15 am	177
07:15 - 07:30 am	207
07:30 - 07:45 am	201
07:45 - 08:00 am	182
08:00 - 08:15 am	158
08:15 - 08:30 am	195
08:30 - 08:45 am	191
08:45 - 09:00 am	165
12:00 - 12:15 pm	188
12:15 - 12:30 pm	200
12:30 - 12:45 pm	165
12:45 - 01:00 pm	235
01:00 - 01:15 pm	172
01:15 - 01:30 pm	215
01:30 - 01:45 pm	173
01:45 - 02:00 pm	171
06:00 - 06:15 pm	180
06:15 - 06:30 pm	190
06:30 - 06:45 pm	220
06:45 - 07:00 pm	203
07:00 - 07:15 pm	183
07:15 - 07:30 pm	189
07:30 - 07:45 pm	183
07:45 - 08:00 pm	194

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 29: Máximo Vehículo por hora 1era Estación**

FLUJO / GIRO		
17	18	16
NO		
↶	↑	↷
SABADO		
<b>57</b>	<b>85</b>	<b>89</b>
<b>57</b>	<b>97</b>	<b>100</b>
<b>60</b>	<b>79</b>	<b>84</b>
LUNES		
<b>58</b>	<b>68</b>	<b>69</b>
<b>61</b>	<b>66</b>	<b>71</b>
<b>59</b>	<b>68</b>	<b>69</b>
MIERCOLES		
<b>61</b>	<b>62</b>	<b>69</b>
<b>65</b>	<b>63</b>	<b>66</b>
<b>60</b>	<b>65</b>	<b>69</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura N° 52: Vehículos en Intervalo de Hora Pico (SE).**

**Fuente:** Elaboración Propia.

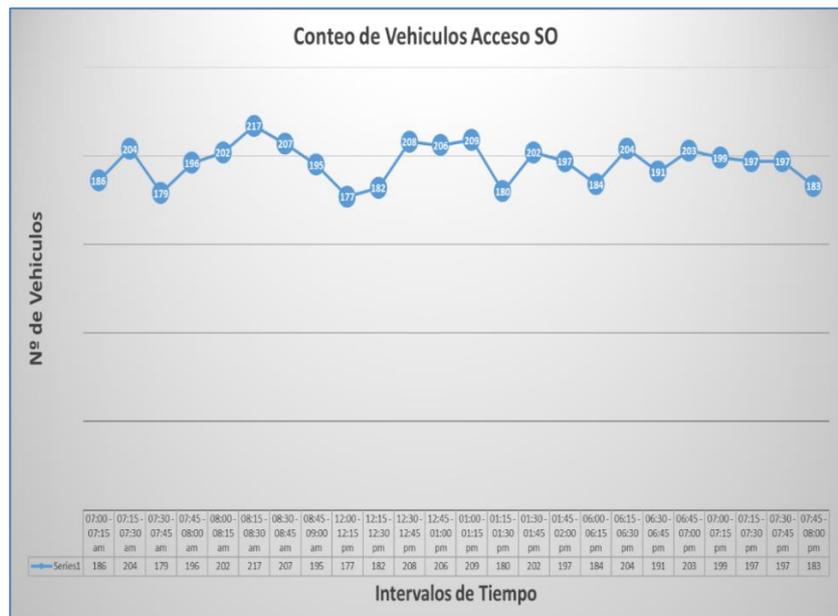
Según el grafico se puede apreciar que la mayor cantidad de vehículos que circula en la tercera estación de aforo se reporta entre las 18:00 a 19:00 horas en la Av. Leguía con dirección Sur-Este.

- 2da estación:

**Tabla N° 30: Aforo Vehicular - 2da Estación.**

AFORO VEHICULAR	
DIA	SABADO 15.12.18
Estacion	2
Tipo de Vehiculo	Nº
Motos	9
Autos	1272
Station Wagon	2551
Volkswagen	15
Camionetas	487
Combi	270
Microbuses	74
Buses	0
Camion	27
TOTAL	4705

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 53: Conteo de Vehículos - Acceso SO.**

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 31:** Conteo de Vehículos por intervalo – 2da

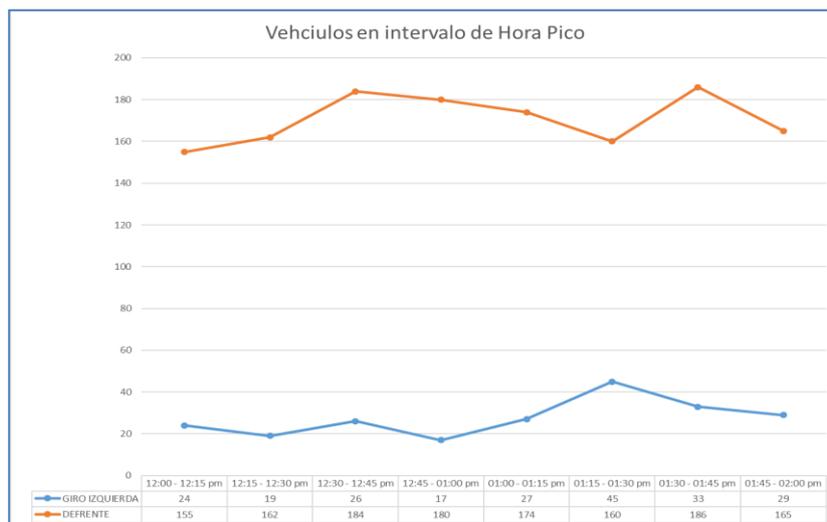
INTERVALO	VEH
07:00 - 07:15 am	186
07:15 - 07:30 am	204
07:30 - 07:45 am	179
07:45 - 08:00 am	196
08:00 - 08:15 am	202
08:15 - 08:30 am	217
08:30 - 08:45 am	207
08:45 - 09:00 am	195
12:00 - 12:15 pm	177
12:15 - 12:30 pm	182
12:30 - 12:45 pm	208
12:45 - 01:00 pm	206
01:00 - 01:15 pm	209
01:15 - 01:30 pm	180
01:30 - 01:45 pm	202
01:45 - 02:00 pm	197
06:00 - 06:15 pm	184
06:15 - 06:30 pm	204
06:30 - 06:45 pm	191
06:45 - 07:00 pm	203
07:00 - 07:15 pm	199
07:15 - 07:30 pm	197
07:30 - 07:45 pm	197
07:45 - 08:00 pm	183

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 32:** Máximo Vehículo por hora 1era Estación

FLUJO / GIRO	
15	14
SO	
	
SABADO	
<b>45</b>	<b>185</b>
<b>35</b>	<b>186</b>
<b>32</b>	<b>182</b>
LUNES	
<b>31</b>	<b>178</b>
<b>26</b>	<b>174</b>
<b>27</b>	<b>180</b>
MIERCOLES	
<b>31</b>	<b>171</b>
<b>36</b>	<b>179</b>
<b>28</b>	<b>170</b>

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 54:** Vehículos en Intervalo de Hora Pico (SO).

**Fuente:** Elaboración Propia.

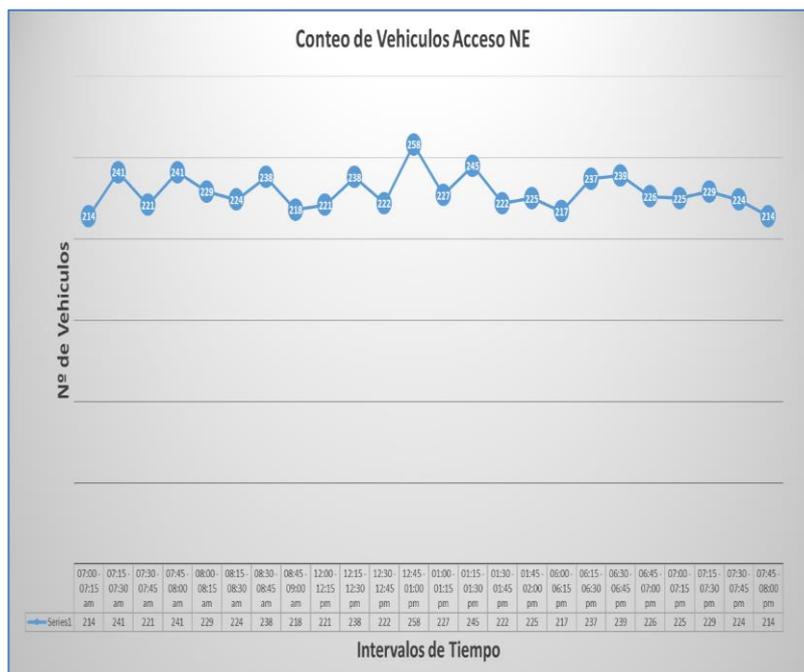
Según el gráfico se aprecia que la mayoría de vehículos se reporta en el lapso de tiempo de 08:00 a 08:30 am, en donde la estación de aforo se ubica en la Av. Leguía con dirección Sur-Oeste.

- 3ra estación:

**Tabla N° 33:** Aforo Vehicular - 3ra Estación.

AFORO VEHICULAR	
DIA	MIÉRCOLES 19.12.18
Estacion	3
Tipo de Vehiculo	Nº
Motos	141
Autos	1644
Station Wagon	2446
Volkswagen	14
Camionetas	318
Combi	250
Microbuses	669
Buses	4
Camion	9
TOTAL	5495

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 55:** Conteo de Vehículos - Acceso NE.

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 34:** Conteo de Vehículos por intervalo – 3era

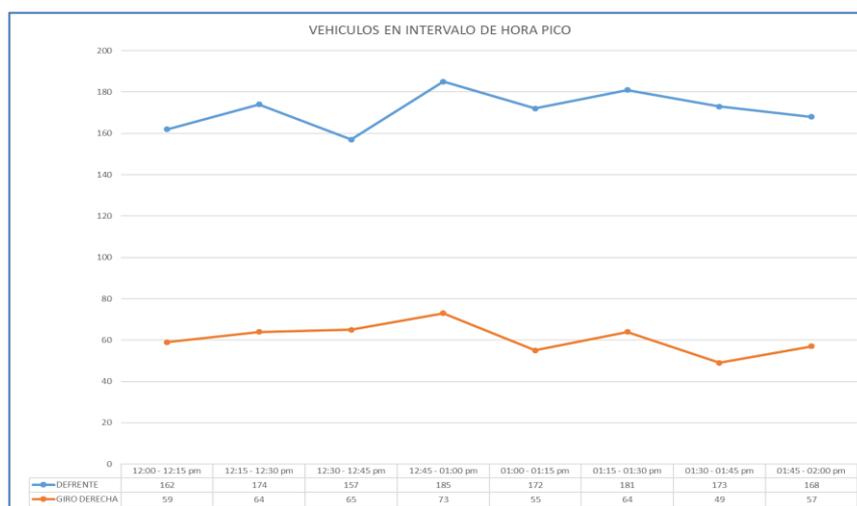
INTERVALO	VEH
07:00 - 07:15 am	214
07:15 - 07:30 am	241
07:30 - 07:45 am	221
07:45 - 08:00 am	241
08:00 - 08:15 am	229
08:15 - 08:30 am	224
08:30 - 08:45 am	238
08:45 - 09:00 am	218
12:00 - 12:15 pm	221
12:15 - 12:30 pm	238
12:30 - 12:45 pm	222
12:45 - 01:00 pm	258
01:00 - 01:15 pm	227
01:15 - 01:30 pm	245
01:30 - 01:45 pm	222
01:45 - 02:00 pm	225
06:00 - 06:15 pm	217
06:15 - 06:30 pm	237
06:30 - 06:45 pm	239
06:45 - 07:00 pm	226
07:00 - 07:15 pm	225
07:15 - 07:30 pm	229
07:30 - 07:45 pm	224
07:45 - 08:00 pm	214

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 35:** Máximo Vehículo por hora 3era Estación

FLUJO / GIRO	
20	19
NE	
↑	↪
SABADO	
<b>180</b>	<b>80</b>
<b>183</b>	<b>80</b>
<b>181</b>	<b>66</b>
LUNES	
<b>174</b>	<b>51</b>
<b>185</b>	<b>60</b>
<b>180</b>	<b>56</b>
MIERCOLES	
<b>184</b>	<b>65</b>
<b>185</b>	<b>73</b>
<b>180</b>	<b>71</b>

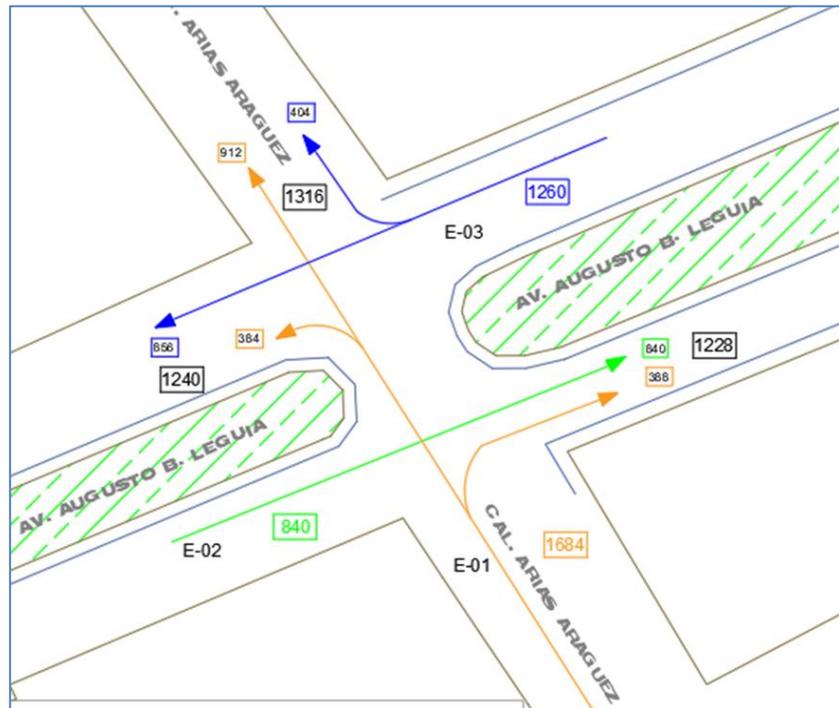
**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura N° 56:** Vehículos en Intervalo de Hora Pico (NE).

**Fuente:** Elaboración Propia.

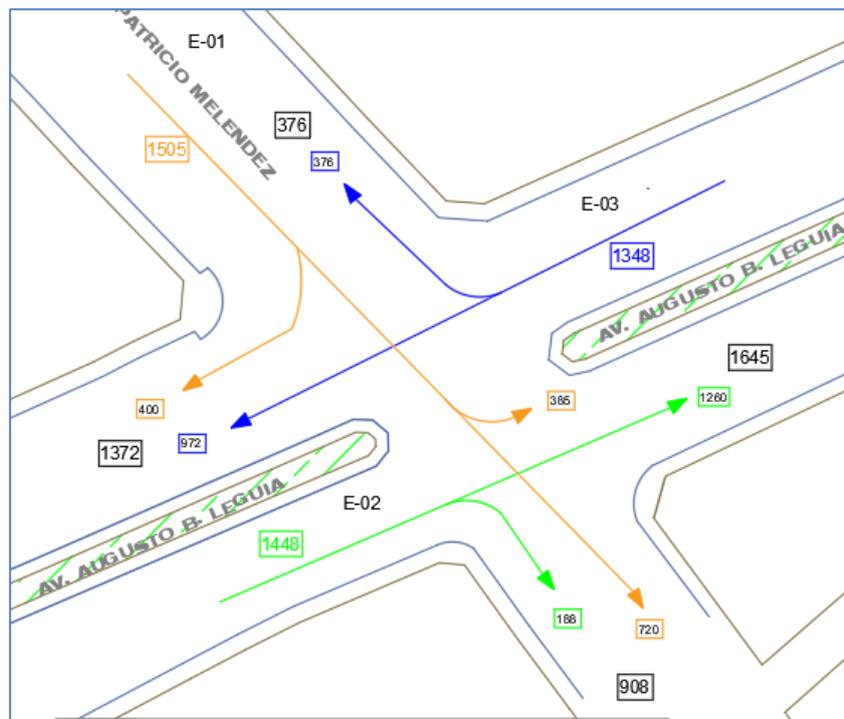
En la tercera Estación de conteo del tercer punto de aforo se registra los vehículos que van en la Avenida Leguía con dirección Nor-Este, en el horario de 12:45 a 13:00 pm.

Se tuvieron también que señalar los tipos de accesos y Cantidad de vehículos que circulan por cada Intersección según sus accesos.



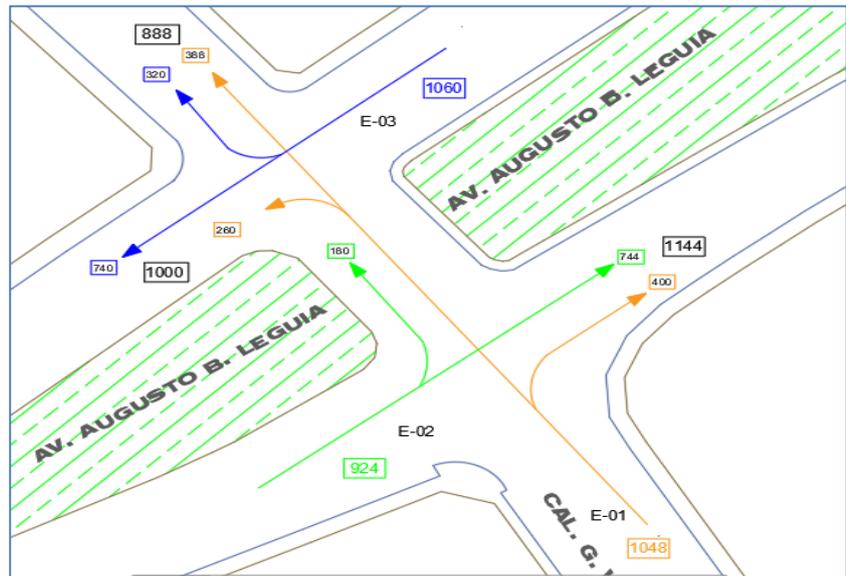
**Figura N° 57:** Flujograma de vehículos y sus respectivos giros en la intersección N°I

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 58:** Flujograma de vehículos y sus respectivos giros en la intersección N°II

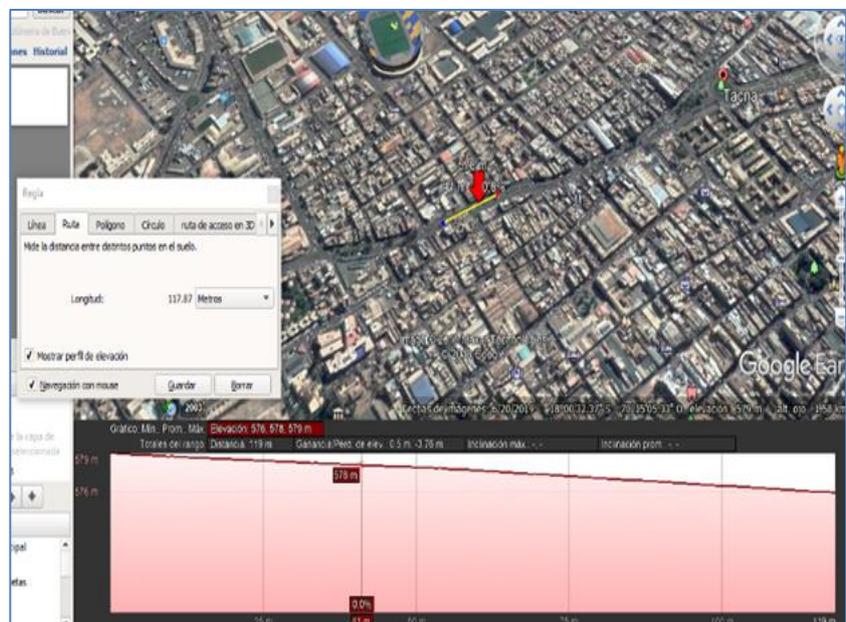
**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 59:** Flujograma de vehículos y sus respectivos giros en la intersección N°III.

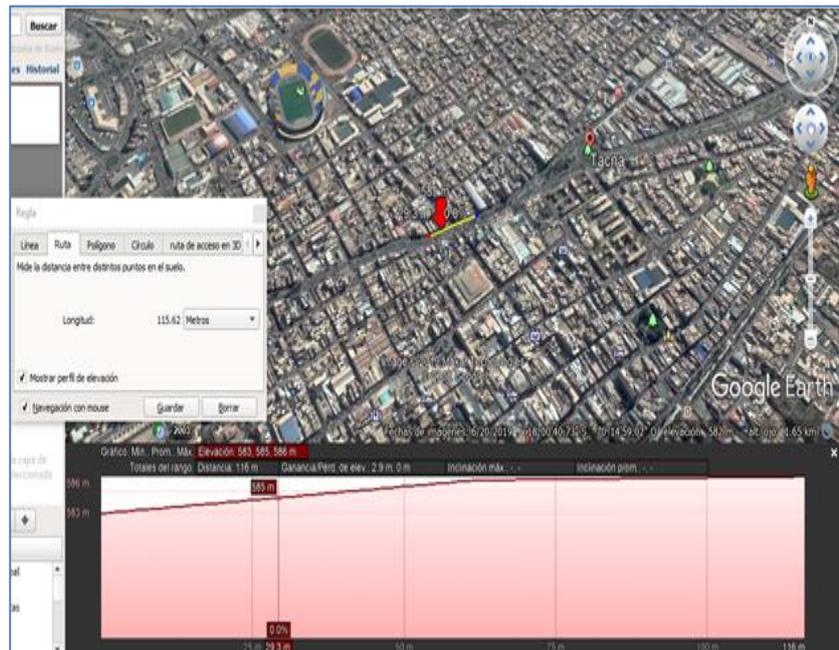
**Fuente:** Elaboración Propia.

Se obtuvo la pendiente con la ayuda del programa Google Earth en la que trazando una recta o ruta señalando el tramo te brinda la pendiente de la misma.



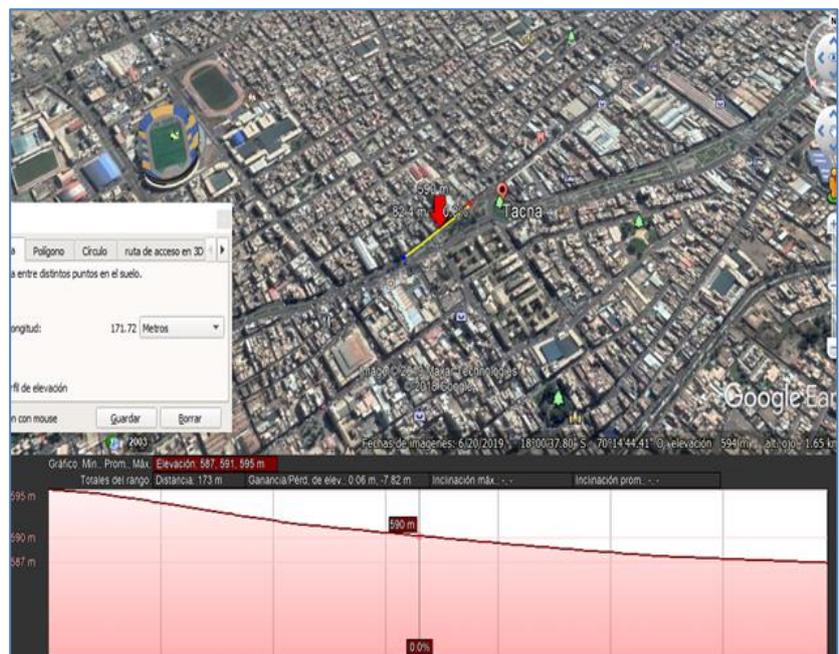
**Figura N° 60:** Pendiente del tramo de la Avenida Leguía en la Intersección N°1

**Fuente:** Google Earth



**Figura N° 61:** Pendiente del tramo de la Avenida Leguía en la Intersección N°2.

**Fuente:** Google Earth



**Figura N° 62:** Pendiente del tramo de la Avenida Leguía en la Intersección N°3.

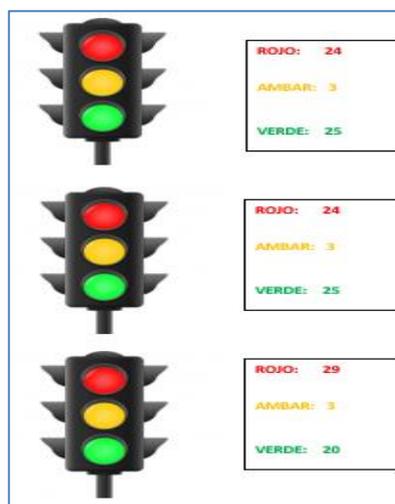
**Fuente:** Google Earth

### 3.4.3.4. Tiempos de Semaforización

Como parte de la recopilación de datos, se registró también los tiempos de verde, ámbar y rojo de cada fase de los semáforos.

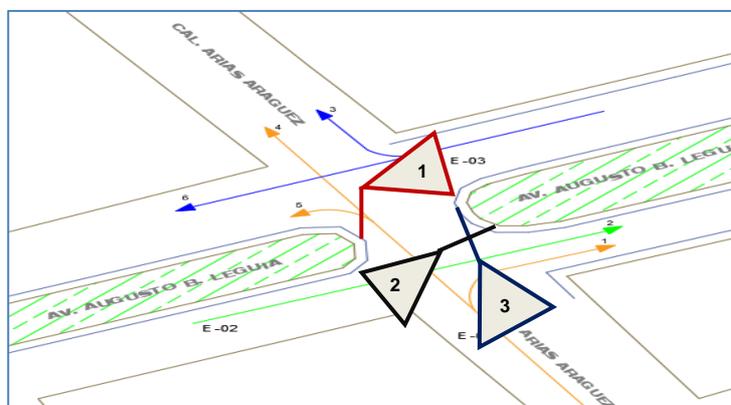
#### A. Intersección I- Av. Leguía – Av. Arias y Aragüez

En esta intersección el semáforo tiene un ciclo es de 52 segundos, siendo el tiempo de ámbar de 3 segundos de verde a rojo, mientras que de rojo a verde no hay ámbar. Las fases que se presentan son tres, las fases de cada ciclo se muestran en las siguientes tablas y figuras:



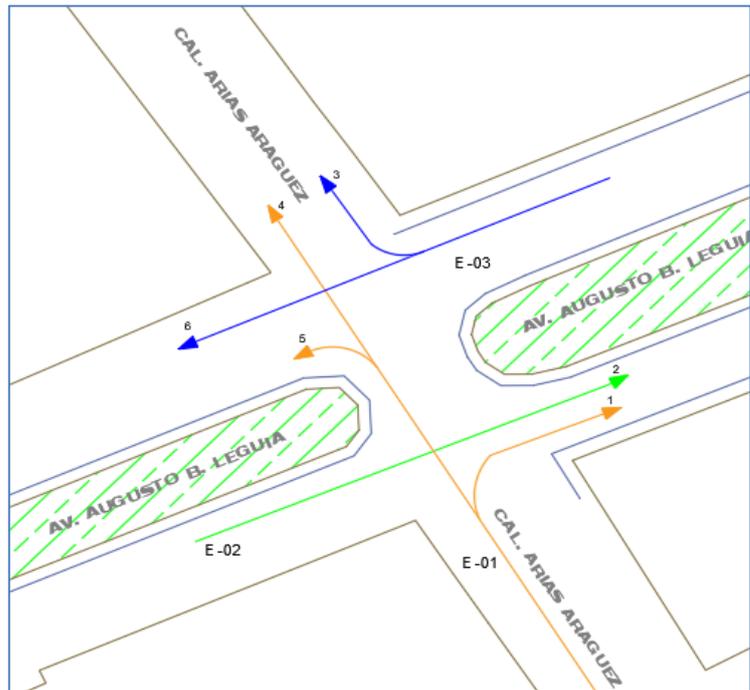
**Figura N° 63:** *Tiempos de Semaforización Intersección I - Av. Leguía – Av. Arias y Aragüez.*

**Fuente:** *Elaboración Propia.*



**Figura N° 64:** *Ubicación del ángulo de visión de los semáforos- Intersección I - Av. Leguía – Av. Arias y Aragüez.*

**Fuente:** *Elaboración Propia.*



**Figura N° 65:** Fases/Giros en la Intersección I (Av. Leguía - Av. Arias Aragüez)

**Fuente:** Elaboración Propia.

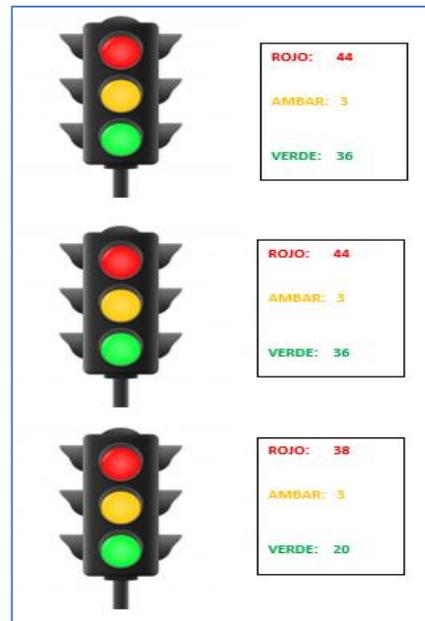
**Tabla N° 36:** Tiempos de Semaforización Intersección I

Tiempos de Semaforo : Interseccion I (Av. Leguía - Av. Arias Aragüez)						
Flujo / Giro	0 seg	24 seg	27 seg	29 seg	32 seg	52 seg
E02→2	Red		Yellow	Green		
E01→1	Red				Yellow	Green
E01→4	Red				Yellow	Green
E01→5	Red				Yellow	Green
E03→3	Red		Yellow	Green		
E03→6	Red		Yellow	Green		

**Fuente:** Elaboración Propia.

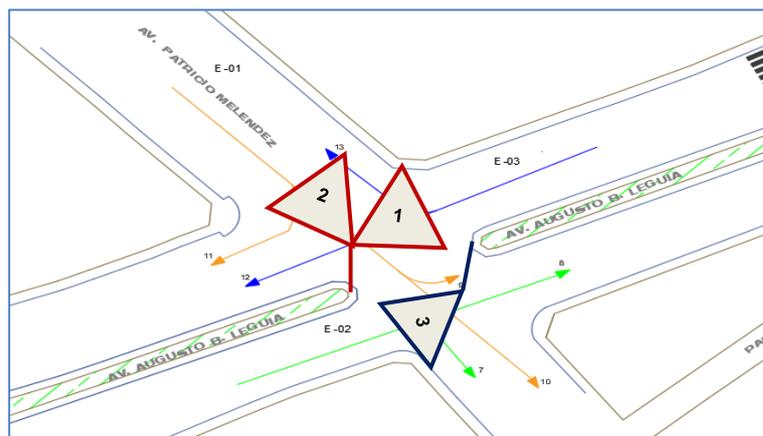
## B. Intersección II - Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.

En esta intersección el semáforo tiene un ciclo es de 82 segundos, siendo el tiempo de ámbar de 3 segundos de verde a rojo, mientras que de rojo a verde no hay ámbar. Las fases que se presentan son tres, las fases de cada ciclo se muestran en las siguientes tablas y figuras:



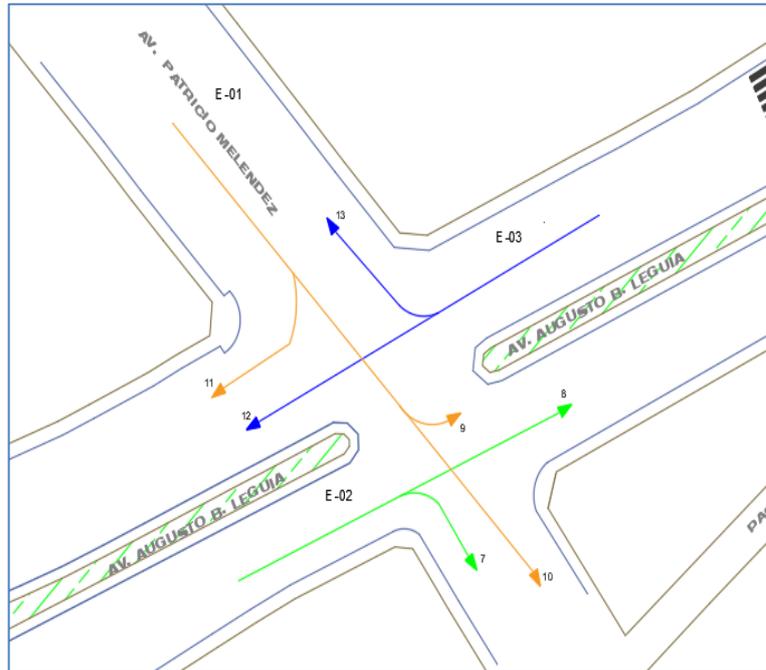
**Figura N° 66:** Tiempos de Semaforización Intersección II - Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 67:** Ubicación del ángulo de visión de los semáforos- Intersección II - Av. Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura N° 68:** Fases/Giros en la Intersección II (Av. Leguía - Av. Patricio Meléndez)

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 37:** Tiempos de Semaforización Intersección II.

Tiempos de Semaforo : Interseccion II (Av. Leguía - Av. Patricio Melendez)							
Flujo / Giro	0 seg	24 seg	27 seg	35 seg	38 seg	55seg	82 seg
E01→9	Green		Yellow	Red			
E01→10	Green		Yellow	Red			
E01→11	Green		Yellow	Red			
E02→7	Red				Yellow	Green	
E02→8	Red				Yellow	Green	
E03→12	Red				Yellow	Green	
E03→13	Red				Yellow	Green	

**Fuente:** Elaboración Propia.

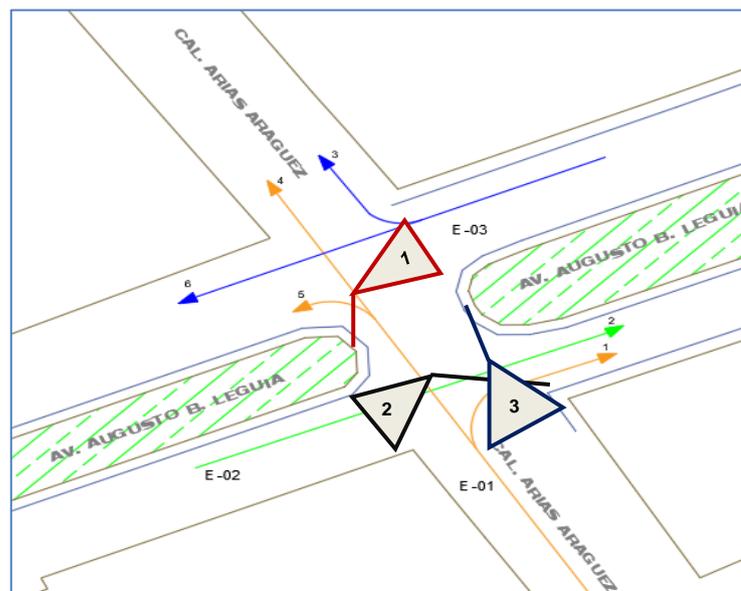
### C. Intersección III - Av. Leguía – Gral Vizquerra.

En esta intersección el semáforo tiene un ciclo es de 52 segundos, siendo el tiempo de ámbar de 3 segundos de verde a rojo, mientras que de rojo a verde no hay ámbar. Las fases que se presentan son tres, las fases de cada ciclo se muestran en las siguientes tablas y figuras:



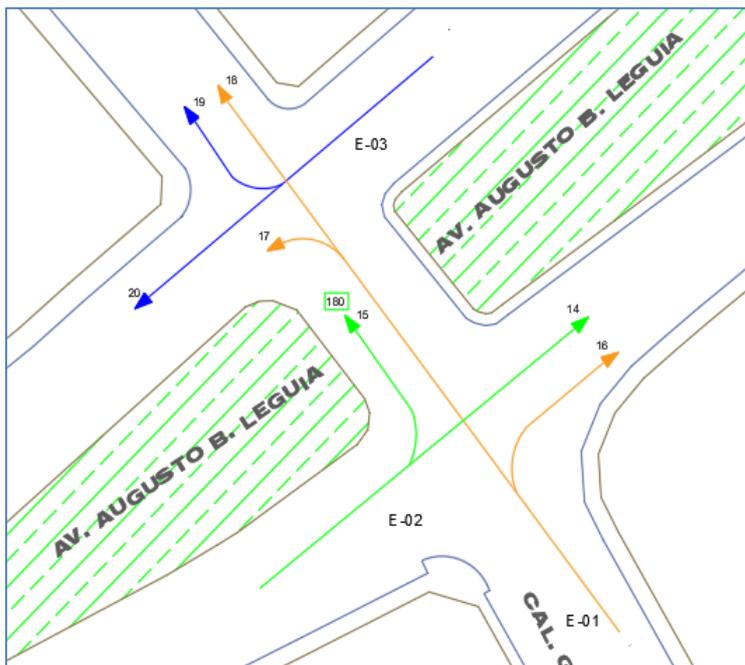
**Figura N° 69 :** *Tiempos de Semaforización Intersección Av. Leguía – Gral Vizquerra.*

**Fuente:** *Elaboración Propia.*



**Figura N° 70:** *Ubicación del ángulo de visión de los semáforos*

**Fuente:** *Elaboración Propia.*



**Figura N° 71:** Fases/Giros en la Intersección III (Av. Leguía - Calle Gral Vizquerra)

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla N° 38:** Tiempos de Semaforización Intersección III

Tiempos de Semaforo : Interseccion III (Av. Leguía - Ctle. Gral Vizquerra)						
Flujo / Giro	0seg	24 seg	27seg	28seg	31seg	52 seg
E02→14						
E02→15						
E01→16						
E01→17						
E01→18						
E03→19						
E03→20						

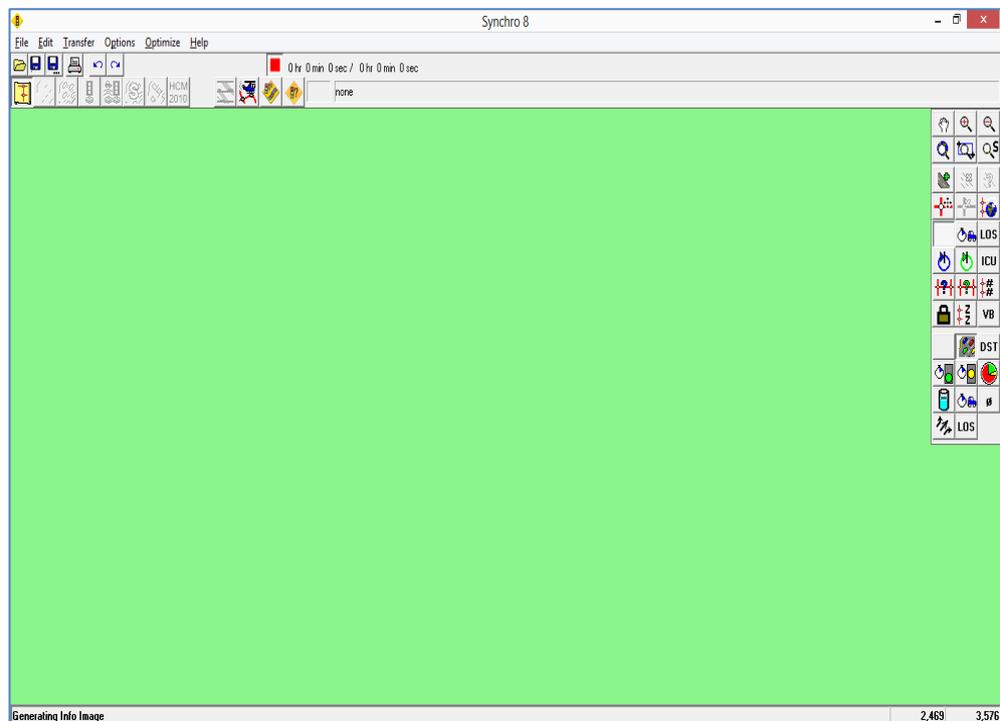
**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.5. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

#### 3.5.1. Simulación real con el programa Synchro 8.0

El programa SYNCHRO nos ofrece una serie de opciones y herramientas para poder crear un modelo en el cual se simulará las condiciones de tráfico, de acuerdo a las herramientas que nos brinda el programa nos permitirá realizar el análisis del nivel de capacidad, nivel de servicio y generar soluciones.

Se presenta a continuación la hoja de trabajo del programa Synchro V8.0 en la cual se observa la paleta de herramientas para dibujar y analizar la vía en estudio.



**Figura N° 72:** Hoja de Trabajo del Programa Synchro V8.0.

**Fuente:** Software Synchro V8.0.

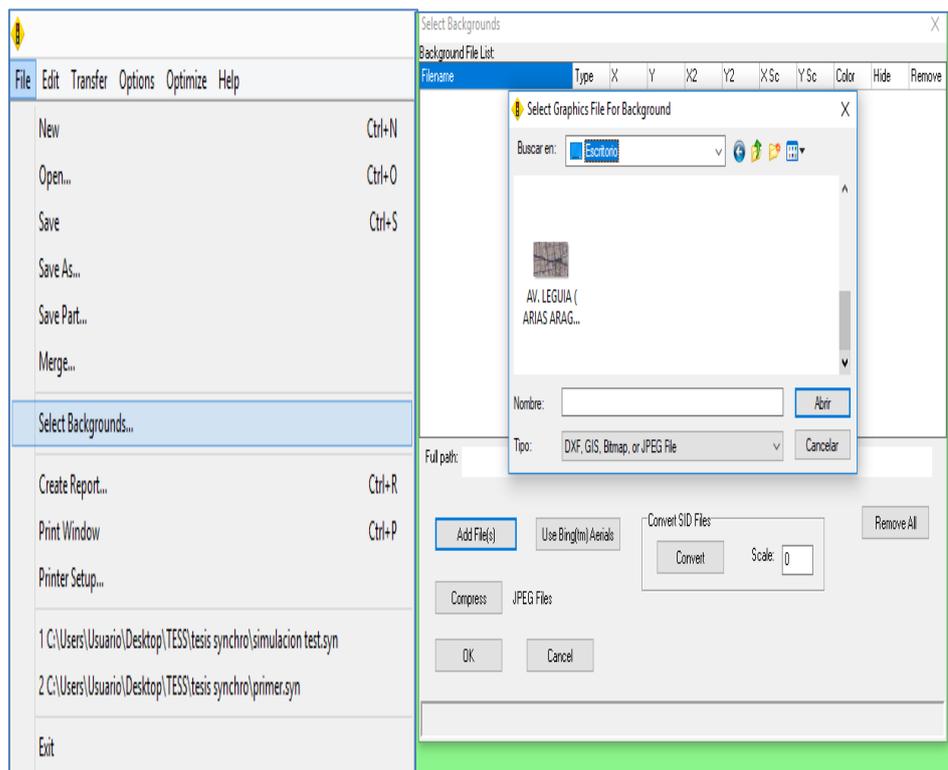
Para poder comenzar con la representación real dentro del programa, debemos poder reconocer cada una de las opciones y herramientas que nos brinda el programa, la cual fue detallada en el Marco Teórico Para poder Iniciar con la inserción de datos debemos localizar e insertar en la hoja de trabajo la imagen de la zona de estudio,

en este caso la Av. Leguía, tratando de visualizar de la manera más clara toda el área de intervención.

- **Primero se procede a insertar la Imagen Satelital.**

Nos ubicamos en la barra de herramientas del programa, y ejecutamos lo siguiente:

- Seleccionamos File > Select Backgrounds.
- Luego elegimos la opción “Add File(s) para seleccionar la imagen que hemos tomado con un ScreenShot (captura de Pantalla) del programa Google Maps.
- Una vez que seleccionamos la opción “Add File(s): Procedemos a insertar la imagen satelital anteriormente guardada en Formato JPEG, para que sea compatible con el programa Synchro V8.0.

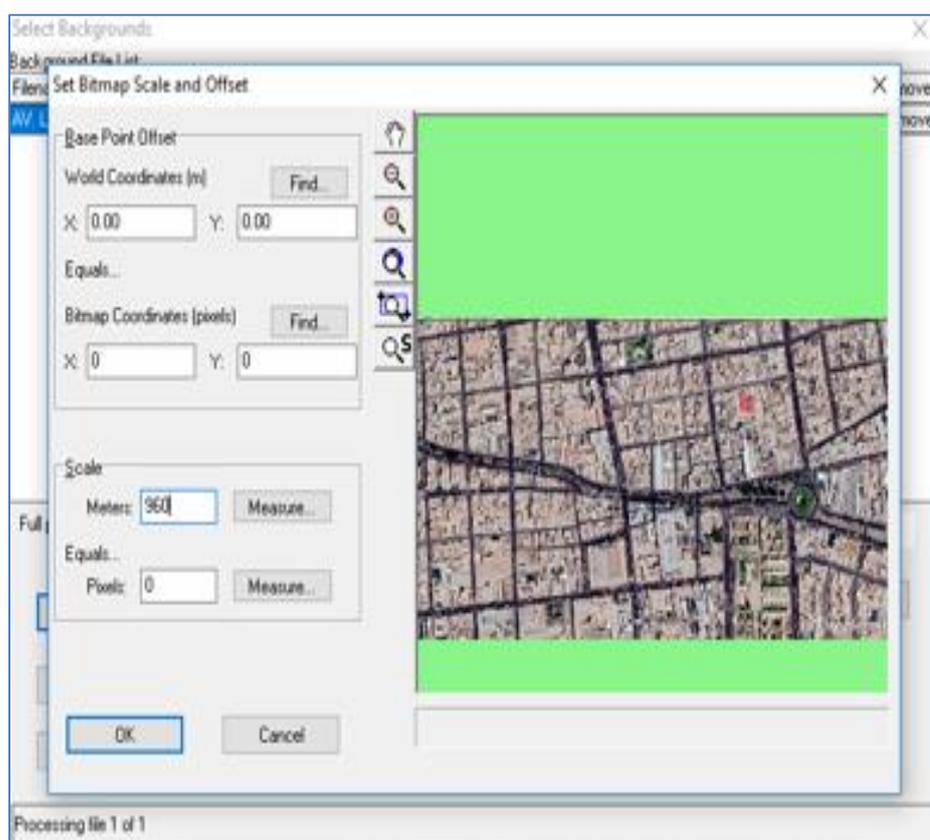


**Figura N° 73:** Procedimiento para poder Insertar la Imagen de la Zona de estudio en la hoja de trabajo del programa.

**Fuente:** Software Synchro V8.0.

Una vez que localicemos la imagen, debemos dar clic en la opción “abrir” para poder insertar los datos necesarios para que el programa reconozca la escala de la imagen.

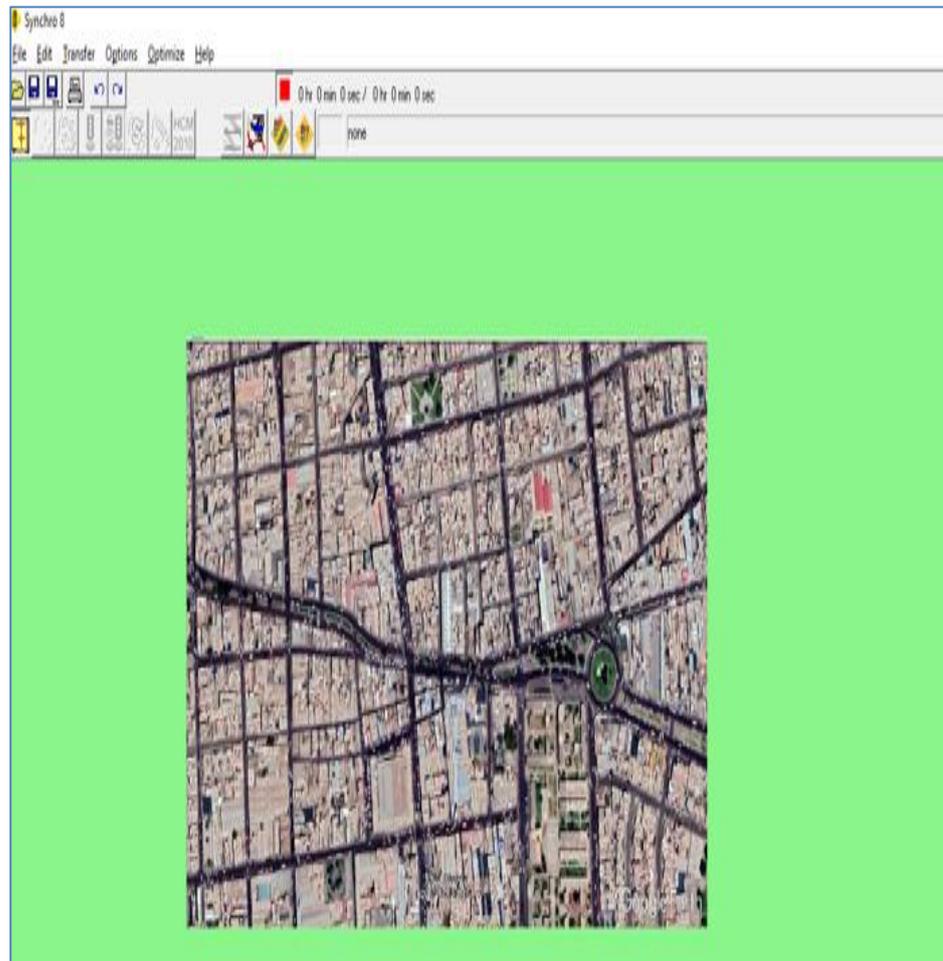
Para ello debemos ubicarnos en el cuadro que indica World Coordinates, y podremos insertar las coordenadas de la ubicación de la zona de estudio; una vez hecho esto deberemos colocar en que escala se encuentra la imagen que hemos insertado; donde indica “scale” se insertara la longitud Horizontal de la imagen de la imagen tomando como referencia la calle donde inicia la imagen hasta la calle donde termina; nos podremos ayudar del programa Google Maps con la opción “Regla” la cual nos dará la distancia en metros.



**Figura N° 74:** Procedimiento para poder Insertar la Imagen de la Zona de estudio.

**Fuente:** Software Synchro V8.0.

Una vez realizados los pasos anteriores damos Clic en la opción “Ok” para poder visualizar la imagen que hemos insertado.



**Figura N° 75:** Imagen Satelital Insertada al programa Synchro V8.0.

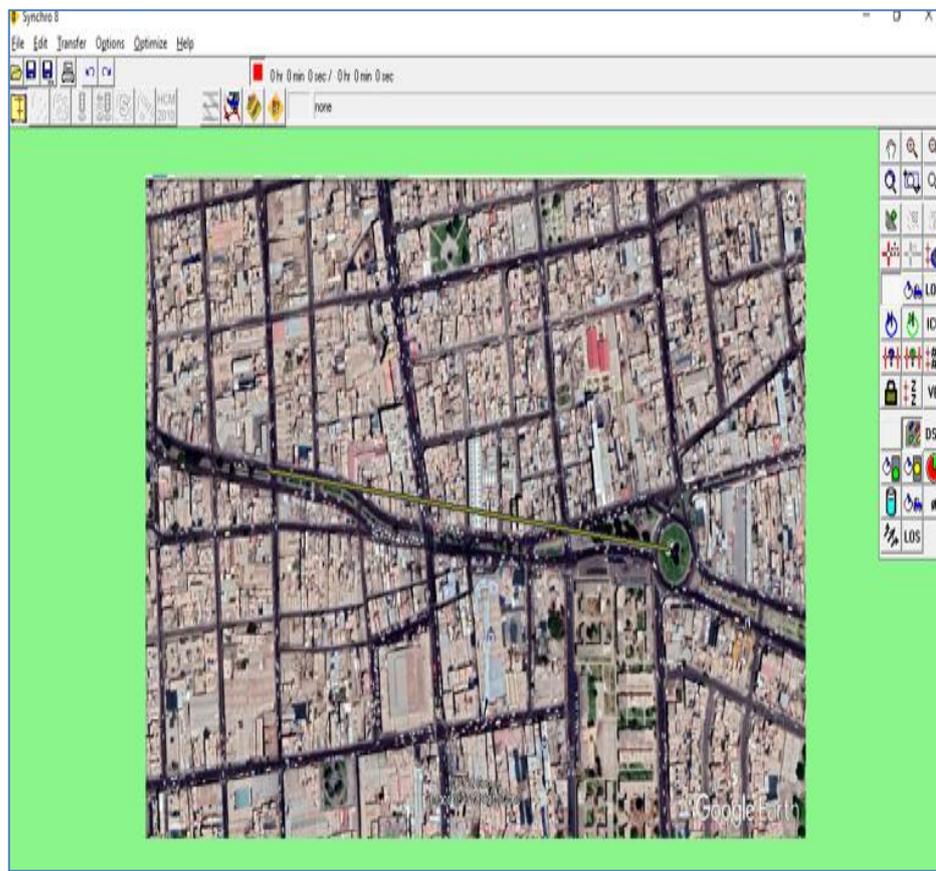
**Fuente:** Software Synchro V8.0.

- **E**

### **Esquema de la Vía en Estudio**

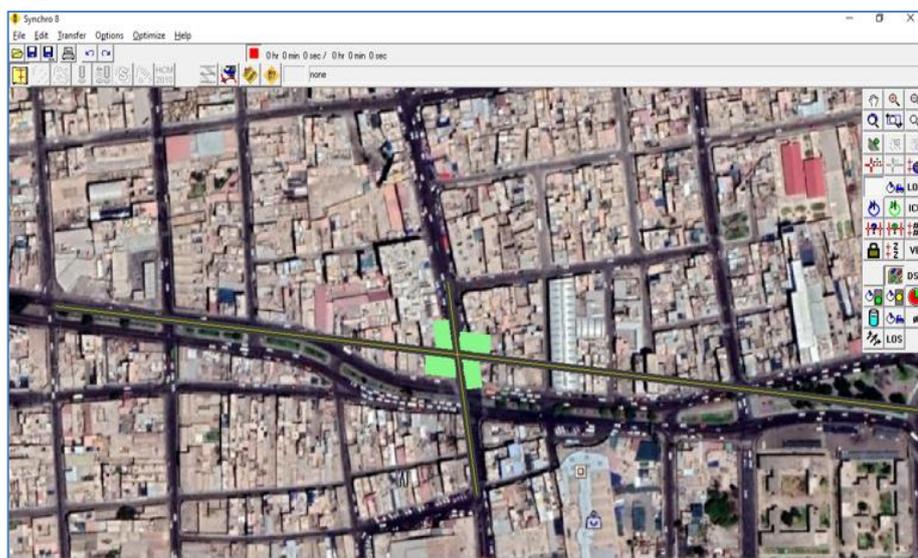
La barra de herramientas que presenta el programa Synchro nos da la opción de añadir una línea la cual representara la Avenida que es objeto de Análisis; damos clic en la opción “Add Link” para poder empezar a trazar las Avenidas y calles de Intersección.

Se dibujó la Avenida Leguía tomando en cuenta que el tramo en estudio está definido entre la Av. General Vizquerra hasta la Av. Arias Y Aragüez intersectándolas de manera recta con las calles que la atraviesan.



**Figura N° 76:** Trazado de la Av. Leguía entre el tramo Gral. Vizquerra y Arias Y Aragüez.

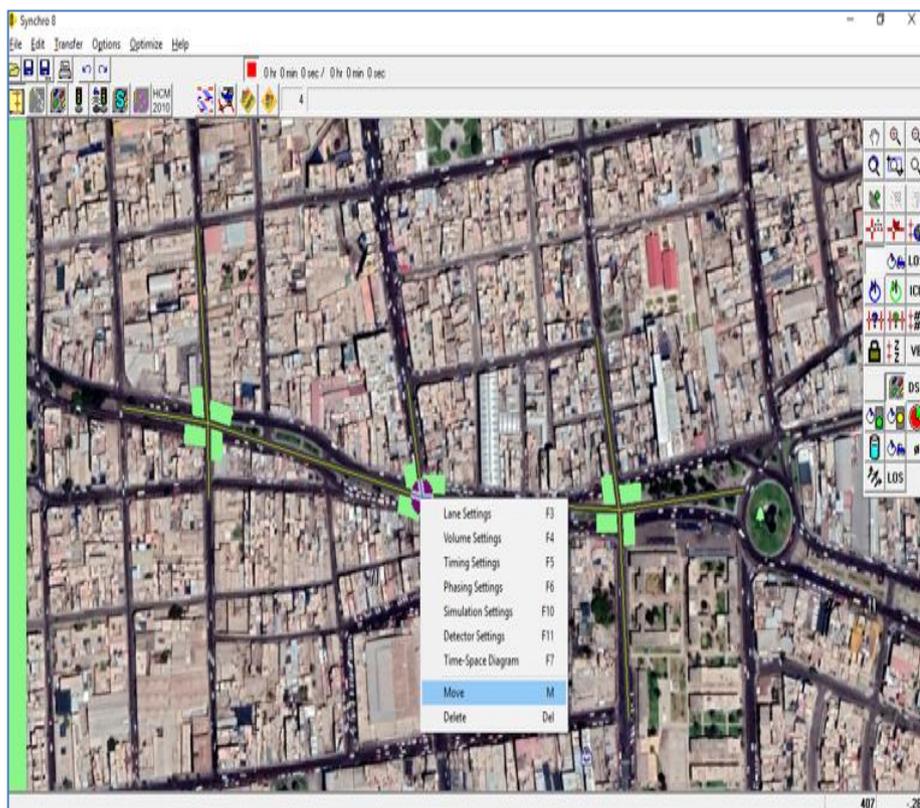
**Fuente:** Software Synchro V8.0.



**Figura N° 77:** Trazado Intersecciones en la Av. Leguía entre el tramo Gral. Vizquerra y Arias Aragüez.

**Fuente:** Software Synchro V8.0.

Una vez que hemos insertado la Avenida Principal y a las Avenidas y Calles que la intersecan, procedemos a darle la forma para que se asemeje a la Avenida Leguía que se visualiza en Campo. Podemos seleccionar los nodos para poder ubicarlos en los puntos de intersección de la Avenida Leguía; habiendo hecho esto, también podremos darle la forma curva que posee la Avenida Leguía asemejándose a la realidad.

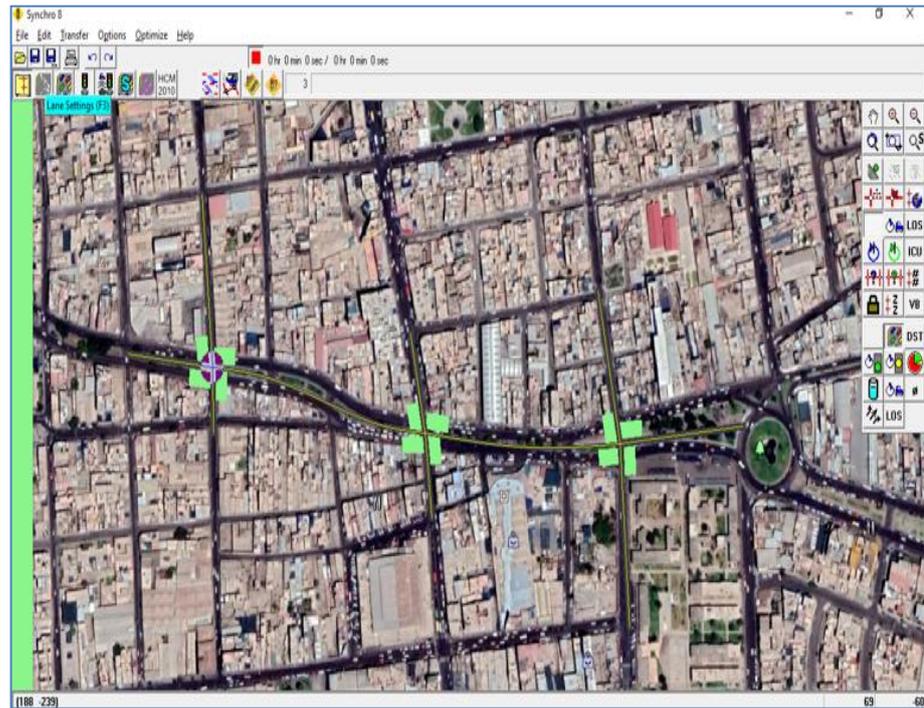


**Figura N° 78:** Proceso de Asemejar las líneas insertadas a la realidad.

**Fuente:** Software Synchro V8.0

- **Comando Lane Settings**

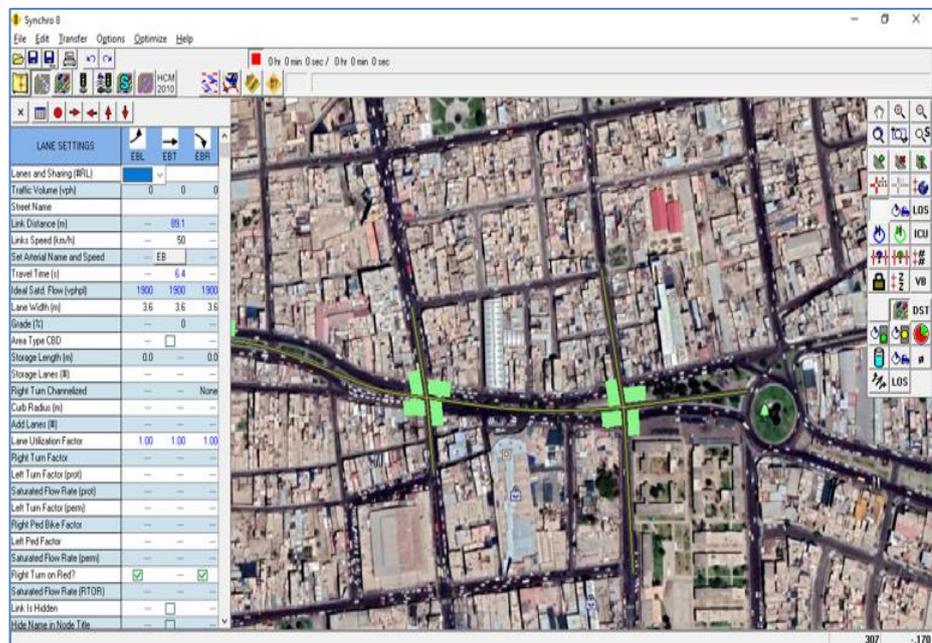
Para poder comenzar con a insertar los datos debemos ir a la barra de herramientas y dar clic en la opción “Lane Settings”, para colocar la información obtenida en campo los cuales son; nombre de las Avenidas y calles de la zona de estudio, ancho de carriles, longitud de las vías, velocidad promedio de circulación de los vehículos, etc.



**Figura N° 79:** Esquema de la Avenida Leguía asemejada a la visualización en Campo.

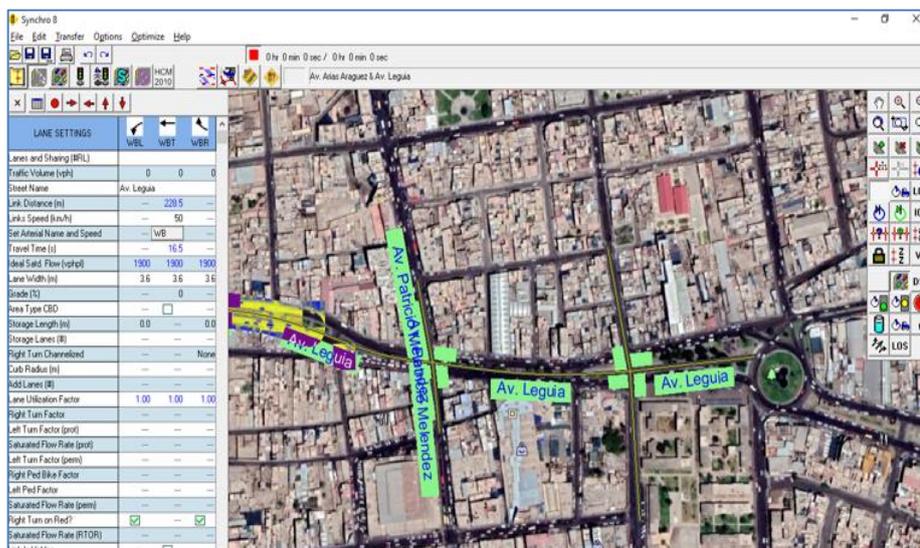
**Fuente:** Software Synchro V8.

Se coloca en la tercera fila “Street Name” el nombre de las vías ha estudio.



**Figura N° 80:** Cinta de Opciones del Comando Lane Settings.

**Fuente:** Software Synchro V8.

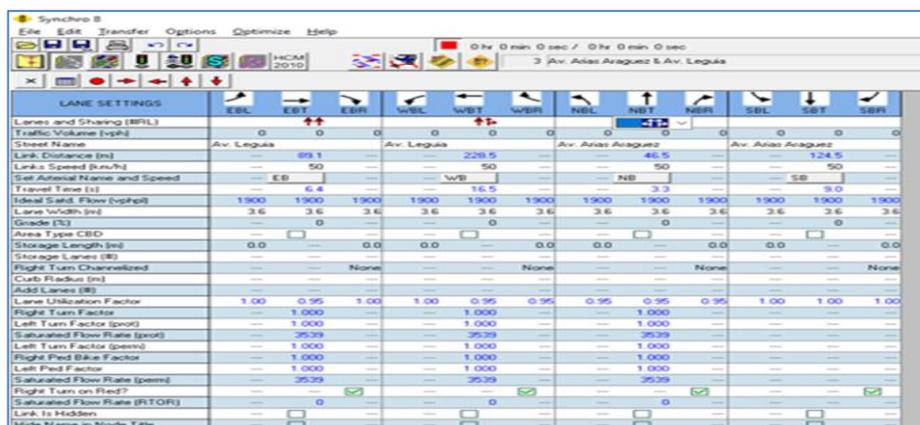


**Figura N° 81:** Imagen de las vías con su respectiva nomenclatura de la Av. Leguía con las Calles y Avenidas que la intersectan.

**Fuente:** Software Synchro V8.

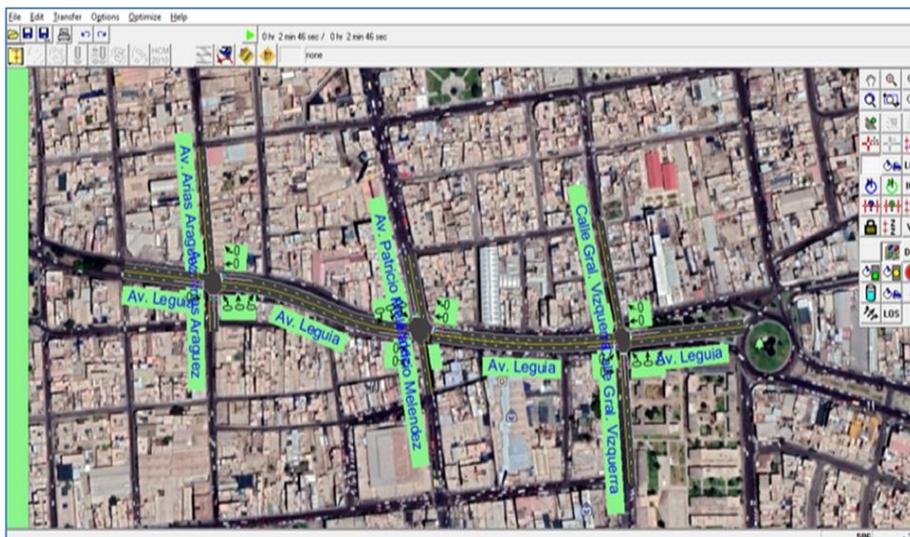
La cinta de Opciones del comando Lane Settings nos brinda la facilidad de colocar el nombre de las vías seleccionando la opción WB, EB dependiendo la dirección que tenga la vía y el flujo vehicular.

La primera opción “Lanes and Sharing” se debe indicar la dirección que tienen los carriles dependiendo el acceso de las distintas estaciones de aforo, donde nos permite seleccionar el tipo de movimiento o giro que realizan los vehículos al llegar a la intersección.



**Figura N° 82 :** Imagen de la cinta de Opciones con los datos insertados del Programa Synchro V8.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 83:** Esquema de la Av. Leguía con los Movimientos y giros respectivos de cada Acceso.

**Fuente:** Software Synchro V8.

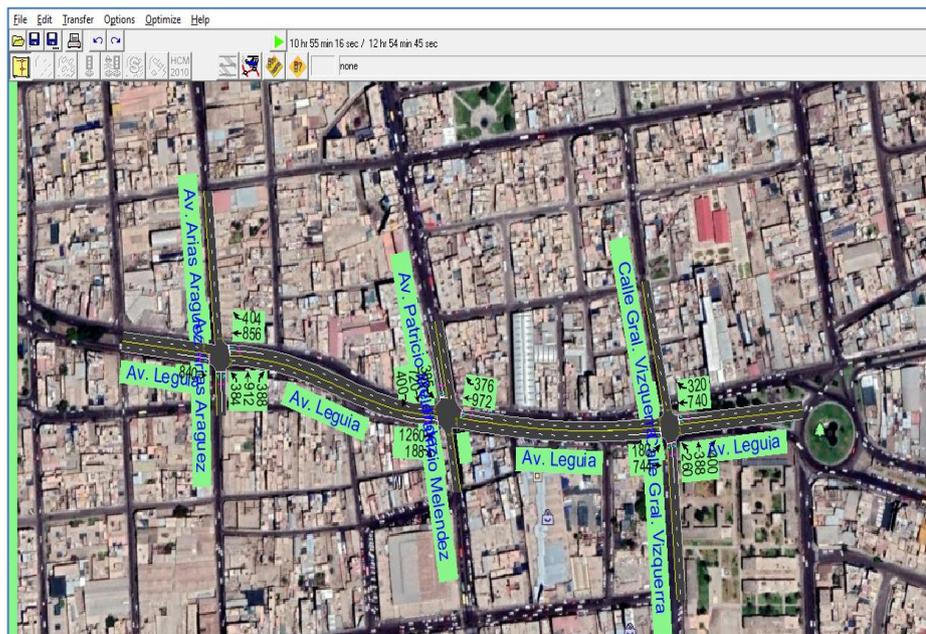
En la siguiente Opción “Traffic Volume (vph)” es donde se ingresará los volúmenes de tráfico obtenidos durante la etapa de recopilación de datos, estos serán la sumatoria del volumen de tráfico de todos los vehículos que se registraron en las estaciones de aforo por cada giro respectivo.

El volumen de tráfico obtenido en campo será multiplicado por 4, esto con tal de hacer referencia a los 15 minutos que contiene el mayor flujo vehicular durante la hora pico.

VOLUME SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#/L)		↑↑			↑↑			↑↑				
Traffic Volume (vph)	0	840	0	0	856	404	384	912	388	0	0	0
Conflicting Peds. (#/hr)	56	—	28	36	—	40	44	—	48	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Blockages (#/hr)	0	2	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	913	0	0	930	439	417	991	422	0	0	0
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	913	0	0	1369	0	0	1830	0	0	0	0

**Figura N° 84:** Cinta de Opciones con los datos insertados de la recopilación en Campo.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 85:** Imagen de la zona de estudio con los datos que reflejan el volumen del flujo vehicular.

**Fuente:** Software Synchro V8.

Finalmente los datos que están de color azul son los cálculos que realiza el programa en base al manual HCM 2010, teniendo en cuenta todos los factores que afectan el flujo vehicular.

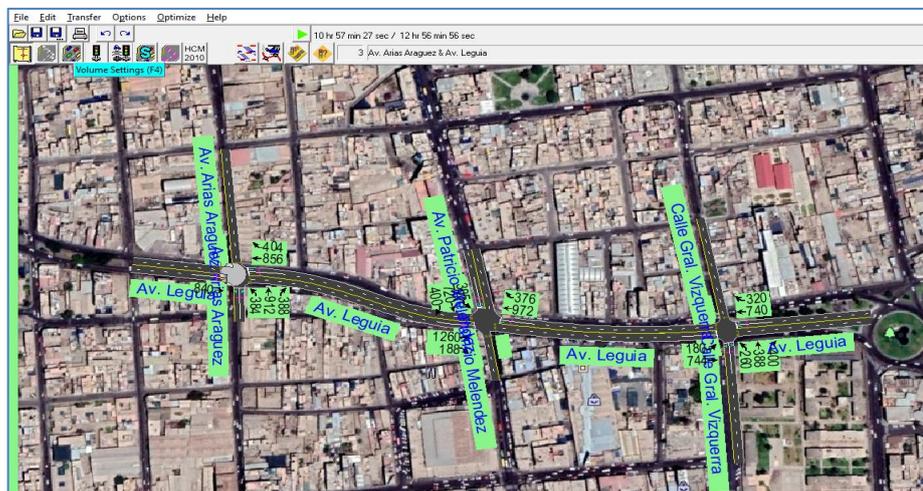
LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (HRL)	↑↑			↑↑			↑↑					
Traffic Volume (vph)	0	840	0	0	856	404	384	912	388	0	0	0
Street Name	Av. Leguía			Av. Leguía			Av. Arias Araguez			Av. Arias Araguez		
Link Distance (m)	89.1			228.5			46.5			124.5		
Links Speed (km/h)	40			40			40			40		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	8.0			20.6			4.2			11.2		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.8	3.8	3.8	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	4.5	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	0			0			0			0		
Area Type CBD	✓			✓			✓			✓		
Storage Length (m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—			—			—			—		
Right Turn Channelized	—			None			None			None		
Curb Radius (m)	—			—			—			—		
Add Lanes (#)	—			—			—			—		
Lane Utilization Factor	1.00	0.95	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	—			0.952			0.965			—		
Left Turn Factor (prot)	—			1.000			0.989			—		
Saturated Flow Rate (prot)	—			3308			3353			—		
Left Turn Factor (perm)	—			1.000			0.989			—		
Right Ped Bike Factor	—			0.984			0.987			—		
Left Ped Factor	—			1.000			0.990			—		
Saturated Flow Rate (perm)	—			3308			3320			—		
Right Turn on Red?	—			✓			✓			✓		
Saturated Flow Rate (RTOR)	—			0			34			58		
Link Is Hidden	—			—			—			—		

**Figura N° 86:** Resultados Calculados por el programa basados en el manual HCM 2010.

**Fuente:** Software Synchro V8.

▪ **Comando Volumen Settings**

La tercera opción de la Barra de herramientas “Volumen Settings” nos permite ingresar la información con respecto a la configuración de volúmenes de tráfico.



**Figura N° 87:** Imagen indicando el símbolo del comando Volume Settings.

**Fuente:** Software Synchro V8.

El programa toma por defecto los datos insertados en la configuración del Lane Settings; luego debemos insertar el valor obtenido en campo del conteo de peatones que circulan o cruzan sobre el acceso, este dato debe ser el que se registra durante el mayor flujo vehicular.

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↑			↑↑			↑↑				
Traffic Volume (vph)	0	840	0	0	856	404	384	912	388	0	0	0
Conflicting Peds. (#/hr)	56	—	28	36	—	40	44	—	48	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Blockages (#/hr)	0	2	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	913	0	0	930	439	417	991	422	0	0	0
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	913	0	0	1369	0	0	1830	0	0	0	0

**Figura N° 88:** Cinta de Opciones de la Opción Volumen Settings del Programa Synchro V8.

**Fuente:** Software Synchro V8.

En la quinta fila “Peak Hour Factor” es el factor de hora pico para encontrar el flujo de tráfico en el intervalo de tiempo de 15 minutos más cargados en la hora pico.

Se inserta el factor de 0.92 de PHF, debido a que la zona de estudio es una zona urbana.

Cuando este valor es cercano a 1 significa que la distribución de volúmenes de tránsito durante la hora pico es relativamente uniforme, mientras que, si es menor el valor, quiere decir que existen grandes variaciones de volúmenes.

VOLUME SETTINGS	EBL			WBL			NBL			SBL		
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)		↑↑		↑↑			↑↑					
Traffic Volume (vph)	0	840	0	0	856	404	384	912	388	0	0	0
Conflicting Peds. (#/hr)	56	—	28	36	—	40	44	—	48	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Blockages (#/hr)	0	2	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	913	0	0	930	439	417	991	422	0	0	0
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	913	0	0	1369	0	0	1830	0	0	0	0

**Figura N° 89:** Imagen con los datos insertados de la recopilación en campo.

**Fuente:** Software Synchro V8.

### ▪ Configuración de Nodos

El programa te permite previamente a la configuración de sincronización insertar los datos de los nodos o intersecciones que están siendo evaluadas.

NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	
X East (m):	187.6
Y North (m):	-238.9
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	102.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	102.0
Natural Cycle(s):	120.0
Max v/c Ratio:	1.46
Intersection Delay (s):	157.7
Intersection LOS:	F
ICU:	1.05
ICU LOS:	G
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - Unassigned
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single

**Figura N° 90:** Imagen del cuadro de Configuración de Nudos de Las intersecciones.

**Fuente:** Software Synchro V8.

Dentro del cuadro de la figura anterior. Nos permite colocar el Número de Nodo, a que zona determinada está siendo evaluada. Las coordenadas X, Y son insertadas de acuerdo al programa, en función de los datos colocados al inicio en configuración de imagen insertada.

En la opción “Control Type”, nos ofrecen 5 opciones de la cual escogeremos PRETIMED, ya que los semáforos que estamos analizando tienen su temporización predeterminada o programada.

Posteriormente en la fila “Cycle Length” es el tiempo total de semaforización expresada en segundos, es decir los tiempos que suman los ciclos rojo, ámbar y verde.

NODE SETTINGS	
Node #	9
Zone:	vizquer
X East (m):	613.8
Y North (m):	-293.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	52.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	52.0
Natural Cycle(s):	95.0
Max v/c Ratio:	1.96
Intersection Delay (s):	203.7
Intersection LOS:	F
ICU:	0.86
ICU LOS:	E
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - Unassigned
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>

**Figura N° 91:** Datos Insertados de la Intersección Gral. Vizquerra – Av. Leguía.

**Fuente:** Software Synchro V8.

NODE SETTINGS	
Node #	4
Zone:	Patric
X East (m):	409.7
Y North (m):	-285.6
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	83.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	83.0
Natural Cycle(s):	145.0
Max v/c Ratio:	2.12
Intersection Delay (s):	377.9
Intersection LOS:	F
ICU:	0.67
ICU LOS:	C
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - Unassigned
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single

**Figura N° 92:** Datos Insertados de la Intersección Av. Patricio Meléndez – Av. Leguía.

**Fuente:** Software Synchro V8.

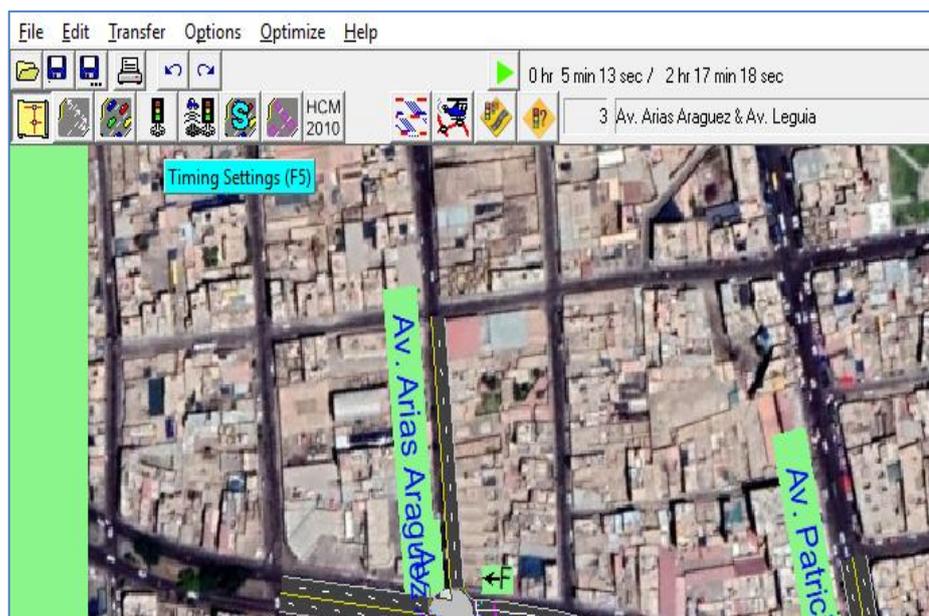
NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	
X East (m):	187.6
Y North (m):	-238.9
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	51.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	51.0
Natural Cycle(s):	40.0
Max v/c Ratio:	0.72
Intersection Delay (s):	12.6
Intersection LOS:	B
ICU:	0.70
ICU LOS:	C
Offset (s):	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - Unassigned
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single

**Figura N° 93:** Datos Insertados de la Intersección Av. Arias Y Aragüez – Av. Leguía.

**Fuente:** Software Synchro V8.

#### ▪ Comando Timing Settings

El cuarto comando se ingresa la configuración de volúmenes realizando la configuración de sincronización.



**Figura N° 94:** Imagen indicando el Comando Timing Settings.

**Fuente:** Software Synchro V8.

El programa recopila la información insertada anteriormente en el comando "Lane Settings", para insertar los datos de "lanes and Sharing" y "Traffic Volume", definiendo los Giros y asignando los volúmenes ya insertados. En la Tercera fila es el tipo de giro que establece el programa como nivel de protección. Se le asignaron a los niveles de protección a los giros que están en el análisis de campo.

La 4ta y 5ta fila lo que te permite es ingresar las fases permitidas y protegidas, el programa asigna por defecto el estándar establecido en la configuración NEMA.

Se asignó las fases de acuerdo al estado actual que tienen los semáforos en la intersección en campo. Teniendo en cuenta la codificación NEMA.

La 6ta fila te permite asignar información si es que existieran detectores en los semáforos de las intersecciones en estudio.

La 7ma fila "Heavy Vehicles" te permite ingresar en función de porcentaje la cantidad de vehículos pesados, es decir camiones y buses.

La décima fila ya nos permite insertar los datos reales de lapsos que están programados en el semáforo, en este caso la fila "Minimun Initial" es el tiempo verde inicial mínimo que garantiza el servicio en la primera fase. Se coloca el valor de 4 ya que el tiempo mínimo es un valor irrelevante, puesto los semáforos se programan para tener valores mínimos de acuerdo al estudio de Transito de Diseño mayores a 1.

En la fila Nª11 es el tiempo más corto permitido en cada fase. El valor asignado debe ser lo suficiente para permitir los intervalos mínimos iniciales, es decir debe contener los lapsos de tiempo del tiempo rojo más el amarillo.

La Fila 12 es el tiempo total en segundos que contengan los 3 tiempos (verde Rojo y Amarillo).

La fila Nª13 como su nombre lo indica "Yellow Time" es el tiempo amarillo que debe tener el intervalo ámbar en cada acceso. Dicho número esta entre los 3 y 5 segundos, esto teniendo en consideración

las consideraciones de diseño. En el caso de la muestra en estudio todos los semáforos tienen en sus distintos Accesos el valor de 3 segundos, por lo tanto, ese fue el valor asignado.

TIMING SETTINGS														
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Shading (#RL)		↑↑		↑↑			↑↑							
Traffic Volume (vph)	0	840	0	0	856	404	384	912	388	0	0	0		
Turn Type							Perm							
Protected Phases		4			8			2						
Permitted Phases							2							
Detector Phases		4			8		2	2						
Switch Phase		0			0		0	0						
Leading Detector (m)		10.0			10.0			10.0						
Trailing Detector (m)		0.0			0.0			0.0						
Minimum Initial (s)		1.0			1.0		1.0	1.0						
Minimum Split (s)		20.0			20.0		20.0	20.0						
Total Split (s)		26.0			26.0		25.0	25.0						
Yellow Time (s)		3.0			3.0		3.0	3.0						
All-Red Time (s)		0.5			0.5		0.5	0.5						
Lost Time Adjust (s)		0.0			0.0			0.0			0.0			
Lagging Phase?														
Allow Lead/Lag Optimize?														
Recall Mode		Max			Max		Max	Max						
Actuated Effct. Green (s)		22.5			22.5			21.5						
Actuated g/C Ratio		0.44			0.44			0.42						
Volume to Capacity Ratio		0.63			0.97			1.28						
Control Delay (s)		13.4			33.5			149.3						
Queue Delay (s)		0.0			0.0			0.0						

**Figura N° 95:** Cuadro del Comando Timing Settings.

**Fuente:** Software Synchro V8.

Posteriormente se asignó el Valor en la Fila “All red Time” es el tiempo que se da al intervalo rojo. El tiempo que se ha asignado es el que se registró en campo. Este debe ser suficiente para permitir que todo el flujo sea evacuado en la intersección anterior.

Para finalizar debemos colocar el valor en la fila “Recall Mode”. En nuestro caso se colocó “Max” ya que se cumple la condición que siempre se presenta el verde máximo y esta fase no debe ser omitida.

Los datos en azul son los resultados que obtiene el programa de acuerdo a la información ingresada.

Estos cálculos son comprobados en base a los datos teóricos del programa basados en la metodología HCM 2010.

11 hr 2 min 1 sec / 13 hr 1 min 30 sec  
 3 Av. Arias Aragüez & Av. Leguía

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Minimum Initial (s)	—	1.0	—	—	1.0	—	1.0	1.0	—	—	—	—	—	—
Minimum Split (s)	—	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	—	—	—	—
Total Split (s)	—	26.0	—	—	26.0	—	25.0	25.0	—	—	—	—	—	—
Yellow Time (s)	—	3.0	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—	—	—	—
All-Red Time (s)	—	0.5	—	—	0.5	—	0.5	0.5	—	—	—	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	—	Max	—	—	Max	—	Max	Max	—	—	—	—	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	22.5	—	—	22.5	—	—	21.5	—	—	—	—	—	—
Actuated g/C Ratio	—	0.44	—	—	0.44	—	—	0.42	—	—	—	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	0.63	—	—	0.97	—	—	1.28	—	—	—	—	—	—
Control Delay (s)	—	13.4	—	—	33.5	—	—	149.3	—	—	—	—	—	—
Queue Delay (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—
Total Delay (s)	—	13.4	—	—	33.5	—	—	149.3	—	—	—	—	—	—
Level of Service	—	B	—	—	C	—	—	F	—	—	—	—	—	—
Approach Delay (s)	—	13.4	—	—	33.5	—	—	149.3	—	—	—	—	—	—
Approach LOS	—	B	—	—	C	—	—	F	—	—	—	—	—	—
Queue Length 50th (m)	—	33.2	—	—	61.5	—	—	~122.3	—	—	—	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	49.3	—	—	#108.4	—	—	#162.4	—	—	—	—	—	—
Stops (vph)	—	601	—	—	994	—	—	1336	—	—	—	—	—	—
Fuel Used (l/hr)	—	25	—	—	77	—	—	221	—	—	—	—	—	—
Dilemma Vehicles (#/hr)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	—	—	—	—

Figura N° 96: Cuadro de Resultados del Comando Timing Settings.

Fuente: Software Synchro V8.

### 3.5.2. Volúmenes vehiculares



Figura N° 97: Volúmenes en la intersección 1 Av. Leguía – Av. Arias Aragüez.

Fuente: Software Synchro V8.



**Figura N° 98:** Volúmenes en la intersección 2 Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 99:** Volúmenes en la intersección 3 Av. Leguía – Calle General Vizquerra.

**Fuente:** Software Synchro V8.

### 3.5.3. Designación de carriles



**Figura N° 100:** Vista de Giro por Acceso en la Intersección N°1 Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 101:** Vista de Giro por Acceso en la Intersección N°2 Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 102:** Vista de Giro por Acceso en la Intersección N°3 Av. Leguía – Calle Gral. Vizquerra.

**Fuente:** Software Synchro V8.

### 3.5.4. Nivel de servicio / Level Of Service (LOS)



**Figura N° 103:** Nivel de Servicio en la Intersección N°1 Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 104:** Nivel de Servicio en la Intersección N°2 Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 105:** Nivel de Servicio en la Intersección N°3 Av. Leguía – Calle Gral. Vizquerra.

**Fuente:** Software Synchro V8.

### 3.5.5. Simulación del tráfico vehicular mediante el SYNCHRO 2D



**Figura N° 106:** Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 107:** Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 108:** Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Calle Gral. Vizquerra.

**Fuente:** Software Synchro V8.

### 3.5.6. Simulación del Tráfico Vehicular Mediante el Synchro 3D



**Figura N° 109:** Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Calle Gral. Vizquerra.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 110:** Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 111:** Simulación del Tráfico en la Intersección Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez.

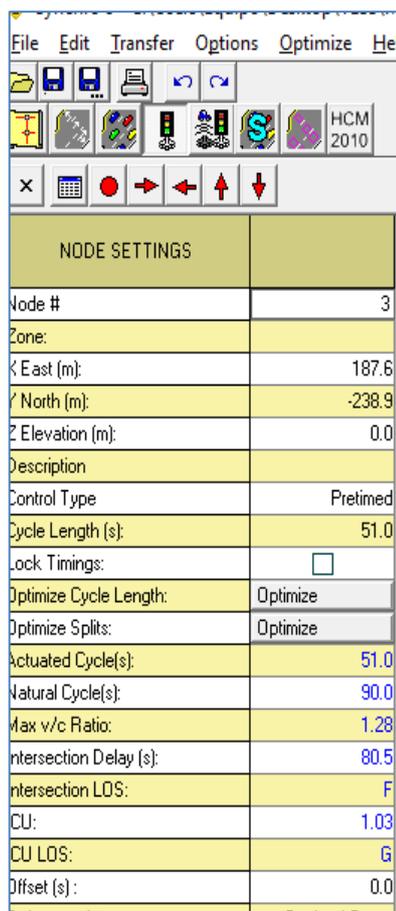
**Fuente:** Software Synchro V8.

### 3.6. ALTERNATIVAS DE SOLUCION

#### 3.6.1. Solución N°1 optimizar ciclos de semaforización

- **Intersección n°01: Avenida Leguía – Avenida Arias Y Aragüez.**

El software SYNCHRO V8.0 nos brinda la opción de optimizar el ciclo semafórico en la herramienta “Timing Settings”:



**Figura N° 112:** Cuadro de Opción para Optimizar Ciclos.

**Fuente:** Software Synchro V8.

Se le da clic primero a la opción de Optimize Splits y posteriormente a la opción de Optimize Cycle Length para que el programa evalúe la mejor forma de optimizar el ciclo de semaforización en los diferentes puntos de intersección de acuerdo a las fórmulas establecidas en el manual HCM 2010.

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Minimum Initial (s)	1.0			1.0			1.0	1.0						
Minimum Split (s)	20.0			20.0			20.0	20.0						
Total Split (s)	40.0			40.0			50.0	50.0						
Yellow Time (s)	3.0			3.0			3.0	3.0						
All-Red Time (s)	0.5			0.5			0.5	0.5						
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0			0.0	0.0			0.0			
Lagging Phase?														
Allow Lead/Lag Optimize?														
Recall Mode	Max			Max			Max	Max						
Actuated Effect. Green (s)	36.5			36.5			46.5							
Actuated g/C Ratio	0.41			0.41			0.52							
Volume to Capacity Ratio	0.68			1.04			1.07							
Control Delay (s)	25.1			63.8			66.0							
Queue Delay (s)	0.0			0.0			0.0							
Total Delay (s)	25.1			63.8			66.0							
Level of Service	C			E			E							
Approach Delay (s)	25.1			63.8			66.0							
Approach LOS	C			E			E							
Queue Length 50th (m)	70.1			~139.7			~194.5							
Queue Length 95th (m)	92.0			#182.9			#239.4							
Stops (vph)	664			1043			1406							
Fuel Used (l/hr)	34			107			114							
Dilemma Vehicles (#/hr)	0			0			0							

**Figura N° 113:** Cuadro con los Ciclos Optimizados con la Opción de Optimizar Ciclos en la Intersección N°1.

**Fuente:** Software Synchro V8.

En la figura se observa el Nivel de Servicio de la Intersección así como el nivel de servicio de sus accesos.



**Figura N° 114:** Nivel de Servicio Optimizado en la Intersección N°1.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 115:** Nivel de Servicio de los Accesos Optimizado Ciclos de Semaforización en la Intersección 1.

**Fuente:** Software Synchro V8.

Posteriormente se Muestra los resultados de la optimización de la intersección N°1 Av. Arias Y Aragüez con Av. Leguía.

NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	
X East (m):	187.6
Y North (m):	-238.9
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	90.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	90.0
Natural Cycle(s):	90.0
Max v/c Ratio:	1.07
Intersection Delay (s):	56.2
Intersection LOS:	E
ICU:	1.03
ICU LOS:	G
Offset (s):	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - Unassigned
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>

**Figura N° 116:** Cuadro de Ciclo Optimizado en la Intersección N°1 Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez.

**Fuente:** Software Synchro V8.

▪ **Intersección N°02: Avenida Leguía – Av. Patricio Meléndez.**

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Minimum Initial (s)	—	4.0	—	—	4.0	—	—	—	—	4.0	4.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	20.0	—	—	20.0	—	—	—	—	20.0	20.0	—	—	—
Total Split (s)	—	43.0	—	—	43.0	—	—	—	—	47.0	47.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	3.0	—	—	3.0	—	—	—	—	3.0	3.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	—	Max	—	—	Max	—	—	—	—	Max	Max	—	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	40.0	—	—	40.0	—	—	—	—	44.0	44.0	—	—	—
Actuated g/C Ratio	—	0.44	—	—	0.44	—	—	—	—	0.49	0.49	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	1.14	—	—	1.07	—	—	—	—	1.15	1.15	—	—	—
Control Delay (s)	—	90.3	—	—	71.7	—	—	—	—	100.3	100.3	—	—	—
Queue Delay (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—
Total Delay (s)	—	90.3	—	—	71.7	—	—	—	—	100.3	100.3	—	—	—
Level of Service	—	F	—	—	E	—	—	—	—	F	F	—	—	—
Approach Delay (s)	—	90.3	—	—	71.7	—	—	—	—	100.3	100.3	—	—	—
Approach LOS	—	F	—	—	E	—	—	—	—	F	F	—	—	—
Queue Length 50th (m)	—	~167.7	—	—	~153.3	—	—	—	—	~185.3	~185.3	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	m#196.6	—	—	#197.0	—	—	—	—	#229.6	#229.6	—	—	—
Stops (vph)	—	843	—	—	1104	—	—	—	—	1233	1233	—	—	—
Fuel Used (l/hr)	—	148	—	—	120	—	—	—	—	145	145	—	—	—
Dilemma Vehicles (#/hr)	—	0	—	—	0	—	—	—	—	0	0	—	—	—

**Figura N° 117:** Cuadro de Opción Timing Settings con el nivel de Servicio de la Intersección N°2.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 118:** Niveles de Servicio Optimizado en la Intersección N°2.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 119:** Nivel de Servicio de los Accesos Optimizado Ciclos de SemafORIZACIÓN en la Intersección 2.

**Fuente:** Software Synchro V8.

Se muestra los resultados obtenidos a través de la optimización del semáforo en la intersección.

NODE SETTINGS	
Node #	4
Zone:	
X East (m):	409.7
Y North (m):	-285.6
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	90.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	90.0
Natural Cycle(s):	90.0
Max v/c Ratio:	1.15
Intersection Delay (s):	88.0
Intersection LOS:	F
ICU:	1.02
ICU LOS:	G
Offset (s):	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - Unassigned
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single

**Figura N° 120:** Cuadro de Ciclo Optimizado en la Intersección N°2 Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Software Synchro V8.

▪ **Intersección N°03: Avenida Leguía – Calle Gral. Vizquerra.**

TIMING SETTINGS														
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	--	--	4.0	--	4.0	4.0	--	--	--	--	--	--
Minimum Split (s)	20.0	20.0	--	--	20.0	--	20.0	20.0	--	--	--	--	--	--
Total Split (s)	29.0	29.0	--	--	29.0	--	21.0	21.0	--	--	--	--	--	--
Yellow Time (s)	3.0	3.0	--	--	3.0	--	3.0	3.0	--	--	--	--	--	--
All-Red Time (s)	0.0	0.0	--	--	0.0	--	0.0	0.0	--	--	--	--	--	--
Lost Time Adjust (s)	--	0.0	--	--	0.0	--	--	0.0	--	--	0.0	--	--	--
Lagging Phase?	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Allow Lead/Lag Optimize?	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Recall Mode	Max	Max	--	--	Max	--	Max	Max	--	--	--	--	--	--
Actuated Effct. Green (s)	--	26.0	--	--	26.0	--	--	18.0	--	--	--	--	--	--
Actuated g/C Ratio	--	0.52	--	--	0.52	--	--	0.36	--	--	--	--	--	--
Volume to Capacity Ratio	--	1.32d	--	--	0.69	--	--	0.94	--	--	--	--	--	--
Control Delay (s)	--	43.0	--	--	10.2	--	--	31.8	--	--	--	--	--	--
Queue Delay (s)	--	0.0	--	--	0.0	--	--	0.0	--	--	--	--	--	--
Total Delay (s)	--	43.0	--	--	10.2	--	--	31.8	--	--	--	--	--	--
Level of Service	--	D	--	--	B	--	--	C	--	--	--	--	--	--
Approach Delay (s)	--	43.0	--	--	10.2	--	--	31.8	--	--	--	--	--	--
Approach LOS	--	D	--	--	B	--	--	C	--	--	--	--	--	--
Queue Length 50th (m)	--	43.8	--	--	31.2	--	--	47.7	--	--	--	--	--	--
Queue Length 95th (m)	--	#86.0	--	--	50.0	--	--	#87.8	--	--	--	--	--	--
Stops (vph)	--	711	--	--	632	--	--	790	--	--	--	--	--	--
Fuel Used (l/hr)	--	61	--	--	32	--	--	52	--	--	--	--	--	--
Dilemma Vehicles (#/hr)	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	--	--	--	--

**Figura N° 121:** Cuadro de Opción Timing Settings con el nivel de Servicio de la Intersección N°3.

**Fuente:** Software Synchro V8.

Se muestra el nivel de servicio y los niveles de servicio por acceso de la intersección N°3 de la Avenida Leguía con Calle General Vizquerra.



**Figura N° 122:** Niveles de Servicio Optimizado en la Intersección N°3.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 123:** Nivel de Servicio de los Accesos Optimizado Ciclos de Semaforización en la Intersección 2.

**Fuente:** Software Synchro V8.

Posteriormente el Programa realiza los cálculos y nos da los siguientes resultados habiendo optimizando los semáforos.

NODE SETTINGS	
Node #	
Zone:	
X East (m):	613.8
Y North (m):	-293.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	50.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	50.0
Natural Cycle(s):	50.0
Max v/c Ratio:	1.00
Intersection Delay (s):	27.6
Intersection LOS:	C
ICU:	1.10
ICU LOS:	H
Offset (s) :	0.0
Referenced to:	Begin of Green
Reference Phase:	2+6 - Unassigned
Master Intersection:	<input type="checkbox"/>
Yield Point:	Single

**Figura N° 124:** Cuadro de Ciclo Optimizado en la Intersección N°2 Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez.

**Fuente:** Software Synchro V8.

**3.6.2. Solución N°2 optimizar tiempos de semaforización y unificación de fases.**

Como solución N°02 se realizó la modificación manual de los tiempos de semaforización logrando los siguientes resultados.

- **Intersección N°01: Avenida Leguía – Avenida Arias Y Aragüez.**

TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	FED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)	0	840	0	0	856	404	384	912	388	0	0	0	--	--
Traffic Volume (vph)														
Turn Type	--	--	--	--	--	--	Perm	--	--	--	--	--	--	--
Protected Phases	--	1	--	--	1	--	2	2	--	--	--	--	--	--
Permitted Phases	--	--	--	--	--	--	2	2	--	--	--	--	--	--
Detector Phases	--	1	--	--	1	--	2	2	--	--	--	--	--	--
Switch Phase	--	0	--	--	0	--	0	0	--	--	--	--	--	--
Leading Detector (m)	--	10.0	--	--	10.0	--	10.0	10.0	--	--	--	--	--	--
Trailing Detector (m)	--	0.0	--	--	0.0	--	0.0	0.0	--	--	--	--	--	--
Minimum Initial (s)	--	1.0	--	--	1.0	--	1.0	1.0	--	--	--	--	--	--
Minimum Split (s)	--	20.0	--	--	20.0	--	20.0	20.0	--	--	--	--	--	--
Total Split (s)	--	20.0	--	--	20.0	--	20.0	20.0	--	--	--	--	--	--
Yellow Time (s)	--	3.0	--	--	3.0	--	3.0	3.0	--	--	--	--	--	--
All-Red Time (s)	--	0.0	--	--	0.0	--	0.0	0.0	--	--	--	--	--	--
Lost Time Adjust (s)	--	0.0	--	--	0.0	--	0.0	0.0	--	0.0	--	--	--	--
Lagging Phase?	--	<input type="checkbox"/>	--	--	<input type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	--	--	--
Allow Lead/Lag Optimize?	--	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	<input checked="" type="checkbox"/>	--	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	--	--	--	--	--	--
Recall Mode	--	Max	--	--	Max	--	Max	Max	--	--	--	--	--	--
Actuated Effct. Green (s)	--	17.0	--	--	17.0	--	17.0	17.0	--	--	--	--	--	--
Actuated g/C Ratio	--	0.42	--	--	0.42	--	0.42	0.42	--	--	--	--	--	--
Volume to Capacity Ratio	--	0.65	--	--	1.00	--	1.26	1.26	--	--	--	--	--	--
Control Delay (s)	--	11.8	--	--	39.3	--	142.1	142.1	--	--	--	--	--	--
Queue Delay (s)	--	0.0	--	--	0.0	--	0.0	0.0	--	--	--	--	--	--
Total Delay (s)	--	11.8	--	--	39.3	--	142.1	142.1	--	--	--	--	--	--
Level of Service	--	B	--	--	D	--	F	F	--	--	--	--	--	--

**Figura N° 125:** Cuadro con los Ciclos Optimizando los tiempos de Semaforización y unificación de fases.

**Fuente:** Software Synchro V8.

NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	
X East (m):	187.6
Y North (m):	-238.9
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	40.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	40.0
Natural Cycle(s):	75.0
Max v/c Ratio:	1.26
Intersection Delay (s):	79.0
Intersection LOS:	E
ICU:	1.03
ICU LOS:	G

**Figura N° 126:** Resultados a optimizar tiempos de Semaforización y Unificando Fases.

**Fuente:** Software Synchro V8.

▪ **Intersección N°02: Avenida Leguía – Av. Patricio Meléndez.**

4 Av. Patricio Melendez & Av. Leguia														
TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	PED	HOLD
Lanes and Sharing (#RL)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Traffic Volume (vph)	0	1260	188	0	972	376	0	0	0	385	720	400	—	—
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—	—	custom	—	—	—	—
Protected Phases	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—
Detector Phases	—	1	—	—	1	—	—	—	—	6	2	—	—	—
Switch Phase	—	0	—	—	0	—	—	—	—	0	0	—	—	—
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—	—	—	10.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	4.0	—	—	4.0	—	—	—	—	4.0	4.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	20.0	—	—	20.0	—	—	—	—	20.0	20.0	—	—	—
Total Split (s)	—	29.0	—	—	29.0	—	—	—	—	26.0	26.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	3.0	—	—	3.0	—	—	—	—	3.0	3.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	0.0	0.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	—	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—
Recall Mode	—	Max	—	—	Max	—	—	—	—	Max	Max	—	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	26.0	—	—	26.0	—	—	—	—	—	23.0	—	—	—
Actuated g/C Ratio	—	0.32	—	—	0.32	—	—	—	—	—	0.28	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	1.56	—	—	1.46	—	—	—	—	—	1.90	—	—	—

**Figura N° 127:** Cuadro de Opción Timing Settings con el nivel de Servicio de la Intersección N°2 Optimizando los Tiempos de Semaforización y Unificando Fases.

**Fuente:** Software Synchro V8.

NODE SETTINGS	
Node #	4
Zone:	
X East (m):	409.7
Y North (m):	-285.6
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	81.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	81.0
Natural Cycle(s):	150.0
Max v/c Ratio:	1.90
Intersection Delay (s):	320.0
Intersection LOS:	F
ICU:	1.02
ICU LOS:	G
Offset (s) :	0.0

**Figura N° 128:** Resultados Obtenidos al haber Optimizado los tiempos de Semaforización y Unificando Fases.

**Fuente:** Software Synchro V8.

▪ **Intersección N°03: Avenida Leguía – Calle Gral. Vizquerra.**

9 Calle Gral. Vizquerra & Av. Leguía														
TIMING SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR	FED	HOLD
Lanes and Sharing (HRL)	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Traffic Volume (vph)	180	744	0	0	740	320	260	388	400	0	0	0	0	0
Turn Type	Perm	—	—	—	—	—	Perm	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	1	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Permitted Phases	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	1	1	—	—	1	—	2	2	—	—	—	—	—	—
Switch Phase	0	0	—	—	0	—	0	0	—	—	—	—	—	—
Leading Detector (m)	—	10.0	—	—	10.0	—	—	10.0	—	—	—	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—	—	—	—
Minimum Initial (s)	4.0	4.0	—	—	4.0	—	4.0	4.0	—	—	—	—	—	—
Minimum Split (s)	20.0	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	—	—	—	—
Total Split (s)	20.0	20.0	—	—	20.0	—	20.0	20.0	—	—	—	—	—	—
Yellow Time (s)	3.0	3.0	—	—	3.0	—	3.0	3.0	—	—	—	—	—	—
All-Red Time (s)	0.0	0.0	—	—	0.0	—	0.0	0.0	—	—	—	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	—	<input type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	Max	Max	—	—	Max	—	Max	Max	—	—	—	—	—	—
Actuated Effct. Green (s)	—	17.0	—	—	17.0	—	—	17.0	—	—	—	—	—	—
Actuated g/C Ratio	—	0.42	—	—	0.42	—	—	0.42	—	—	—	—	—	—
Volume to Capacity Ratio	—	1.25	—	—	0.81	—	—	0.82	—	—	—	—	—	—

**Figura N° 129:** Nivel de Servicio de los Accesos Optimizado Tiempos de Semaforización y Unificando fases.

**Fuente:** Software Synchro V8.

NODE SETTINGS	
Node #	9
Zone:	
X East (m):	613.8
Y North (m):	-293.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	40.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	40.0
Natural Cycle(s):	50.0
Max v/c Ratio:	1.25
Intersection Delay (s):	53.2
Intersection LOS:	D
ICU:	1.10
ICU LOS:	H
Offset (s) :	0.0

**Figura N° 130:** Cuadro de Resultados Obtenidos Optimizando Tiempos de Semaforización y Unificando Fases en la Intersección N°3.

**Fuente:** Software Synchro V8.

### 3.6.3. Solución N°3 aumento de carriles en la intersección.

Otra forma de reducir el nivel de servicio de una intersección es la de aumentar carriles para aliviar el flujo vehicular de cada acceso. Se optó por conveniente asignar 1 carril más a aquellos accesos en los que es posible eliminar los estacionamientos laterales o anular las veredas de la berma central.

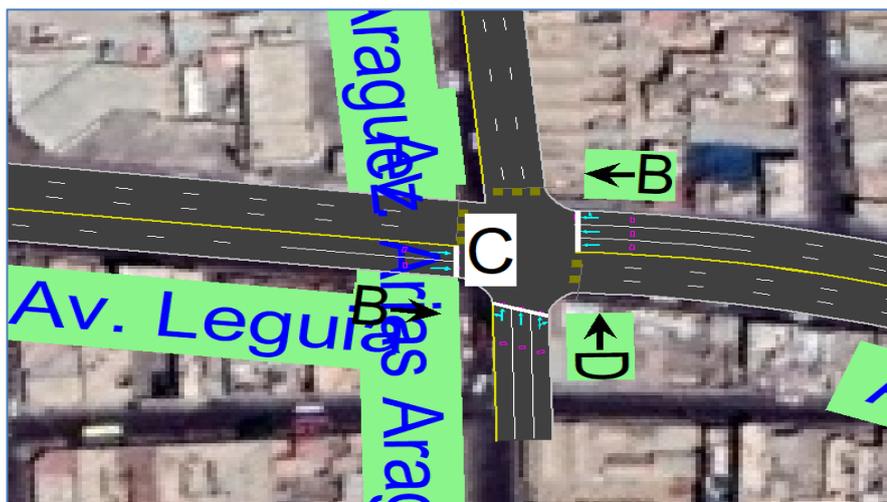
#### ▪ Intersección N°01: Avenida Leguía – Avenida Arias Y Araguéz.

Se asignó un carril al acceso N°01 y N°03 de la intersección N°1.

LANE SETTINGS	←			←			←			←		
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↑↑			↑↑↑			↑↑↑					
Traffic Volume (vph)	0	840	0	0	856	404	384	912	388	0	0	0
Street Name	Av. Leguía			Av. Leguía			Av. Arias Araguez			Av. Arias Araguez		
Link Distance (m)	—	89.1	—	—	228.5	—	—	46.5	—	—	124.5	—
Links Speed (km/h)	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	40	—
Set Arterial Name and Speed	— EB			— WB			— NB			— SB		
Travel Time (s)	—	8.0	—	—	20.6	—	—	4.2	—	—	11.2	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.8	3.8	3.8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Area Type CRD	—	✓	—	—	✓	—	—	✓	—	—	✓	—

**Figura N° 131:** Cuadro Lane Settings añadiendo los carriles en la Intersección N°1.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 132:** Nivel de Servicio de la Intersección N°01 y sus accesos con la cantidad de carriles Modificados.

**Fuente:** Software Synchro V8.

NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	
X East (m):	187.6
Y North (m):	-238.9
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	51.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	51.0
Natural Cycle(s):	50.0
Max v/c Ratio:	1.01
Intersection Delay (s):	26.5
Intersection LOS:	C
ICU:	0.75
ICU LOS:	D

**Figura N° 133:** Resultados Obtenidos por el Programa en base al aumento de Carriles en la Intersección N°1.

**Fuente:** Software Synchro V8.

▪ **Intersección N°02: Avenida Leguía – Av. Patricio Meléndez.**

Se asignó un carril a todos los accesos de la intersección reduciendo también el ancho de carril al ancho mínimo de 3.3 m.

LANE SETTINGS	  			  			  			  		
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↔↔↔			↔↔↔						↔↔↔		
Traffic Volume (vph)	0	1260	188	0	972	376	0	0	0	385	720	400
Street Name	Av. Leguía			Av. Leguía			Av. Patricio Melendez			Av. Patricio Melendez		
Link Distance (m)	—	228.5	—	—	205.2	—	—	57.6	—	—	73.0	—
Links Speed (km/h)	—	40	—	—	40	—	—	40	—	—	40	—
Set Arterial Name and Speed	— EB			— WB			— NB			— SB		
Travel Time (s)	—	20.6	—	—	18.5	—	—	5.2	—	—	6.6	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.8	4.7	4.7	3.3	3.3	3.3
Grade (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Area Type CBD	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—

**Figura N° 134:** Cuadro Lane Settings añadiendo los carriles en la Intersección N°2.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 135:** Nivel de Servicio de la Intersección N°02 y sus accesos con la cantidad de carriles Modificados.

**Fuente:** Software Synchro V8.

NODE SETTINGS	
Node #	4
Zone:	
X East (m):	409.7
Y North (m):	-285.6
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	82.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	82.0
Natural Cycle(s):	40.0
Max v/c Ratio:	0.91
Intersection Delay (s):	21.4
Intersection LOS:	C
ICU:	0.74
ICU LOS:	D
Offset (s) :	0.0

**Figura N° 136:** Resultados Obtenidos por el Programa en base al aumento de Carriles en la Intersección N°2.

**Fuente:** Software Synchro V8.

▪ **Intersección N°03: Avenida Leguía – Calle Gral. Vizquerra.**

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	180	744	0	0	740	320	260	388	400	0	0	0
Street Name	Av. Leguía			Av. Leguía			Calle Gral. Vizquerra			Calle Gral. Vizquerra		
Link Distance (m)	–	205.2	–	–	129.4	–	–	132.0	–	–	111.6	–
Links Speed (km/h)	–	40	–	–	40	–	–	40	–	–	40	–
Set Arterial Name and Speed	–	EB	–	–	WB	–	–	NB	–	–	SB	–
Travel Time (s)	–	18.5	–	–	11.6	–	–	11.9	–	–	10.0	–
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	–
Area Type CBD	–	<input checked="" type="checkbox"/>	–	–	<input checked="" type="checkbox"/>	–	–	<input checked="" type="checkbox"/>	–	–	<input checked="" type="checkbox"/>	–
Storage Length (m)	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0	0.0	–	0.0

**Figura N° 137:** Cuadro de Lane Settings añadiendo los carriles en la Intersección N°3.

**Fuente:** Software Synchro V8.



**Figura N° 138:** Nivel de Servicio de la Intersección N°03 y sus accesos con la cantidad de carriles Modificados.

**Fuente:** Software Synchro V8.

NODE SETTINGS	
Node #	9
Zone:	
X East (m):	613.8
Y North (m):	-293.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	58.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	58.0
Natural Cycle(s):	40.0
Max v/c Ratio:	1.09
Intersection Delay (s):	35.1
Intersection LOS:	D
ICU:	0.80
ICU LOS:	D

**Figura N° 139:** Resultados Obtenidos por el Programa en base al aumento de Carriles en la Intersección N°3.

**Fuente:** Software Synchro V8.

#### 3.6.4. Solución N°4 aumento de carriles en la intersección y optimización de ciclos

En la solución N°04 se propone unificar las soluciones anteriores para poder reducir el nivel de servicio a un tránsito de Categoría Normal. Se detallan los resultados obtenidos mediante esta solución.

- **Intersección N°01: Avenida Leguía – Avenida Arias Y Aragüez.**



**Figura N° 140:** Nivel de Servicio de la Intersección N°01 Optimizando Ciclos con la ayuda del Programa y añadiendo carriles en los Accesos 1 y 3.

**Fuente:** Software Synchro V8.

NODE SETTINGS	
Node #	3
Zone:	
X East (m):	187.6
Y North (m):	-238.9
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	90.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	90.0
Natural Cycle(s):	50.0
Max v/c Ratio:	0.85
Intersection Delay (s):	22.9
Intersection LOS:	C
ICU:	0.75
ICU LOS:	D

**Figura N° 141:** Resultados Obtenidos por el Programa en base al Synchro en base al aumento de carriles y Optimizando Ciclos en la Intersección N°1 específicamente en los accesos 1 y 3.

**Fuente:** Software Synchro V8.

- **Intersección N°02: Avenida Leguía – Av. Patricio Meléndez.**



**Figura N° 142:** Nivel de Servicio de la Intersección N°2 Optimizando Ciclos con la ayuda del Programa y añadiendo carriles en los todos los Accesos.

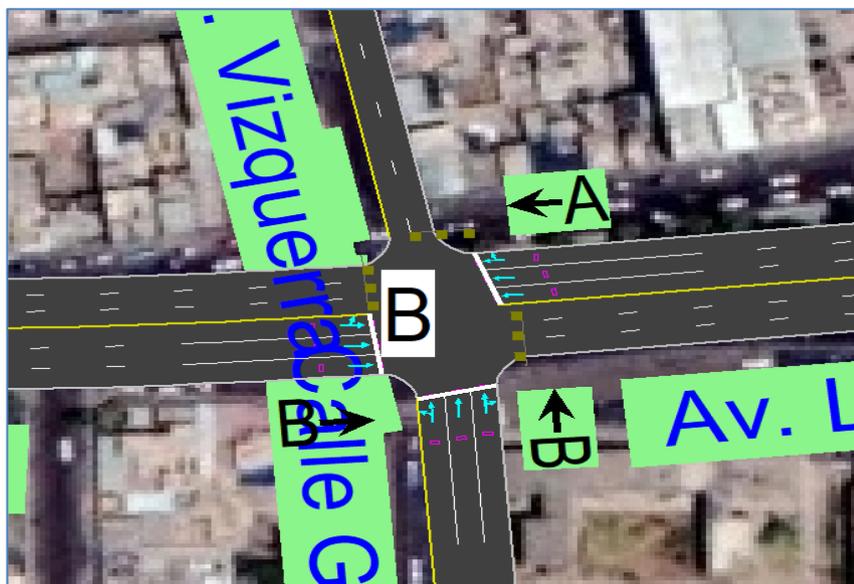
**Fuente:** Software Synchro V8.

NODE SETTINGS	
Node #	4
Zone:	
X East (m):	409.7
Y North (m):	-285.6
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	90.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	90.0
Natural Cycle(s):	40.0
Max v/c Ratio:	0.81
Intersection Delay (s):	21.6
Intersection LOS:	C
ICU:	0.74
ICU LOS:	D

**Figura N° 143:** Resultados Obtenidos por el Programa en base al Synchro en base al aumento de carriles en todos los Accesos y Optimizando Ciclos en la Intersección N°2.

**Fuente:** Software Synchro V8.

- **Intersección N°03: Avenida Leguía – Calle Gral. Vizquerra.**



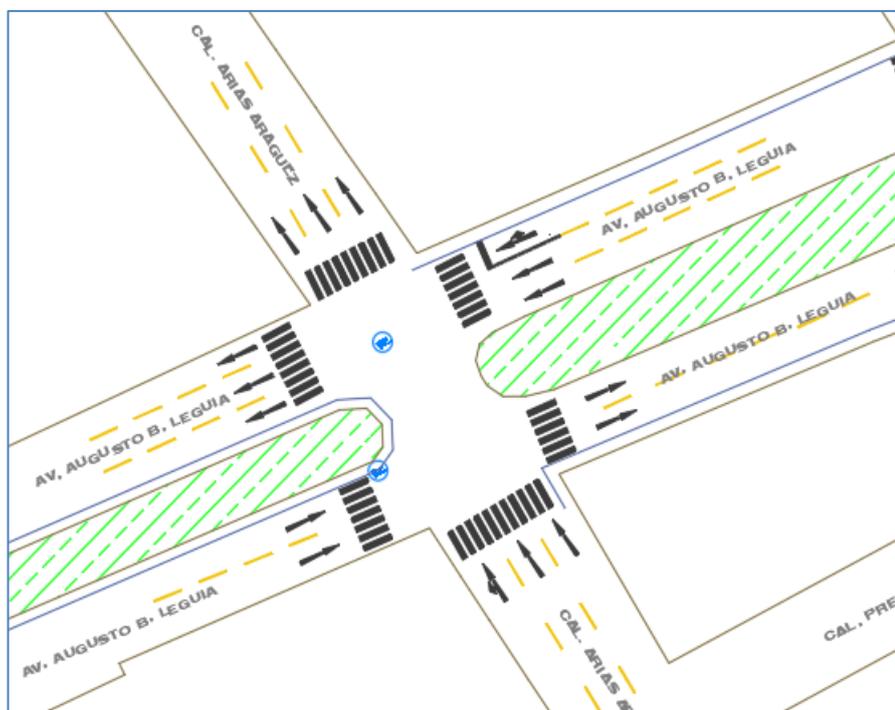
**Figura N° 144:** Nivel de Servicio de la Intersección N°3 Optimizando Ciclos con la ayuda del Programa y añadiendo carriles en los todos los Accesos.

**Fuente:** Software Synchro V8.

NODE SETTINGS	
Node #	9
Zone:	
X East (m):	613.8
Y North (m):	-293.1
Z Elevation (m):	0.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	50.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle(s):	50.0
Natural Cycle(s):	40.0
Max v/c Ratio:	0.67
Intersection Delay (s):	10.6
Intersection LOS:	B
ICU:	0.80
ICU LOS:	D

**Figura N° 145:** Resultados Obtenidos por el Programa en base al Synchro en base al aumento de carriles en todos los Accesos y Optimizando Ciclos en la Intersección N°3.

**Fuente:** Software Synchro V8.



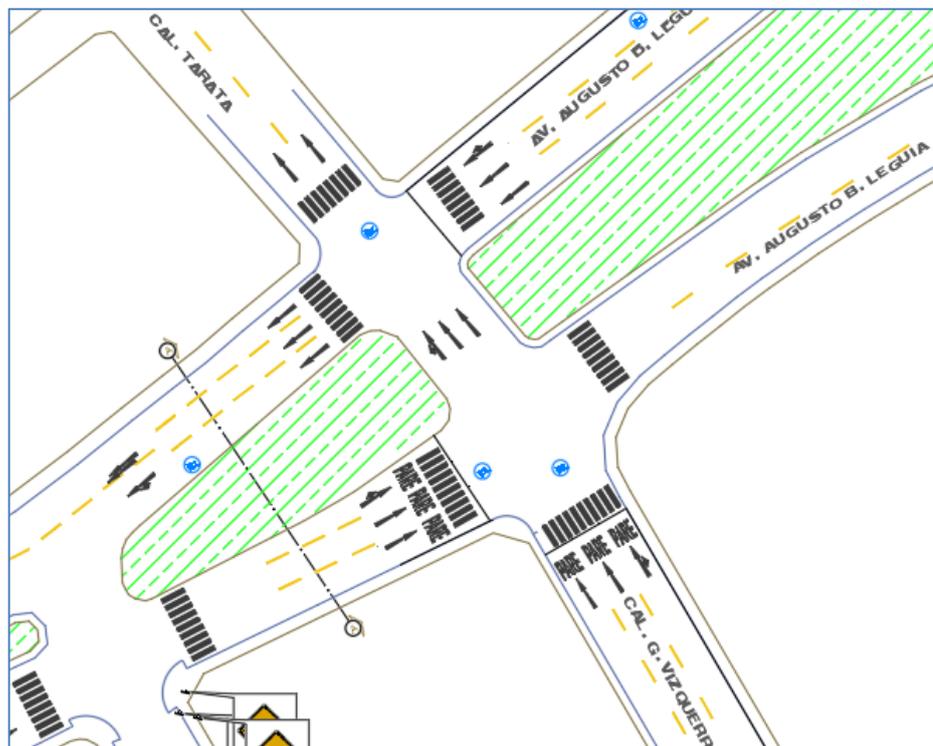
**Figura N° 146:** Imagen de Propuesta de Aumento de Carriles en el acceso 1 y 3 de la intersección N°1

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 147:** Imagen de Propuesta de Aumento de Carriles en todos los accesos de la intersección N°2

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 148:** Imagen de Propuesta de Aumento de Carriles en todos los accesos de la intersección N°3

**Fuente:** Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV

## RESULTADOS

**4.1. NIVEL DE SERVICIO REAL EN LAS INTERSECCIONES DE LA ZONA EN ESTUDIOS.***Tabla N° 39: Nivel de Servicio Real.*

NIVEL DE SERVICIO REAL						
SITUACION REAL	DEMORA EN INTERSECCION POR VEHICULO	RELACION VOLUMEN CAPACIDAD	NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCION	NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°1	NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°2	NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°3
INTERSECCION N°01 AV. LEGUÍA - AV. ARIAS Y ARAGÜEZ	80.50 Seg.	1.28	F	F	B	C
INTERSECCION N°02 AV. LEGUÍA - AV. PATRICIO MELENDEZ	83.90 Seg.	1.30	F	F	D	C
INTERSECCION N°03 AV. LEGUÍA - CALLE GENERAL VIZQUERRA	153.90 Seg.	1.75	F	A	F	F

*Fuente: Elaboración Propia.***4.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCION***Tabla N° 40: Propuesta N°1 / Optimización de Ciclos.*

PROPUESTA N°01 / OPTIMIZACION DE CICLOS						
ALTERNATIVA N°01	DEMORA EN INTERSECCION POR VEHICULO	RELACION VOLUMEN CAPACIDAD	NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCION	NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°1	NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°2	NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°3
INTERSECCION N°01 AV. LEGUÍA - AV. ARIAS Y ARAGÜEZ	51.30 Seg.	1.07	D	E	C	D

<b>INTERSECCION Nº02 AV. LEGUÍA - AV. PATRICIO MELENDEZ</b>	88.00 Seg.	1.15	<b>F</b>	F	F	E
<b>INTERSECCION Nº03 AV. LEGUÍA - CALLE GENERAL VIZQUERRA</b>	27.60 Seg.	1.00	<b>C</b>	C	D	B

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Con la alternativa de solución de optimización con el Synchro se logró:

- Resultados obtenidos en la Intersección N°01 de la siguiente manera:
  - El tiempo de demora por vehículo redujo de 80.50 Segundos a 51.30 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.28 a 1.07.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 01 de F a E.
  - Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 02 de B a C.
  - Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 03 de C a D.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección se Reduce de F a D.
  
- Resultados obtenidos en la Intersección N°02 de la siguiente manera:
  - El tiempo de demora por vehículo aumento de 83.90 Segundos a 88 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.30 a 1.15.
  - Se mantiene el Nivel de Servicio del Acceso 01 en F.
  - Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 02 de D a F.
  - Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 03 de C a E.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección se Mantiene en F.
  
- Resultados obtenidos en la Intersección N°03 de la siguiente manera:

- El tiempo de demora por vehículo reduce de 153.90 Segundos a 27.60 Segundos.
- La relación Volumen / Capacidad de 1.75 a 1.00.
- Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 01 de A a C.
- Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 02 de F a D.
- Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 03 de F a B.
- En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección mejora y cambia de F a C.

**Tabla N° 41:** Propuesta N°2 / Optimización de Ciclos y Unificación de Fases.

<b>PROPUESTA N°02 / OPTIMIZACION CICLOS Y UNIFICACION DE FASES</b>						
<b>ALTERNATIVA N°02</b>	<b>DEMORA EN INTERSECCION POR VEHICULO</b>	<b>RELACION VOLUMEN CAPACIDAD</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCION</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°1</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°2</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°3</b>
INTERSECCION N°01 AV. LEGUÍA - AV. ARIAS Y ARAGÜEZ	79.00 Seg.	1.26	E	F	B	D
INTERSECCION N°02 AV. LEGUÍA - AV. PATRICIO MELENDEZ	320.00 Seg.	1.90	F	F	F	F
INTERSECCION N°03 AV. LEGUÍA - CALLE GENERAL VIZQUERRA	53.00 Seg.	1.25	D	B	F	B

**Fuente:** Elaboración Propia.

Con la alternativa de solución optimizando tiempos y unificando fases se logra los siguientes cambios:

- Resultados obtenidos en la Intersección N°01 de la siguiente manera:
  - El tiempo de demora por vehículo redujo de 80.50 Segundos a 79 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.28 a 1.26.
  - Se mantiene el Nivel de Servicio del Acceso 01 en F.
  - Se mantiene el Nivel de Servicio del Acceso 02 en B.
  - Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 03 de C a D.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección se Reduce de F a E.

- Resultados obtenidos en la Intersección N°02 de la siguiente manera:
  - El tiempo de demora por vehículo aumento de 83.90 Segundos a 320 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.30 a 1.90.
  - Se mantiene el Nivel de Servicio del Acceso 01 en F.
  - Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 02 de D a F.
  - Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 03 de C a F.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección se Mantiene en F.
- Resultados obtenidos en la Intersección N°03 de la siguiente manera:
  - El tiempo de demora por vehículo reduce de 153.90 Segundos a 53.20 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.75 a 1.25.
  - Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 01 de A a B.
  - Se mantiene el Nivel de Servicio del Acceso 02 en F.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 03 de F a B.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección mejora y cambia de F a D.

**Tabla N° 42:** Propuesta N°3 / Aumento de Carriles.

<b>PROPUESTA N°03 / AUMENTO DE CARRILES</b>						
<b>ALTERNATIVA N°03</b>	<b>DEMORA EN INTERSECCION POR VEHICULO</b>	<b>RELACION VOLUMEN CAPACIDAD</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCION</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°1</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°2</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°3</b>
INTERSECCION N°01 AV. LEGUÍA - AV. ARIAS Y ARAGÚEZ	26.50 Seg.	1.01	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
INTERSECCION N°02 AV. LEGUÍA - AV. PATRICIO MELENDEZ	21.40 Seg.	0.91	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
INTERSECCION N°03 AV. LEGUÍA - CALLE GENERAL VIZQUERRA	35.10 Seg.	1.09	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>F</b>	<b>C</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

Con la alternativa de solución de aumentar carriles en donde es posible se logra los siguientes cambios:

- Resultados obtenidos en la Intersección N°01 de la siguiente manera:
  - El tiempo de demora por vehículo redujo de 80.50 Segundos a 26.50 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.28 a 1.01.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 01 de F a D.
  - Se mantiene el Nivel de Servicio del Acceso 02 en B.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 03 de C a B.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección se Reduce de F a C.
  
- Resultados obtenidos en la Intersección N°02 de la siguiente manera:
  - El tiempo de demora por vehículo aumento de 83.90 Segundos a 21.40 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.30 a 0.91.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 01 de F a C.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 02 de D a B.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 03 de C a B.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección Mejora de F a C.
  
- Resultados obtenidos en la Intersección N°03 de la siguiente manera:
  - El tiempo de demora por vehículo reduce de 153.90 Segundos a 35.10 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.75 a 1.09.
  - Se mantiene el Nivel de Servicio del Acceso 01 en A.
  - Se mantiene el Nivel de Servicio del Acceso 02 en F.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 03 de F a C.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección mejora y cambia de F a D.

**Tabla N° 43:** Propuesta N°4 / Optimización de Ciclos y Aumento de Carriles.

<b>PROPUESTA N°04 / OPTIMIZACION DE CICLOS Y AUMENTO DE CARRILES</b>						
<b>ALTERNATIVA N°04</b>	<b>DEMORA EN INTERSECCION POR VEHICULO</b>	<b>RELACION VOLUMEN CAPACIDAD</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO EN LA INTERSECCION</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°1</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°2</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO ACCESO N°3</b>
<b>INTERSECCION N°01 AV. LEGUÍA - AV. ARIAS Y ARAGÜEZ</b>	22.90 Seg.	0.85	<b>C</b>	C	C	C
<b>INTERSECCION N°02 AV. LEGUÍA - AV. PATRICIO MELENDEZ</b>	21.60 Seg.	0.81	<b>C</b>	C	C	C
<b>INTERSECCION N°03 AV. LEGUÍA - CALLE GENERAL VIZQUERRA</b>	10.60 Seg.	0.67	<b>B</b>	B	B	A

**Fuente:** Elaboración Propia.

Con la alternativa de solución de Optimizar ciclos y aumentar carriles se logró los siguientes resultados:

- Resultados obtenidos en la Intersección N°01 de la siguiente manera:
  - El tiempo de demora por vehículo redujo de 80.50 Segundos a 22.90 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.28 a 0.85.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 01 de F a C.
  - Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 02 de B a C.
  - Se mantiene el Nivel de Servicio del Acceso 03 en C.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección se Reduce de F a C.
  
- Resultados obtenidos en la Intersección N°02 de la siguiente manera:
  - El tiempo de demora por vehículo aumento de 83.90 Segundos a 21.60 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.30 a 0.81.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 01 de F a C.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 02 de D a C.

- Se mantiene el Nivel de Servicio del Acceso 03 en C.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección Mejora de F a C.
- Resultados obtenidos en la Intersección N°03 de la siguiente manera:
- El tiempo de demora por vehículo reduce de 153.90 Segundos a 10.60 Segundos.
  - La relación Volumen / Capacidad de 1.75 a 0.67.
  - Aumenta el Nivel de Servicio del Acceso 01 de A a B.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 02 de F a B.
  - Mejora el Nivel de Servicio del Acceso 03 de F a A.
  - En conclusión, el Nivel de Servicio de la Intersección mejora y cambia de F a B.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1. SITUACION ACTUAL

Habiendo obtenido los Resultados a través del Synchro V8.0 mostrados en la tabla N°39 se puede observar que la relación Volumen / Capacidad Máxima excede el valor de 1, lo cual significa que existe un exceso de vehículos en relación a la capacidad que estas vías poseen.

El resultado que muestra el grado de saturación hace referencia a todos los factores que influyen en la intersección; Ciclo de semaforización y su diseño geométrico.

Este resultado nos muestra lo que se origina en las intersecciones de estudio, largas colas de vehículos que esperan la fase verde para poder transitar, esto puede observarse en las horas pico en donde el flujo vehicular aumenta de manera considerable.

Con el ciclo de semaforización actual podemos observar la demora y atraso que existe en cada una de las intersecciones ya que los vehículos que transitan por la Avenida Leguía realizan el recorrido de manera fluida y no exista tal saturación vehicular.

Una de las razones por la cual se produce el congestionamiento vehicular en las intersecciones es porque tienen un ciclo demasiado largo y no poseen fases permitidas de giro para poder aliviar el congestionamiento vehicular.

El resultado obtenido mostrado en la tabla N°39 indica el nivel de servicio en cada una de las intersecciones de la Avenida Leguía en el tramo Calle General Vizquerra – Av. Arias Y Aragüez, obtenido mediante el análisis real del tráfico en campo y posteriormente realizando la simulación en el software SYNCHRO V8.0. Al ser el valor de F en todas las intersecciones nos revela la congestión vehicular que existe, ya que la demora por vehículo excede los 80 segundos y nos muestra que la relación Volumen / Capacidad es mayor a 1.

Se ha realizado la confirmación que el nivel actual de servicio de las intersecciones de la Avenida Leguía en el tramo Calle General Vizquerra – Av.

Arias Y Aragüez, no es el adecuado por el hecho que se puede observar que presenta demoras elevadas en cada acceso.

## **5.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

### **A. Optimización de tiempos de semaforización**

Se puede observar los resultados obtenidos al realizar la optimización de tiempos de semaforización con la opción que nos brinda el Software el grado en la Intersección N°1 Av. Leguía – Av. Arias Y Aragüez y N°3. Av. Leguía – Calle General Vizquerra mejora de condición F a D y C respectivamente, mientras que la Intersección N°2 Av. Leguía – Patricio Meléndez se mantiene en F.

Por otra parte, las relaciones de volumen - capacidad no se ven solucionadas y el tiempo de demora por vehículo se optimiza ligeramente.

Por todo lo visto no es la mejor alternativa de solución ya que el nivel de congestión vehicular seguiría siendo el mismo en la intersección N°2, por lo tanto, el Nivel de Servicio del Tramo en estudio no mejora completamente.

### **B. Optimización de ciclos de semaforización y unificación de fases**

Se pueden apreciar en la tabla N°41 los resultados obtenidos haciendo la optimización de ciclos de semaforización de manera manual y unificación de bases, encontrándose como mejora la intersección N°1 y N°3, notándose también que la intersección N°03 incrementa significativamente el tiempo de demora por vehículo, por lo cual se determina que no es una solución aceptable para mejorar el nivel de servicio en el tramo de la vía en estudio.

### **C. Aumento de carriles**

Se aprecian los resultados en la tabla N°42 haciendo el aumento de un carril en los accesos en donde es permitido por el ancho de vía mínimo de 3.3 mts, de cada una de las intersecciones de la vía en estudio. Las mejoras son considerables en todas las intersecciones ya que mejoran la relación volumen capacidad a valores mínimos mayores a 1.

Por otra parte, la demora total por vehículo disminuye en todas las intersecciones a valores inferiores a 50 segundos, por lo tanto, se indica que cada intersección pasa a estar a un nivel de Servicio Regular.

El nivel de servicio de todas las intersecciones mejora de un Nivel de Servicio en condición F a C en las Intersecciones N°1 Avenida Leguía - Av. Arias Y Aragüez y N°2 Avenida Leguía – Av. Patricio Meléndez y de F a D en la Intersección N°3 Avenida Leguía – Calle General Vizquerra respectivamente.

Es una propuesta que soluciona el problema de las intersecciones en estudio ya que mejora el nivel de servicio actual y por ende el tráfico vehicular se optimiza.

Una desventaja con respecto a esta alternativa de solución; es hacer efectivo el aumento de un carril mediante la eliminación de estacionamiento y el sacrificio del ancho de la berma central, lo cual originaría el tener que realizar estudios para la realización de obras y así poder hacer efectiva la solución planteada.

#### **D. Optimización de ciclos de semaforización y aumento de carriles**

Se puede observar los resultados obtenidos en la Tabla N°43 al cambiar las fases de ciclos de semaforización en todas las intersecciones y aumentar carriles proporcionalmente al ancho de la vía, se tiene que la relación volumen capacidad reduce a valores inferiores a 1 mejorando considerablemente.

El nivel de servicio de todas las intersecciones mejora de un Nivel de Servicio en condición F a C en las Intersecciones N°1 Avenida Leguía - Av. Arias y Aragüez y N°2 Avenida Leguía – Av. Patricio Meléndez y de F a D en la Intersección N°3 Avenida Leguía – Calle General Vizquerra respectivamente, con lo cual se indica que pasa a tener un flujo vehicular normal en proporción al ancho de los carriles de todos los accesos de las intersecciones.

El tiempo de demora por vehículo reduce a valores inferiores a 30 segundos optimizando el nivel de servicio a condiciones aceptables.

De igual forma esta alternativa conlleva a tener que eliminar estacionamientos laterales de los accesos para lograr aumentar un carril

en los accesos de las intersecciones, así como sacrificar parte de la berma central con el fin de lograr la optimización del flujo vehicular y nivel de servicio.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados conseguidos tanto para la situación actual, así como las propuestas de mejora a la intersección analizada, se presentan las siguientes conclusiones:

1. Se determinó el nivel de servicio en todos los accesos de las tres intersecciones de la Avenida Leguía en el Tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez; realizando propuestas de mejora vial teniendo en cuenta los ciclos de semaforización y las propiedades geométricas de la vía de estudio; se logró reducir el nivel de servicio de las intersecciones respectivamente.
2. Se logró determinar el nivel de servicio que posee en la Actualidad las intersecciones de la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez, dando como resultado un valor F en base a los datos recopilados en campo y luego habiéndolos procesados en el Software Synchro V8.0
3. Se realizó las propuestas de mejora vial de las intersecciones de la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez, y se consiguió optimizar el tráfico vehicular actual en todas las intersecciones, para realizar tal mejora se tuvieron en cuenta el ciclo de los semáforos y las propiedades geométricas de los accesos en las intersecciones de la vía de estudio.
4. Se analizaron las diferentes propuestas de solución en base a los resultados obtenidos con el software Synchro V8.0 y determinamos que la alternativa N°4 de Optimización de Ciclos de semaforización y Aumento de Carriles es la solución más viable para mejorar el nivel de servicio de la Vía en estudio, realizando estos cambios el nivel de Servicio de las Intersecciones Mejoran de un Nivel de Servicio en condición F a C en las Intersecciones N°1 Avenida Leguía - Av. Arias y Aragüez y N°2 Avenida Leguía – Av. Patricio Meléndez y de F a D en la Intersección N°3 Avenida Leguía – Calle General Vizquerra.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios que analicen la viabilidad de eliminar estacionamientos laterales en las intersecciones de la Avenida Leguía, para poder adicionar carriles en los diferentes accesos y lograr reducir el alto nivel de servicio existente.
2. Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna, realizar la reprogramación de los tiempos de semaforización en todas las intersecciones del tramo en estudio, ya que esta es una de las principales causas del congestionamiento vehicular, lo cual genera las largas colas de vehículos en los accesos analizados.
3. Se recomienda a las entidades públicas encargadas de la administración del transporte urbano, efectuar nuevos reordenamiento de los vehículos de transporte público con respecto a los lineamientos de recojo de pasajeros ya que esto también origina que el tráfico vehicular aumente por la imprudencia de los conductores al no respetar los paraderos autorizados.
4. Recomendar este trabajo a la Municipalidad Provincial de Tacna, para que a partir del estudio, se genere soluciones viales, no solo en la Av. Leguía, sino en toda la zona central de la ciudad para tomar las medidas correctivas respecto al crecimiento constante del parque automotor.
5. Se recomienda a futuros tesisistas que realicen investigaciones similares al presente informe analizando nuevas propuestas de solución , como por ejemplo la ola verde la cual sincroniza semáforos permitiendo el flujo continuo de trafico sobre varias intersecciones en una misma dirección , logrando mayor fluidez , reducción de índice de ruido y menor consumo de energía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Board, T. R. (2010). Highway Capacity Manual. Estados Unidos: Transportation Research Board.
- Board, T. R. (2010). Manual de Capacidad de Carreteras. España: Asociación Técnica de Carreteras.
- Cal y Mayor, R., & Cardenas Grisales, J. (2007). Ingeniería de Tránsito - Fundamentos y Aplicaciones. Mexico: Alfaomega.
- Cortés Patiño, J. M. (2016). "Uso de la Simulación para mejorar la Movilidad Vehicular en los Cruceos de Calzada de Tlalpan y Renato Leduc con la Lateral de Periférico" . Mexico.
- Maquera Cruz, P. V. (2019). Evaluación Del Nivel De Servicio De Flujos Vehiculares, En Dos Intersecciones Semaforizadas De La Av. Jorge Basadre G. Intersección Con Av. Tarata Y Av. Internacional, Alto Alianza – Tacna, 2018. TACNA: Universidad Privada de Tacna.
- Montoya, G. (2005). Ingeniería de Transito (Tema 05). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de [https://www.academia.edu/29225653/UNIVERSIDAD\\_NACIONAL\\_DE\\_INGENIERIA](https://www.academia.edu/29225653/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_INGENIERIA).
- MPT. (2014). Plan Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tacna 2015 – 2025. Tacna: Municipalidad Distrital de Tacna.
- MTC. (2005). Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas. Lima: Instituto de Construcción y Gerencia.
- MTC. (2016). Manual de Dispositivos de Control de Transito. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- MTC. (2018). Manual de Carreteras de Diseño Geométrico DG-2018. Lima: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- Nuñez Castillo, C. G., & Troncoso, V. (2014). "Solución Vial de la Av. Primavera comprendida entre las Avenidas la Encalada y José Nicolás Rodrigo, Lima-Lima-Surco". Lima.

- OEFA. (2011). Evaluación rápida del nivel de ruido ambiental en las ciudades de Lima, Callao, Maynas, Coronel Portillo, Huancayo, Huánuco, Cusco y Tacna. Lima. Obtenido de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=1934](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=1934)
- Osores Torres, V. O. (2015). "Evaluación del Nivel de Servicio por Análisis de Tráfico en la Intersección Semaforizada Mariscal Castilla – Julio Sumar El Tambo, 2015". Huancayo.
- Paucara Rojas, M. (2018). "Evaluación del Nivel de Servicio en flujos Vehiculares de las Intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann, Utilizando Synchro V.8 – Tacna, 2018". Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Reyna Peña, P. (2015). "Propuesta de Mejora de Niveles de Servicio en dos Intersecciones". LIMA.
- Ríos Cardich, E. M. (2018). "Modelación del Tránsito y Propuesta de Solución Vial a la Av. Cáceres con Infracworks y Synchro 8". Lima.
- Rodríguez Rucobo, P., Vidaña Bencomo, J. O., & Rodríguez Esparza, A. (2015). "El Tráfico "Evaluación del Congestionamiento Vehicular en Intersecciones Viales". Mexico.
- Rondoño Chavez, D. W. (2018). "Análisis vial en las intersecciones de la av. Luzuriaga y San Martín con la av. Raymondi - Huaraz aplicando el software Synchro 8.0, para mejorar el flujo Vehicular". Huaraz.
- Traffic Signal Software - User Guide. (2011). Estados Unidos.
- Urbina Cantuta, C., & Torres Flores, A. (2018). Optimización del flujo vehicular en la Intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna. Perú.

**ANEXOS**

**ANEXO N°01**

**PANEL FOTOGRAFICO**



Imagen 1: Se aprecia las mediciones en campo del ancho de la vía de Av. Leguía – Av. Arias y Aragüez en la Intersección I.



Imagen 2: Se aprecia las mediciones en campo del ancho de la berma central de la avenida Av. Leguía – Av. Arias y Aragüez en la Intersección I.



Imagen 3: Se aprecia las mediciones en campo del ancho de la vía de Av. Leguía – Av. Arias y Aragüez en la Intersección I.



Imagen 4: Se aprecia las anotación respectivas para la realización del conteo vehicular en de la Intersección I.



Imagen 5: Se aprecia las mediciones en campo del ancho de la vereda de la Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez en la Intersección II.



Imagen 6: Se aprecia las mediciones en campo del ancho de la vía de la Av. Leguía – Av. Patricio Meléndez en la Intersección II.



Imagen 7: Se aprecia las anotación respectivas para la realización del conteo vehicular en de la Intersección II.



Imagen 8: Se aprecia las anotación respectivas para la realización del conteo en otro punto vehicular en de la Intersección II.

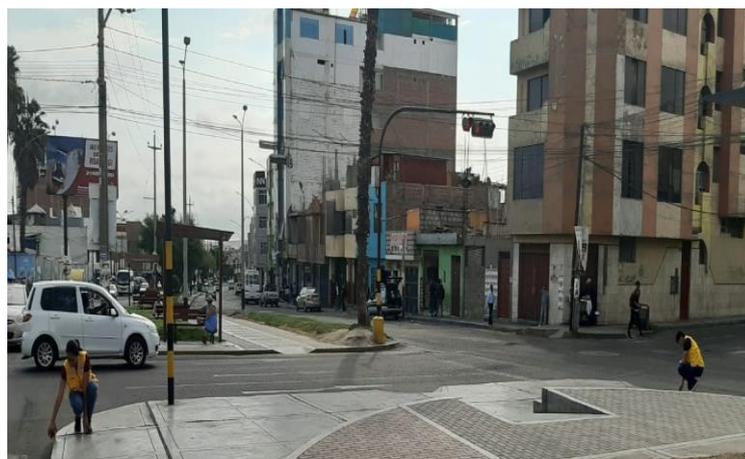


Imagen 9: Se aprecia las mediciones en campo del ancho de la berma central de la Av. Leguía – Calle General Vizquerra en la Intersección III.



Imagen 10: Se aprecia las mediciones en campo del ancho de la vía de la Av. Leguía – Calle General Vizquerra dada en la Intersección III.



Imagen 11: Se aprecia las mediciones en campo del ancho de la vía en otro punto de la Av. Leguía – Calle General Vizquerra dada en la Intersección III.



Imagen 12: Se aprecia las anotación respectivas para la realización del conteo vehicular en de la Intersección III.

**ANEXO N°02:**

## **AFOROS VEHICULARES**

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

TRAMO DE LA CARRETERA :														ESTACION	2																								
TESIS :		"DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPIESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUIA EN EL TRAMO CALLE GRAL. VIZQUERRA - AV. ARIAS Y ARAGUEZ DEL DISTRITO DE TACNA AÑO 2018"												DIA	SABADO																								
UBICACIÓN :														FECHA	15.12.18																								
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	VOLKSWAGEN	CAMIONETAS				BUS			CAMION			S. TRAILER	SUBTOTAL																							
					SUP	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	3 E	2 E	3 E	2 E			3 E																						
SENTIDO																																							
1 CONTEO																	1637																						
07:00 - 07:15 am	1	41	32					1	3	2							161																						
07:15 - 07:30 am	2	54	20		1			2	4								198																						
07:30 - 07:45 am	1	52	25	75	22			7	2	1	1				1		227																						
07:45 - 08:00 am	1	66	26	77	50			4	4								265																						
08:00 - 08:15 am		75	11	50	39	1	1		6		1			1			230																						
08:15 - 08:30 am	2	66	23	40	29			5	3	1	1						225																						
08:30 - 08:45 am	3	53	43	35	13			1	5	2							184																						
08:45 - 09:00 am	1	45	23	31	20				2								147																						
2 CONTEO																																							
12:00 - 12:15 pm	3	29	26	22	11			3	1								147																						
12:15 - 12:30 pm	3	29	26	45	16	1	1	1	5	1							166																						
12:30 - 12:45 pm		44	33	32	21			6	1								171																						
12:45 - 01:00 pm	1	52	24	66	50				6		2						245																						
01:00 - 01:15 pm	2	36	26	55	37			3	3								214																						
01:15 - 01:30 pm	2	65	39	45	21	4	1	2	8	2	1						212																						
01:30 - 01:45 pm	1	75	24	33	27			1	3								182																						
01:45 - 02:00 pm	1	37	25	36	25	1			2	2							154																						
3 CONTEO																																							
06:00 - 06:15 pm		85	30	36	25				3								219																						
06:15 - 06:30 pm	2	33	19	33	22			5	1		1						164																						
06:30 - 06:45 pm		66	22	37	26			1	3	2							187																						
06:45 - 07:00 pm	2	93	49	65	37	3		8	2		2				1		315																						
07:00 - 07:15 pm		55	38	60	32			4	4								237																						
07:15 - 07:30 pm	2	55	19	34	23	1			2					1			189																						
07:30 - 07:45 pm	1	26	16	45	7	1		1	2	4	1						135																						
07:45 - 08:00 pm	1	66	8	29	9	2,00		2	2	2							154																						
PARCIALES	0	22	20	###	630	0	###	621	2	21	3	0	55	11	0	86	13	0	247	172	0	251	186	0	3	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0		
SUMATORIAS	42	1938				26		66	99	10	419	437	4	2	2	4	2	0	8	2	0	247	172	0	251	186	0	3	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0











**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

TRAMO DE LA CARRETERA :		"DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUIA EN EL TRAMO CALLE GRAL. VIZQUIERRA - AV. ARIAS Y ARAGUEZ DEL DISTRITO DE TACNA AÑO 2018"													ESTACION	3
TESIS :															DIA	SABADO
UBICACION :															FECHA	15.12.18
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	VOLKSWAGEN	CAMIONETAS				BUS			CAMION			S. TRAILER	SUBTOTAL
					SUP	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	3 E	2 E	3 E	2 E		
SENTIDO																
1 CONTEO	1	47	40	1	2	2	12								1044	
07:00 - 07:15 am	1	42	49	1	8	3	16		2			1			105	
07:15 - 07:30 am	1	55	37	1	2	5	11		1						123	
07:30 - 07:45 am	2	75	65	2	7	3	18		1						174	
07:45 - 08:00 am	2	70	54	2	5	5	19		1			1			159	
08:00 - 08:15 am	6	88	44	1	5	2	16								161	
08:15 - 08:30 am	3	57	28	1	5	4	15								113	
08:30 - 08:45 am	3	38	35		5	1	14								96	
08:45 - 09:00 am															1030	
12:00 - 12:15 pm	3	62	26		1	1	17		1						112	
12:15 - 12:30 pm	2	49	31	1	5	4	15								107	
12:30 - 12:45 pm	4	73	36	1	2	1	17		1						136	
12:45 - 01:00 pm	4	90	75	3	10	4	17					3			210	
01:00 - 01:15 pm	2	61	52	1	6	6	16		1						145	
01:15 - 01:30 pm	2	52	36		5	4	6								105	
01:30 - 01:45 pm	2	52	42	1	7	2	8					1			115	
01:45 - 02:00 pm	4	41	40		2	1	10		2						100	
3 CONTEO															938	
06:00 - 06:15 pm	2	45	40	2	2	2	12								105	
06:15 - 06:30 pm	2	33	37		5	3	8					1			91	
06:30 - 06:45 pm	1	65	41	1	15	2	10		1						137	
06:45 - 07:00 pm	5	67	52	1	6	4	8						1		144	
07:00 - 07:15 pm	1	85	47	1	8	3	18								163	
07:15 - 07:30 pm	2	88	38		10	1	10		2						152	
07:30 - 07:45 pm	5	30	22	1	5	3	8					1			75	
07:45 - 08:00 pm	2	22	24	1	8	1	12		1						71	
PARCIALES	0	62	0	991	0	0	313	0	0	0	0	6	0	0	0	0
SUMATORIAS	62	1387	991	21	136	67	9	0	13	0	2	4	0	0	0	0

**ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

TRAMO DE LA CARRETERA :													ESTACION	3		
TESIS :		"DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUIA EN EL TRAMO CALLE GRAL. VIZQUIERRA - AV. ARIAS Y ARAGUEZ DEL DISTRITO DE TACNA AÑO 2018"											DIA	LUNES		
UBICACIÓN :													FECHA	17.12.18		
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	VOLKSWAGEN	CAMIONETAS				BUS		CAMION		S. TRAILER	SUBTOTAL		
					SUP	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	2 E	3 E				
SENTIDO																
1 CONTEO	1	34	30	1				9	1						790	
07:00 - 07:15 am		31	39		1	1		14							76	
07:15 - 07:30 am		36	27	2				25	2	1					86	
07:30 - 07:45 am		64	55		5	1		16	1						94	
07:45 - 08:00 am	1	75	44	1	3	3	1	17		1					144	
08:00 - 08:15 am		31	34		2	2		14							144	
08:15 - 08:30 am	2	46	33	1	2	2		13							83	
08:30 - 08:45 am		27	25		1			12	1						97	
08:45 - 09:00 am															66	
2 CONTEO															825	
12:00 - 12:15 pm	1	32	21					15	2			1			72	
12:15 - 12:30 pm		38	28	1	2	2		13	1	1					86	
12:30 - 12:45 pm		88	66			2		15							171	
12:45 - 01:00 pm	2	69	55		1	1		10	2						141	
01:00 - 01:15 pm		50	42	1	2			14		1					109	
01:15 - 01:30 pm		35	26	1	1	2	1	9					1		76	
01:30 - 01:45 pm		41	32					25	1			1			100	
01:45 - 02:00 pm	1	30	30					8	1						70	
3 CONTEO															649	
06:00 - 06:15 pm	1	34	30					10	1	1					77	
06:15 - 06:30 pm		22	27		3			6	1						59	
06:30 - 06:45 pm	1	40	31	2	4	2		11							91	
06:45 - 07:00 pm	2	75	42			4		6					1		131	
07:00 - 07:15 pm		73	37		2	1		16	2						131	
07:15 - 07:30 pm		21	28	1			1	8							59	
07:30 - 07:45 pm	1	25	12		2	1		15	2						58	
07:45 - 08:00 pm		15	14		2			10	1						43	
PARCIALES	0	13	0	0	808	0	0	808	0	0	0	2	0	0	0	0
SUMATORIAS	13	1032	808	11	31	24	3	311	19	2	3	5	2	0	0	

## ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA :														ESTACION	3	
TESIS :		"DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUIA EN EL TRAMO CALLE GRAL. VIZQUERRA - AV. ARIAS Y ARAGUEZ DEL DISTRITO DE TACNA AÑO 2018"												DIA	MIERCOLES	
UBICACION :														FECHA	19.12.18	
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	VOLKSWAGEN	CAMIONETAS				BUS			CAMION			S. TRAILER	SUBTOTAL
					SUP	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	3 E	2 E	3 E	2 E		
SENTIDO																
1 CONTEO																654
07:00 - 07:15 am	1	29	26		1	1		5	1							64
07:15 - 07:30 am		26	35	1	2	2	1	6								73
07:30 - 07:45 am	1	44	23				1	5								74
07:45 - 08:00 am	2	66	51	2	1	1		7	1							132
08:00 - 08:15 am	2	75	40			2		8								127
08:15 - 08:30 am	6	26	30			1	1	5								69
08:30 - 08:45 am		41	14	2	2			4	2							65
08:45 - 09:00 am	3	22	21		1			3								50
2 CONTEO																586
12:00 - 12:15 pm	3	27	12					6	1							49
12:15 - 12:30 pm		33	17	1	2	1	1	4								59
12:30 - 12:45 pm	4	26	22	1	1	2		4		1						62
12:45 - 01:00 pm	2	66	51	2	2	3	1	5	2							134
01:00 - 01:15 pm	2	45	38					7								92
01:15 - 01:30 pm		30	22		1	1	1	5								60
01:30 - 01:45 pm	2	36	28	1				2	1							70
01:45 - 02:00 pm	4	25	26		1			4								60
3 CONTEO																511
06:00 - 06:15 pm	2	29	26	2		1		5								65
06:15 - 06:30 pm		17	23				1	3	1							45
06:30 - 06:45 pm	1	35	27		2	1		4	1							71
06:45 - 07:00 pm	5	65	38	1	1	2		3								115
07:00 - 07:15 pm	1	38	33				1	8				1				82
07:15 - 07:30 pm	2	44	24		1	1		4								76
07:30 - 07:45 pm	2	14	8					3	1							27
07:45 - 08:00 pm	2	10	10	1	1	1	1	3								30
PARCIALES	0	45	0	869	0	14	0	0	113	0	0	3	0	0	0	0
SUMATORIAS	45	869	645	14	19	20	9	0	113	0	1	3	0	0	0	0













## ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA :		"DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUIA EN EL TRAMO CALLE GRAL. VIZQUERRA - AV. ARIAS Y ARAGUEZ DEL DISTRITO DE TACNA AÑO 2018"												ESTACION	3																			
TESIS :														DIA	SABADO																			
UBICACIÓN :														FECHA	15.12.18																			
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	VOLKSWAGEN	CAMIONETAS			MICRO		BUS		CAMION		S. TRAILER		SUBTOTAL																		
					SUP	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	2 E	3 E	2S1/2S2																					
SEMITO	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	2096																		
1 CONTEO																																		
07:00 - 07:15 am		46	26	89	16	1	10	16	11	1						243																		
07:15 - 07:30 am	1	50	10	107	28	2	7	4	5	6	2					269																		
07:30 - 07:45 am	5	45	8	100	15	1	8	9	7	8					1	237																		
07:45 - 08:00 am	3	60	20	115	12	1	10	6	9	1					1	279																		
08:00 - 08:15 am	1	45	18	92	22	3	15	2	8		1				1	256																		
08:15 - 08:30 am	4	55	16	103	15	1	11	8	5	5	1				3	261																		
08:30 - 08:45 am	2	52	25	118	12	3	13	2	9		1				2	271																		
08:45 - 09:00 am		59	13	109	28		7	11	6	6	1				1	280																		
2 CONTEO																2206																		
12:00 - 12:15 pm	1	60	33	111	10		12	2	13	3						279																		
12:15 - 12:30 pm		53	12	125	18	3	9	12	10	5					2	296																		
12:30 - 12:45 pm	1	66	15	95	15	1	8	4	7	1					1	248																		
12:45 - 01:00 pm	3	62	24	125	12	2	12	15	6						4	291																		
01:00 - 01:15 pm	4	50	13	115	29	2	12	6	8	7	1				2	289																		
01:15 - 01:30 pm	5	66	15	102	24	2	6	8	10						1	277																		
01:30 - 01:45 pm	3	58	19	99	15		15	5	5		1				1	255																		
01:45 - 02:00 pm	1	50	16	106	25	4	12	9	6	10					3	271																		
3 CONTEO																2096																		
06:00 - 06:15 pm	2	49	12	90	15	2	8	15	11							228																		
06:15 - 06:30 pm	3	55	20	95	38	4	15	5	8	2	1				1	290																		
06:30 - 06:45 pm	1	53	33	120	15		8	8	7	9					1	285																		
06:45 - 07:00 pm	4	40	15	98	30	1	15	7	10	1	1				1	268																		
07:00 - 07:15 pm	2	52	12	100	12	3	10	6	8		1				2	246																		
07:15 - 07:30 pm	4	57	16	111	13	4	12	5	9	8					1	270																		
07:30 - 07:45 pm	3	50	36	105	15	1	5	9	5	6	2					273																		
07:45 - 08:00 pm		60	15	88	25	2	8	5	8							236																		
PARCIALES	0	53	6	0	###	442	0	###	459	0	41	7	0	248	179	0	191	79	0	12	5	0	81	124	0	20	9	0	0	0	0	0	0	0
SUMATORIAS	59	1735		2977	48		427		270		17			630			205		29		0					1	0	0	0	0	0	0	0	







## ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA :		"DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUIA EN EL TRAMO CALLE GRAL. VIZQUERRA - AV. ARIAS Y ARAGUEZ DEL DISTRITO DE TACNA AÑO 2018"												ESTACION	3	
TESIS :														DIA	LUNES	
UBICACIÓN :														FECHA	17.12.18	
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	VOLKSWAGEN	SUP	CAMIONETAS			MICRO		BUS		CAMION		S. TRAILER	SUBTOTAL
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E	3 E	2 E	3 E	2 E	3 E		
SENTIDO	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	1649
1 CONTEO																190
07:00 - 07:15 am	7	45	10	79	10	6	1	2	22							198
07:15 - 07:30 am	4	48	11	82	6	7		1	16							205
07:30 - 07:45 am	6	49	12	82	11	5	3	4	19							216
07:45 - 08:00 am	10	55	5	72	17	10	1	2	25							208
08:00 - 08:15 am	5	52	4	88	6	8		3	23							205
08:15 - 08:30 am	9	45	15	81	14	6		5	20							218
08:30 - 08:45 am	4	50	15	92	8	7	1	2	18							209
08:45 - 09:00 am	5	52	20	80	8	5	2	4	18							187
2 CONTEO																219
12:00 - 12:15 pm	6	47	3	77	4	8	1	1	25							217
12:15 - 12:30 pm	7	53	6	92	7	10		5	20							236
12:30 - 12:45 pm	8	51	16	88	6	5		2	22							220
12:45 - 01:00 pm	5	49	18	95	15	11	2	3	23							225
01:00 - 01:15 pm	10	49	15	88	7	10		5	18							206
01:15 - 01:30 pm	8	48	8	86	18	8	1	4	20							204
01:30 - 01:45 pm	5	55	20	84	7	5	3	5	23							204
01:45 - 02:00 pm	2	52	12	85	6	6		2	24							204
3 CONTEO																204
06:00 - 06:15 pm	3	54	5	82	13	7		5	23							216
06:15 - 06:30 pm	5	49	10	92	10	8		2	22							226
06:30 - 06:45 pm	5	55	12	88	12	10	2	5	18							208
06:45 - 07:00 pm	8	48	13	79	7	8		4	20							234
07:00 - 07:15 pm	5	52	5	91	15	9		2	21							204
07:15 - 07:30 pm	6	50	26	88	8	10	1	3	23							207
07:30 - 07:45 pm	5	47	2	82	12	7	2	5	19							204
07:45 - 08:00 pm	3	55	15	85	6	8		4	23							207
PARCIALES	0	141	9	0	278	0	184	19	0	80	13	0	2	2	0	245
SUMATORIAS	150	1488	0	2271	20	203	0	93	253	3	0	0	0	0	0	595













### ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA :		"DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUIA EN EL TRAMO CALLE GRAL. VIZQUEERRA - AV. ARIAS Y ARAGUEZ DEL DISTRITO DE TACNA AÑO 2018"												ESTACION	2
TESIS :														DIA	MIERCOLES
UBICACION :														FECHA	19.12.18
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	VOLKSWAGEN	CAMIONETAS				BUS			CAMION		S. TRAILER	SUBTOTAL
					SUP	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	3 E	2 E	3 E		
SENTIDO															
1 CONTEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1481
07:00 - 07:15 am		2 42	4 96		3 10	4		4 4							172
07:15 - 07:30 am		6 49	10 90	1	3 6	8		2 7	1 4			2			189
07:30 - 07:45 am	1	3 52	10 94		4 7	1 3		3 7	4						189
07:45 - 08:00 am		8 47	12 93	1	5 8	8	1	3 8	1 4			1			200
08:00 - 08:15 am	1	4 39	8 94	1	5 9	1 10	1	8 5	3						189
08:15 - 08:30 am		2 40	9 94	1	6 12	8		3 5	2			2			184
08:30 - 08:45 am	1	2 38	5 89		4 10	8		5 4	1 3						170
08:45 - 09:00 am		10 37	13 103		3 5	5	1	3 5	1 1						188
2 CONTEO															1497
12:00 - 12:15 pm		2 44	7 98	1	2 5	4		3 4	1						171
12:15 - 12:30 pm		4 41	10 98		4 7	8		3 6	1 1			2			185
12:30 - 12:45 pm	1	8 39	11 93		9 7	1 8		7 6	4						194
12:45 - 01:00 pm	1	3 39	5 103	1	6 8	8	1	4 4	4			1			188
01:00 - 01:15 pm	1	4 43	12 101		4 6	9		4 4	1 4						193
01:15 - 01:30 pm	1	8 47	10 105	1	2 9	2 7		3 6	3						204
01:30 - 01:45 pm	2	2 41	10 101	1	2 9	4	1	4 4	1 2			1 2			187
01:45 - 02:00 pm		4 39	12 92		5 6	5		2 6	4						175
3 CONTEO															1459
06:00 - 06:15 pm		3 38	9 98		3 4	3		2 4	1						165
06:15 - 06:30 pm	1	3 43	7 91	1	3 8	1 4	1	4 4	3			2			176
06:30 - 06:45 pm		6 44	5 88		12 8	6		3 6	1 3						182
06:45 - 07:00 pm	1	4 39	11 104		4 6	1 8	1	4 4	1 3			2			193
07:00 - 07:15 pm		4 41	10 88	1	5 7	8		6 4	1			3			178
07:15 - 07:30 pm	1	8 46	12 94		3 5	1 10		2 4	4			1			191
07:30 - 07:45 pm	1	4 43	6 97		4 6	8	2	4 7	1 2						186
07:45 - 08:00 pm		2 44	12 105		2 7	5		2 6	3						188
PARCIALES	3 10	0 106	0 220	0 2	0 103	0 8	159	0 1	9	0 88	124	0 10	67	0 0	0
SUMATORIAS	13	1121	2529	10	278	167	10	212	77	0	20	0	0	0	0

**ANEXO N°03:**

## **PLANOS**

**ANEXO N°04:**

## **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE MEJORA VIAL EN LA AVENIDA LEGUÍA EN EL TRAMO CALLE GRAL. VIZQUERRA – AV. ARIAS Y ARAGÜÉS DEL DISTRITO DE TACNA AÑO 2018”					
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODO
<b>Interrogante Principal</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>		
¿De qué manera la determinación del nivel de servicio influye en las propuestas de mejora vial de la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez del distrito de Tacna?	Determinar el nivel de servicio para realizar propuestas de mejora vial en la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.	Con la determinación del nivel de servicio se logra realizar propuestas de mejora vial en la Av. Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Flujo Vehicular	FLUJO VEHICULAR	Explicativo
<b>Interrogante Secundaria:</b>	<b>Objetivo Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>	<b>Variable Dependiente</b>		
¿Cuál es el nivel de servicio de la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez en la actualidad?	Determinar el nivel de servicio en la actualidad que posee la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.	Realizando un aforo vehicular lograremos determinar cuál es el nivel de servicio en la actualidad que posee la Av. Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.	VARIABLE INDEPENDIENTE Aforo Por Giro  VARIABLE DEPENDIENTE: Nivel de Servicio	AFORO VEHICULAR	Explicativo
¿Cómo elaborar propuestas de mejora vial en la Avenida Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez?	Proponer alternativas de solución para mejorar el nivel de servicio en la Av. Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.	Al reprogramar el sentido de los giros en los accesos se propondrá soluciones o alternativas a los problemas de tráfico vehicular.	VARIABLE INDEPENDIENTE Sentido de Giros.  VARIABLE DEPENDIENTE: Alternativas a los Problemas de Tráfico	SENTIDO DE GIROS	Explicativo
¿Cómo determinar la más viable propuesta de mejora vial para la Av. Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez?	Determinar la más viable propuesta de mejora vial para la Av. Leguía en el tramo Gral. Vizquerra – Arias y Aragüez.	Con los análisis realizados en la presente investigación se plantearán soluciones para lograr un mejoramiento vial y reducir el nivel de Servicio en el tramo de estudio.	VARIABLE INDEPENDIENTE Análisis Realizados  VARIABLE DEPENDIENTE Mejoramiento Vial	PROCESAMIENTO DE DATOS O ALTERNATIVAS	Explicativo