

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE
MEJORA VIAL EN “AV. GUSTAVO PINTO TRAMO: AV
CORONEL MENDOZA - AV. AUGUSTO B LEGUIA” TACNA, AÑO
2022”**

**PARA OPTAR:
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

**Bach. CAMILA DEL CARMEN NEYRA VARGAS
Bach. ARIADNA GERLADINE CUTIPA PARE**

**TACNA – PERÚ
2023**

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y PROPUESTA DE
MEJORA VIAL EN “AV. GUSTAVO PINTO TRAMO: AV
CORONEL MENDOZA - AV. AUGUSTO B LEGUIA” TACNA, AÑO
2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 11 de marzo de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: Mag. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO

SECRETARIO: Mtra. ELVIRA ALVARADO AMONES

VOCAL: Mtra. ANA GABRIELA CRUZ BALTUANO

ASESOR: Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotras, Camila del Carmen Neyra Vargas y Ariadna Geraldine Cutipa Pare, en calidad de bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificadas con DNI 70449493 y 74580174 respectivamente. Declaramos bajo juramento que:

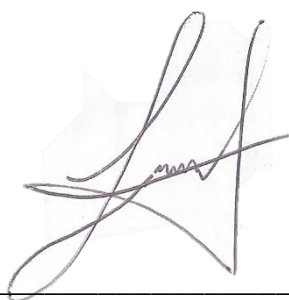
1. Somos autoras de la tesis titulada *“Determinación del nivel de servicio y propuesta de mejora vial en “av. Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - av. Augusto B Leguía Tacna, año 2022”* la misma que presento para optar el: Título Profesional de Ingeniería Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada 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.

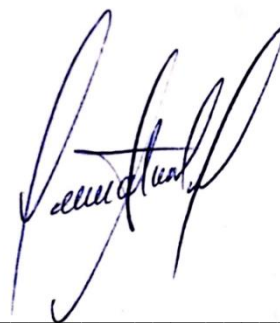
En consecuencia, nos hacemos responsables frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la obra haya sido publicada anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones de nuestra acción se derive, sometiéndonos a la normativa vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna 18 de enero del 2023



Camila del Carmen Neyra Vargas
DNI N° 70449493



Ariadna Geraldine Cutipa Pare
DNI N° 74580174

DEDICATORIA

Esta dedicatoria va dirigida primeramente a Dios, que me ha dado la fortaleza espiritual y física para continuar en este largo camino.

A mi principal motor de vida, mi amada madre Carmen, por su preocupación constante y estar siempre pendiente, este logro también es tuyo.

También se lo dedico a mi padre Jorge Neyra, desde el cielo eres esa luz que me daba fuerzas para continuar, tu infinito amor y protección han estado conmigo hasta el día de hoy.

Bach. Camila Del Carmen Neyra Vargas

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre conmigo sobre todo en este camino que fue mi etapa universitaria, por brindarme salud y por darme una hermosa familia la cual amo mucho.

A mis padres Jaime y Lidia porque ellos fueron mi motor y motivo para poder culminar mis estudios, por educarme para ser la persona que soy hoy en día, por apoyarme y aconsejarme siempre a seguir creciendo como persona y crecer profesionalmente.

A mis hermanos Medalit y Rodrigo por sus consejos y por su amor incondicional, por su preocupación que tenían por mí en mis largas noches de veladas cuando me dejaban una taza de café sobre la mesa y me daban muchos ánimos para continuar y jamás rendirme.

A mi sobrina Cielo por ser un motivo más en mi vida, también por la mayoría de veces que me hacía compañía por las noches y me apoyaba mucho anímicamente con sus risas en mis días de estrés y preocupación.

Bach. Ariadna Geraldine Cutipa Pare

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer en primer lugar a nuestro Asesor Mtro. Rolando Salazar Calderón –Juárez, quien nos guio por todas las etapas de este proyecto con sus conocimientos y consejos.

De igual manera extender nuestro profundo agradecimiento a cada docente de la Universidad Privada de Tacna por todos los conocimientos y enseñanzas que nos brindaron a lo largo de nuestros años de estudio.

Camila Del Carmen Neyra Vargas

Ariadna Geraldine Cutipa Pare

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Descripción del Problema.....	2
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Justificación de la Investigación	3
1.3.1. Desde el punto de vista social.....	3
1.3.2. Desde el punto de vista científico	3
1.3.3. Desde el punto de vista económico y ambiental	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Hipótesis	4
1.5.1. Hipótesis General.....	4
1.5.2. Hipótesis Específicas	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de estudio.....	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	7
2.1.3. Antecedentes Locales	8
2.2. Bases Teóricas	9
2.2.1 Flujos vehiculares.....	9
2.2.2 Parámetros de Flujo de Tráfico	10
2.2.3 La vía	12

2.2.4. El nivel de servicio	13
2.2.5. Identificación de Intersecciones	14
2.2.6. Aforo de Volumen	15
2.2.7. Volumen de Tránsito	16
2.2.8. Datos de entrada.....	17
2.2.9. Metodología HCM 2010 para intersecciones con semáforo.....	18
2.3. Definición de términos	32
2.3.1. Tasa de Flujo	32
2.3.2. Demanda	32
2.3.3. Capacidad.....	33
2.3.4. Velocidad	33
2.3.5. Nivel de servicio	33
2.3.6. Tránsito	33
2.3.7. Flujo Vehicular	33
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	34
3.1. Diseño de la investigación.....	34
3.2. Acciones y actividades	34
3.3. Materiales y/o instrumentos.....	34
3.3.1. Investigación documental:	34
3.3.2. Recolección de datos:	34
3.4. Población y/o muestra de estudio.....	35
3.4.1. Población:	35
3.4.2. Muestra	35
3.5. Operacionalización de variables.....	35
3.5.1. Identificación de las variables.....	35
3.5.2. Caracterización de las variables.....	35
3.6. Procesamiento y análisis de datos	36
3.7. Procesamiento y análisis de datos	43
3.7.1. Determinación de Tasa de flujo.....	43
3.7.2. Determinación del nivel de servicio	43
3.7.3. Propuesta de mejora	44
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	45
4.1. Descripción del trabajo de campo	45
4.1.1. Zona de ubicación	45
4.1.2. Ubicación geográfica.....	45
4.1.3. Sección Vial	46
4.1.4. Semaforización.....	46

4.2. Intersección Av. Gustavo pinto – Av. Coronel Mendoza	47
4.2.1. Ubicación	47
4.2.2. Sección Vial	48
4.2.3. Estaciones De Conteo.....	49
4.2.4. Esquema De Carriles Y Giros	50
4.2.5. Tiempos De SemafORIZACIÓN En La Intersección	50
4.2.6. Fases De SemafORIZACIÓN	51
4.2.7. Estación 1:	51
4.2.8. Estación 2:	59
4.2.9. Estación 3:	66
4.2.10.Estación 4:	74
4.2.11.Nivel de servicio actual de la intersección Av. coronel Mendoza – Av Gustavo Pinto.....	82
4.3. Intersección Av. Gustavo Pinto – Av. Augusto B. Leguía	84
4.3.1. Ubicación	84
4.3.2. Sección vial.....	84
4.3.3. Estaciones de conteo	85
4.3.4. Esquema de carriles y giros	86
4.3.5. Tiempos de semaforización en la intersección	87
4.3.6. Fases de semaforización	87
4.3.7. Estación 1:	88
4.3.8. Estación 2:	95
4.3.9. Estación 3:	101
4.3.10.Estación 4:	109
4.3.11.Nivel de servicio actual de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av Augusto B Leguía.....	116
4.4. Propuesta de solución para intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	118
4.4.1. Aumento de carriles:	118
4.4.2. Sección transversal de la propuesta:	118
4.4.3. Cambio de fases y modificación en los tiempos de semáforo:.....	119
4.4.4. SemafORIZACIÓN propuesta Av. Gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza	119
4.4.5. Tipo de condición: De Tránsito.....	120
4.4.6. Propuesta de Puente peatonal:	120
4.5. Propuesta de solución para a intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía.	124
4.5.1. Aumento de carriles:	124
4.5.2. Sección transversal de la propuesta:.....	125
4.5.3. Modificación en los tiempos de semáforo:.....	125

4.5.4. Semaforización propuesta Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía.	126
4.5.5. Tipo de condición: De Tránsito.....	126
4.5.6. Restricción de los giros:	127
4.5.7. Propuesta de puente peatonal:	127
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	130
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES.....	133
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	134
ANEXOS.....	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de Servicio para intersecciones según demora	14
Tabla 2. Tipos de Intersecciones a Nivel.....	15
Tabla 3. Factor de ajuste de ancho de carril.	22
Tabla 4. Equivalencias de los factores de conversión a coche patrón (UCP).....	22
Tabla 5 Factor de ajuste para el cálculo de la demora uniforme	29
Tabla 6. Relación entre tipo de llegada y rango de pelotón Rp	29
Tabla 7. Casos para el cálculo de demora uniforme y por cola inicial	31
Tabla 8. Criterio para determinar el nivel de servicio (HCM 2010).	32
Tabla 9. Caracterización de las variables.....	35
Tabla 10. Conteo Vehicular de la Estación “1” en la intersección de la Av. Gustavo Pinto. de sur a norte	51
Tabla 11. Porcentaje de vehículos pesados de la Estación “1” en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	52
Tabla 12. Parámetros de la estación 1 intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	53
Tabla 13. Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control	59
Tabla 14. Conteo Vehicular de la Estación “2” en la intersección de la Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	60
Tabla 15. Porcentaje de vehículos pesados de la Estación “2” en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	60
Tabla 16. Parámetros de la estación 2 intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	61
Tabla 17. Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control	66
Tabla 18. Conteo Vehicular de la Estación “3” en la intersección de la Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	67
Tabla 19. Porcentaje de vehículos pesados de la Estación “3” en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	67
Tabla 20. Parámetros de la estación 3 en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza	68
Tabla 21. Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control	74
Tabla 22. Conteo Vehicular de la Estación “4” en la intersección de la Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	74
Tabla 23. Porcentaje de vehículos pesados de la Estación “4” en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	75
Tabla 24. Parámetros de la estación 4 en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av.	

Coronel Mendoza	76
Tabla 25. Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control	81
Tabla 26. Tasa de flujo de saturación de los accesos de la intersección Av. Coronel Mendoza – Av Gustavo.....	82
Tabla 27. Nivel de servicio de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel M.	83
Tabla 28 . Conteo Vehicular de la Estación “1” en la intersección de la Av. Gustavo Pinto.	88
Tabla 29. Porcentaje de vehículos pesados de la Estación “1” en la intersección de Av. Gusta Pinto – Av. Augusto B Leguia	88
Tabla 30. Parámetros de entrada de la estación 1 en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguia.....	89
Tabla 31. Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control	94
Tabla 32. Conteo Vehicular de la Estación “2” en la intersección de la Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguia	95
Tabla 33. Porcentaje de vehículos pesados de la Estación “1” en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguia.....	95
Tabla 34. Parámetros de entrada de la estación 2 en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguia.....	96
Tabla 35. Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control	101
Tabla 36. Conteo Vehicular de la Estación “3” en la intersección de la Av. Gustavo Pinto con Av Augusto B Leguia.....	102
Tabla 37. Porcentaje de vehículos pesados de la Estación “3” en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguia.....	102
Tabla 38. Parámetros de entrada de la estación 3 en la intersección Av Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguia.....	103
Tabla 39. Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control	108
Tabla 40. Conteo Vehicular de la Estación “4” en la intersección de la Av. Gustavo Pinto con Av Augusto B Leguia.....	109
Tabla 41. Porcentaje de vehículos pesados de la Estación “4” en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av Augusto B Leguia.....	109
Tabla 42. Parámetros de entrada de la estación 4 en la intersección Av Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguia.....	110
Tabla 43. Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control	115
Tabla 44. Tasa de flujo de saturación de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguia.....	116
Tabla 45. Nivel de servicio de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto – Av	

Augusto B Leguía	117
Tabla 46. Comparación N. ^a de carriles y ancho de carril, situación actual – propuesta para la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza.	118
Tabla 47. Comparación N. ^a de fases, situación actual – propuesta para la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Coronel Mendoza.	119
Tabla 48. Comparación tiempos de semáforo, situación actual – propuesta para la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Coronel Mendoza.	119
Tabla 49. Tasa de flujo de saturación de los accesos de la intersección Av. gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza.	122
Tabla 50. Nivel de servicio de los accesos de la intersección Av. gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza.	123
Tabla 51. Comparación N. ^o de carriles y ancho de carril, situación actual – propuesta para la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía.	124
Tabla 52. Comparación tiempos de semáforo, situación actual – propuesta para la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía	126
Tabla 53. Tasa de flujo de saturación de los accesos de la Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía.	127
Tabla 54. Nivel de servicio de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía.	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología para determinar la capacidad y nivel de servicio de una intersección con semáforo (HCM, 2010).....	18
Figura 2. Metodología para determinar la capacidad y nivel de servicio de una intersección con semáforo (HCM, 2010).....	19
Figura 3. Grupos de movimiento y grupos carriles típicos para el análisis	36
Figura 4. Estación 2 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza	36
Figura 5. Estación 2 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza	37
Figura 6. Intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía.....	37
Figura 7. Intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía.....	38
Figura 8. Medición de berma central.....	39
Figura 9. Toma de medidas de la berma en intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza	39
Figura 10. Toma de medida de vereda en Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza	40
Figura 11. Medición de carril en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	40
Figura 12. Medición de berma en intersección Av. Gustavo Pinto -Av. Leguía.....	41
Figura 13. Medición de carril en Av. Gustavo Pinto.....	41
Figura 14. Toma de datos en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía	42
Figura 15. Toma de datos en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza	42
Figura 16. Conteo vehicular en gabinete.....	43
Figura 17. Registro de datos , identificación de GM y GC y tasa de flujo V_p	44
Figura 18. Etapa II: Tasa de flujo de saturación ajustada, capacidad, demoras y nivel de servicio actual	44
Figura 19. Etapa III: Propuestas de mejora y nivel de servicio	45
Figura 20. Vista satelital de la intersección I y II.....	46
Figura 21. Sección vial de las intersecciones.....	47
Figura 22. Trafico en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza	47
Figura 23. Ubicación de la intersección 1 Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza	48
Figura 24. Sección vial de la intersección 1 Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza	48
Figura 25. CORTE A-A: Sección Vial de la Av. Coronel Mendoza	49
Figura 26. CORTE B-B: Sección Vial de la Av. Gustavo Pinto	49

Figura 27. CORTE C-C: Sección Vial de la Av. Coronel Mendoza	49
Figura 28. CORTE D-D: Sección Vial de la Av. Gustavo Pinto.....	49
Figura 29. Identificación de accesos en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza	50
Figura 30. Esquema de carriles y giros de la Av. Pinto con Av. Coronel Mendoza.....	50
Figura 31. Tiempo de semaforización en la intersección de Av. Gustavo Pinto- Av. Coronel Mendoza	51
Figura 32. Fases de semaforización en la intersección de Av. Gustavo Pinto - Av. coronel Mendoza	52
Figura 33. Pendiente de la estación 1 en la intersección de Av Coronel Mendoza -Av. Gustavo Pinto	61
Figura 34. Pendiente de la estación 2 en la intersección de Av. Gustavo Pinto- Av Coronel Mendoza	68
Figura 35. Pendiente de la estación 3 en la intersección de Av Coronel Mendoza -Av. Gustavo Pinto	75
Figura 36. Pendiente de la estación 4 en la intersección de Av. Gustavo Pinto-Av Coronel Mendoza.....	84
Figura 37. Ubicación de la intersección 2 Av Gustavo Pinto con Av. Leguía.....	84
Figura 38. Sección Vial de la intersección 2 Av. Gustavo Pinto con Av. Leguia	85
Figura 39. CORTE A-A: Sección Vial de la Av. Augusto B. Leguía	85
Figura 40. CORTE C-C: Sección Vial de la Av. Gustavo Pinto.....	85
Figura 41. CORTE B-B: Sección Vial de la Av. Gustavo Pinto	86
Figura 42. Identificación de las estaciones en la intersección 2 Av Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguia	86
Figura 43. Esquema de carriles y giros de la Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguia.....	87
Figura 44. Tiempo de semaforización en la intersección de Av. Gustavo Pinto- Av. Leguia	87
Figura 45. Fases de semaforización en la intersección de Av. Gustavo Pinto - Av. Augusto B Leguia	89
Figura 46. Pendiente en la estación 1 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B. Leguía	96
Figura 47. Pendiente en la estación 2 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B. Leguía	103
Figura 48. Pendiente en la estación 3 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B. Leguía	110
Figura 49. Pendiente en la estación 4 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av.	

Augusto B. Leguía	118
Figura 50. Propuesta de la sección Vial A-A en la intersección de Av. Gustavo Pinto. - Av. Coronel Mendoza.	119
Figura 51. Propuesta de la sección Vial C-C en la intersección de Av. Gustavo Pinto. - Av. Coronel Mendoza	120
Figura 52. SemafORIZACIÓN propuesta Av. gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza.....	120
Figura 53. Propuesta de los puentes peatonales en la intersección Av. gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza.	121
Figura 54. Propuesta de la sección Vial A-A en la intersección de Av. Gustavo Pinto. - Av. Augusto B.....	121
Figura 56. Propuesta del aumento de carriles en la intersección de Av. Gustavo Pinto.- Av. Augusto B. Leguía	125
Figura 57. SemafORIZACIÓN propuesta Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía.....	125
Figura 58. Propuesta de puente peatonal en la intersección Av. gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguia	126

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estación de conteo “1” día miércoles 14 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	153
Anexo 2. Estación de conteo “1” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	154
Anexo 3. Estación de conteo “1” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	155
Anexo 4. Estación de conteo “2” día miércoles 14 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	156
Anexo 5. Estación de conteo “2” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	157
Anexo 6. Estación de conteo “2” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	158
Anexo 7. Estación de conteo “3” día miércoles 14 de diciembre 2022– Intersección . Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	159
Anexo 8. Estación de conteo “3” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	160
Anexo 9. Estación de conteo “3” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	161
Anexo 10. Estación de conteo “4” día miércoles 14 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	162
Anexo 12. Estación de conteo “4” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	163
Anexo 13. Estación de conteo “4” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Coronel Mendoza.....	164
Anexo 14. Estación de conteo “1” día miércoles 14 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Leguía.....	165
Anexo 15. Estación de conteo “1” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección Av. GustavoPinto.....	166
Anexo 16. Estación de conteo “1” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Leguía.....	167
Anexo 17. Estación de conteo “2” día miércoles 14 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Leguía.....	168
Anexo 18. Estación de conteo “2” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Leguía.....	169

Anexo 19. Estación de conteo “2” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Leguía	170
Anexo 20. Estación de conteo “3” día miércoles 14 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Leguía	171
Anexo 21. Estación de conteo “3” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. GustavoPinto con Av. Leguía	172
Anexo 22. Estación de conteo “3” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. GustavoPinto con Av. Leguía.....	173
Anexo 23. Estación de conteo “4” día miércoles 14 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía.	174
Anexo 24. Estación de conteo “4” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección. Av. GustavoPinto con Av. Leguía.....	175
Anexo 25. Estación de conteo “4” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. GustavoPinto con Av. Leguía.....	176

RESUMEN

La investigación que se presenta trata sobre el estudio de dos intersecciones semaforizadas en la ciudad de Tacna, estas se encuentran ubicadas en la avenida Gustavo Pinto, tramo avenida coronel Mendoza hasta avenida Augusto B Leguía. A consecuencia de que el tramo en estudio de esta investigación presenta una gran cantidad de flujo vehicular y por ende esto ocasiona un congestionamiento vehicular durante el día, debido a eso es que se ve la necesidad de realizar un estudio de tráfico teniendo en cuenta condiciones actuales que se presenta, y así presentar una solución en mencionadas avenidas en la ciudad de Tacna. Esta investigación se realizó a través de recolección de datos en campo, y de esta manera podamos consolidar toda la información recolectada, por último, se aplicó la metodología usada en el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), en el cual los resultados que se obtuvieron dieron un nivel de servicio deficiente en las intersecciones que se iban a estudiar. Finalmente se propone la alternativa de solución, en donde se optimiza las fases de semaforización, la correcta distribución de carriles, giros permitidos, alcanzando así una mejoría en el nivel de servicio de cada una de las intersecciones intervenida.

Palabras clave: Nivel de servicio, Trafico, Aforo vehicular, metodología de análisis operacional para intersecciones semaforizadas, congestionamiento vehicular.

ABSTRACT

The research presented deals with the study of two traffic light intersections in the city of Tacna, these are located on Gustavo Pinto avenue, Coronel Mendoza avenue section to Augusto B Leguia avenue. As a consequence of the fact that the section under study of this investigation presents a large amount of vehicular flow and therefore this causes a vehicular congestion during the day, due to that, the need to carry out a traffic study is seen taking into account current conditions. that is presented, and thus present a solution in mentioned avenues in the city of Tacna. This research was carried out through data collection in the field, and in this way we can consolidate all the information collected, finally the methodology used in the Highway Capacity Manual (HCM 2010) was applied, in which the results that were They obtained a poor level of service at the intersections to be studied. Finally, the alternative solution is proposed, where the traffic light phases are optimized, the correct distribution of lanes, turns allowed, thus achieving an improvement in the level of service of each of the intersections intervened.

Keywords: Service level, Traffic, Vehicle capacity, operational analysis methodology for signalized intersections, traffic congestion.

INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas principales del país viene siendo hoy en día el congestionamiento de tránsito, este perjudica a los ciudadanos y al medio ambiente. En Tacna el congestionamiento vehicular es considerado actualmente como un causante muy crítico al caos vehicular en distintos sectores de la ciudad, todo esto a consecuencia de que la ciudad de Tacna no tiene niveles de servicios apropiados.

Esta tesis tratará sobre la optimización del flujo vehicular en la avenida Gustavo Pinto del distrito de Tacna en el tramo comprendido entre la avenida Coronel Mendoza y la avenida Augusto B. Leguía y aflora a partir del análisis visual que hace evidencia la crítica situación de congestión vehicular en estas intersecciones de la ciudad. Esta investigación, se divide en cinco capítulos, que se muestran a continuación:

El capítulo I se plantea la problemática de esta investigación, donde se describe la formulación del problema, también la justificación e importancia de esta tesis, además de los objetivos e hipótesis.

Seguidamente en el capítulo II , se desarrolló todo lo relacionado al marco teórico en esta parte , además se dio a conocer algunos antecedentes del estudio tanto internacionales , nacionales y locales , de igual manera se detalla las bases teóricas y definición de términos de esta investigación .

En el capítulo III de la presente investigación, se desarrolla todo lo que concierne al marco metodológico, se describe el nivel y tipo de la investigación, la población de estudio, la operacionalización de las variables, además se describe que instrumentos y técnicas se usó para recopilar todos los datos en campo, por último se realiza la descripción del procesamiento de datos y análisis.

En el capítulo IV se presenta todos los resultados y también se muestran todas las operaciones y cálculos realizados usando la metodología que propone el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) . Finalmente, tras un análisis en cada una de las intersecciones, pudimos presentar la propuesta de solución para cada una de ellas, y con estas se volvió a hacer los cálculos y se obtuvo resultados nuevos para una mejora evidente.

En el V capítulo se desarrolla una discusión sobre los resultados obtenidos en la investigación, tanto en lo que se refiere a la situación actual de las avenidas estudiadas como a la propuesta presentada.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis de la investigación en su conjunto.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema

Hoy en día, la globalización ha provocado la necesidad de que las personas se trasladen más rápido de un lugar a otro. Si bien es cierto que el Perú cuenta con caminos tanto rurales como urbanos, todos juegan un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico de la población, contribuyendo en el desarrollo del país. De igual forma, estos caminos deben ser mantenidos para que no se deterioren más rápido, lo que extendería su vida útil. Por otro lado, dado que las carreteras no reciben mantenimiento, aumentan significativamente los costos de operación. De igual manera, el mantenimiento de los vehículos, el creciente número de los accidentes de tránsito, la pérdida de tiempo e incluso la población están perdiendo lentamente la fe en el liderazgo de los representantes de los distintos niveles de gobierno.

El problema actual es la congestión vehicular, que también trae algunos problemas serios, como la contaminación ambiental y el deterioro significativo de la salud en la población. Por otro lado, el poder adquisitivo de los residentes ha aumentado en los últimos años, con la incorporación de diversos servicios de comercios enfocados a la venta de vehículos, lo que ha contribuido al crecimiento repentino del parque automotor de Tacna, que es una de las principales razones para el tráfico congestión. Países como Perú han experimentado una rápida urbanización, de este aumento de la población de la capital se puede concluir que la demanda de movilidad también aumentará. Este escenario se ha traducido en un aumento de flota que satura el tráfico vehicular, provocando problemas como exceso de tiempo de viaje, consumo innecesario de combustible, molestos ruidos, pérdidas económicas y molestias a los usuarios, entre otros. Sumado a todo esto, existe una falta de cultura vial entre la población, muchos de ellos desconocen las normas de tránsito para vehículos, a pesar de los carteles informativos.

Todo esto crea un diseño de semáforo descoordinado y una grave falta de mantenimiento del semáforo por parte de la gerencia sin considerar el tráfico de peatones. En la ciudad de Tacna se repite este problema y especialmente en vías de alta carga vehicular, como la avenida Gustavo Pinto, esta avenida representa un denso flujo vehicular con vehículos de transporte público, colectivos, particulares. Este sector de la ciudad requiere una reparación constante debido a su importante carga, es por ello que se ve la necesidad de evaluar y analizar la situación actual y alternativas que permitan solucionar este problema.

1.2 . Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera la determinación del nivel de servicio influye en la propuesta de mejora vial de la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el aforo vehicular actual de la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. Coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía?
- b. ¿Cuál es el nivel de servicio actual en la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía?
- c. ¿Qué propuesta de mejora vial soluciona el problema de flujos saturados en la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Desde el punto de vista social

Se justifica la investigación, debido a que permite en base a un análisis de situación, calcular, analizar y aminorar el congestionamiento existente, retrasos y reducir otros inconvenientes que actualmente se están presentando en esta avenida. Actualmente, esta intersección tiene mayor transitabilidad de vehículos y peatones, lo que representa un elevado nivel de servicio debido a las demoras que se presentan. Los semáforos no están ubicados de manera uniforme en todas las intersecciones, lo que confunde a los usuarios y los lleva en muchos casos a ignorar los semáforos.

Existe esta propuesta de mejorar las vías para que las autoridades encargadas puedan tomar acciones en beneficio de los tacneños y así mejorar la señalización, seguridad, y semaforización la propuesta de mejora vial ayudara en el tipo para acortar retrasos en el tránsito y además de un adecuado flujo vehicular y peatonal.

1.3.2. Desde el punto de vista científico

La presente investigación se justifica porque existen hoy en día metodologías correctas y apropiadas que ayudan a desarrollar la presente investigación. Por lo tanto se decidió utilizar la metodología que propone el Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010 para este estudio. Dicha metodología nos proporciona y nos da a conocer el nivel de servicio de esta avenida y con esos resultados obtenidos se podrá plantear el mejoramiento vial que refiere el título.

1.3.3. Desde el punto de vista económico y ambiental

Es a causa de la reciente pandemia que atravesamos por la COVID-19 , que ha venido afectando directamente la economía de nuestra región, es por ello que se realizó la tesis de mejoramiento vial de estas avenidas es específico , pero considerando una posible solución que tenga un costo menor y así aprovechar las condiciones actuales, usando el mínimo material .

En cuanto al enfoque ambiental, las condiciones existentes actualmente mejoraran al aminorar la contaminación causada por excesiva operación vehicular, y de igual manera se espera que los frecuentes ruidos en el ambiente reduzcan y así mismo esto dará como resultado un tránsito más fluido eficaz con un menor desgaste del vehículo y ahorro de combustible.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el nivel de servicio para realizar una propuesta de mejora vial en la avenida Gustavo Pinto tramo: Av. Coronel Mendoza- Av. Augusto B Leguía, Tacna 2022.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar el aforo vehicular actual en la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. Coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía.
- b. Determinar el nivel de servicio actual en la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. Coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía
- c. Plantear una propuesta de mejora vial que solucione el problema de flujos saturados en la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. Coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

La determinación del nivel de servicio influye positivamente en la propuesta de mejora vial de la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía, Tacna 2022

1.5.2. Hipótesis Específicas

- a. El aforo vehicular actual de la avenida Gustavo Pinto tramo Av. Coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía representa flujos saturados.

- b. El nivel de servicio actual en la avenida Gustavo Pinto tramo: Av. Coronel Mendoza- Av. Augusto B Leguía excede la capacidad de la vía.
- c. Una propuesta de mejora vial integral tomado en cuenta sección vial, giros y fases de semaforización soluciona el problema de flujos saturados en la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. coronel Mendoza -Av. Augusto B Leguía.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según Bazaña (2021), en su reciente proyecto llamado “Diseño de solución vial para la congestión vehicular en la intersección de la Av. Juan M y vía Las Mercedes en el Cantón Isidro Ayora” la cual en autor planteó como objetivo principal proponer la solución vial, a través de estrategias integrales para enfrentar y remediar los problemas ocasionados por la congestión vehicular, utilizando mediciones manuales y la tecnología para los aforos vehiculares y hallar así los niveles de servicio de ese sector y la capacidad vial de los flujos y toda la información fue procesada con software Synchro 8. Se concluyó que la capacidad en ese tramo esta entre 48.5 % -53.9 % en condiciones normales en la intersección correctamente semaforizada obteniendo de esa manera un nivel de servicio tipo A. Asimismo, se observó una mayor presencia de vehículos en las horas pico de los miércoles y viernes, y también se registró la ausencia de semáforos en el cruce en el que se basó el estudio.

Según Rodríguez, Cano (2018), en su investigación la cual se tituló “Influencia de los vehículos de carga pesada en la congestión vial de la ciudad de Bogotá D.C – Colombia” la cual se planteó como objetivo dar a conocer propuestas técnicas para eliminar el impacto de la congestión vehicular provocados por vehículos de gran tamaño. De acuerdo con la investigación realizada , todos los vehículos pesados impactaron negativamente , especialmente en las principales vías de la ciudad , por lo que se planteó la propuesta de aumentar un puerto seco , de acuerdo a los datos recolecto el autor se determinó que el corredor de la Calle 13 es la vía de mayor tránsito por vehículos pesados y también que recibe cuatro veces más tránsito de caga con respecto a la autopista norte , toda investigación , cálculos y resultados se obtuvo por medio de la modelación con el software PTV VISSIM . Finalmente se concluyó que cada corredor tendrá la restricción respectiva del tránsito de carga, tal razón que los dos sectores están de acuerdo con la restricción de vehículos de carga, esto ayudara enormemente y se verá una mejora a la calidad del flujo de vehículos en términos de velocidad y reduce los tiempos de espera. .

Según Burgos (2017), en su proyecto de investigación “Análisis de alternativas de solución a la congestión vehicular en la Autopista Sur por avenida Bosa (Bogotá, Colombia)” Sus metas propuestas incluyen analizar alternativas para solucionar el congestionamiento vial de este sector de la ciudad de Colombia , usando el software Synchro , es necesario determinar el flujo de analizar opciones de mejora a partir de

simulaciones en el software observando la problemática actual en el punto. Los resultados obtenidos muestran una capacidad vehicular mixta de 6424 vehículos por hora en horario pico de 06:45 a 07:45, brindando finalmente una alternativa de solución a este problema. Longitud de cola con una reducción de 50 toneladas, sobre la autopista sur siendo relevante en el nivel de servicio; las siguientes soluciones que permiten una reducción completa de la congestión al eliminar los tiempos de espera y la longitud de las colas. Estos datos de alguna manera optimizan el tráfico ingresados de los aforos a través de la modelación en el software mencionado en su investigación

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según Rimapa (2021), en su investigación llamada “*Estudio del flujo vehicular y propuesta para evitar la congestión vehicular en la Av. Francisco Bolognesi, entre la Av. José Leonardo Ortiz y la calle M. Grau, distrito de Chiclayo, departamento de Lambayeque, 2019*” El propósito de este estudio es evaluar el volumen de tráfico vehicular asociado a las áreas afectadas y proponer soluciones alternativas para resolver la congestión vehicular, donde se recolecto datos importantes en campo que fueron realizados en cada intersección de la avenida Francisco Bolognesi. Al final se obtuvo un IMDA crítica en la Av. Francisco Bologneside 8’895,790 de vehículos/año con un transporte público de 76,2 % y de transporte privado de 23,8 %, posteriormente se logro analizar la hora punta para la optimización de los ciclos semafóricos , usando el método Webster, siendo 10 segundos el tiempo de verde y teniendo así el tiempo de ciclo semafórico de 80 a 82 s .

Según Pereda y Montoya (2018), en su trabajo de investigación llamado “*Estudio y optimización de la red vial avenida América Sur, tramo Prolongación Cesar Vallejo – avenida Ricardo Palma, Trujillo*” propone hacer un estudio detallado y optimización de un tramo vial de este parte de la ciudad de Trujillo , de tal modo que se pueda obtener posibles variantes de la infraestructura vial, para identificar las horas pico en donde ocurre la mayor congestión vehicular en este tramo crítico , los tiempos semafóricos, la señalización vertical y horizontal. Se obtuvo como conclusión que en el tramo en estudio carece de una adecuada señalización vertical y horizontal; también se llegó a analizar que tiene un nivel de servicio óptimo para sistemas de gran envergadura. Se dio a plantear métodos para la optimización y mejora del tráfico realizando un análisis y diagnóstico de información de la infraestructura vial actual, analizando técnicas y teniendo en cuenta los puntos estratégicos de colapso vehicular para de esa manera mejorarlo y optimizarlos , aminorando así la congestión vehicular critica en la zona norte de la ciudad .

Según Arguedas, Mosqueira (2018), en su tesis *titulado "Propuesta de Solución Integral en la Av. Del Aire entre las Avenidas Aviación, San Luis y Rosa Toro, a través de un correcto análisis de la congestión vehicular aplicando la metodología propuesta por el HCM 2010"* se planteó proponer una mejora que favorezca mejorar el flujo vehicular y como consecuencia de eso erradicar la congestión vehicular teniendo así niveles de servicio óptimos usando la metodología del HCM 2010, en el transcurso de la investigación los autores reunieron información de campo como los aforos, tiempo semafóricos y características geométricas de las vías, y luego lo procesaron y realizaron los respectivos cálculos y así obtener los niveles de servicio de cada intersección respectivamente, usaron el software Synchro para esta investigación. Se concluyó finalmente con resultados provenientes de los flujos vehiculares, se identificó que la hora pica para intersección 01 y 03 fue de 07:45 am a 08:45 am, por otro lado, la intersección 2 de 11:00 am a 12:00 pm. Se realizó una mejora de los niveles de servicio en la intersección 1 y 2 la optimización del ciclo semafórico y la intersección 3 se obtuvo un nivel de servicio C y esta no requería optimización. Por ende, la optimización de ciclos semafóricos tuvo una notoria mejora en cuanto el nivel de servicio del lugar de estudio

2.1.3. Antecedentes Locales

Urbina (2019) Publico su artículo llamado "*Optimización del flujo vehicular en la Intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna*", en la cual el autor realizó un análisis de las condiciones y situaciones generadas por efecto del tráfico vehicular producida en la intersección de la avenida. Pinto y avenida Bolognesi en Tacna, ocasionado un flujo vehicular lento y crítico en las llamadas horas pico. Se usó la metodología planteada por el Manual de Capacidad de Carreteras 2010, usando el método de aforo manual se logró obtener el conteo vehicular durante 7 días. Toda la información que se logró recopilar en campo e información proporcionada por la Municipalidad Provincial de Tacna fueron procesados finalmente con el software Synchro Traffic 8.0 para simular así el tráfico. Finalmente se logró obtener y confirmar que el grado de saturación en este sector es crítico a consecuencia de los numerosos vehículos que transitan en esta intersección, llegando a la conclusión que se debe optimizar el flujo vehicular de la zona ya que se encuentra en un estado muy crítico y preocupante para eso se propuso varias propuestas para mejorar el nivel de servicio, y erradicar la congestión vehicular actual.

Ortiz Lanchipa & Veliz Cabrera (2018) Los autores presentaron la tesis:

“Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Gustavo Pinto con la Av. Industrial de la ciudad de Tacna - Tacna”, se realizó la optimización del flujo vehicular de la intersección situada en Tacna. Se usó la metodología analítico descriptiva, se hizo un reconocimiento visual de ambas avenidas a estudiar, tiempo de los semáforos, carriles existentes y conteo vehicular, usando la metodología basada en análisis del Manual de Capacidad de Carreteras y se requirió el uso del software de simulación de tráfico Synchro Traffic 8. Se propusieron soluciones para el problema del flujo vehicular, y según los resultados y teniendo en cuenta que la primera alternativa de solución que se propuso pudiese realizarse de manera más eficaz, rápida y económica, pero no de manera permanente, se llegó a la conclusión que sería mejor optar por un intercambio vial y así minorizar el congestionamiento en el acceso de la avenida en estudio, también el cambio de fases semafóricas y eliminar por completo los giros a la izquierda.

Paucara Rojas (2018) En su investigación llamada “Evaluación del Nivel de Servicio en flujos vehiculares de las Intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann, Utilizando Synchro V.8 – Tacna, 2018”, se planteó como objetivo evaluar el nivel de servicio de flujos vehiculares en las intersecciones de la avenida Gregorio Albarracín y la avenida Augusto B. Leguía, se observó que la congestión vehicular es crítica y que no se tiene con la correcta y adecuada señalización horizontal y vertical. Finalmente se obtuvo como conclusión que se mejora el comportamiento del flujo vehicular y se minoriza la congestión vehicular en dichas avenidas, en la propuesta de mejoramiento se planteó el incremento de un carril preferencial con giro a la izquierda permitido, colocar de manera correcta la señalización tanto horizontal como vertical, y optimizar los respectivos tiempos de los semáforos.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Flujos vehiculares

Según Sotomayor (2018), se refiere al movimiento de autos en una vía con una determinada dirección. Por otra parte, Coraspe y Marsiglia (2011) precisan que el flujo es el número de automóviles que transitan en un determinado lugar por unidad de tiempo. Hay muchos enfoques matemáticos que intentan modelar el flujo vehicular en términos de algunas propiedades.

De igual forma, se debe mencionar que para tal fin se formuló una teoría del flujo vehicular, la cual consiste en desarrollar relaciones matemáticas entre los componentes básicos del flujo vehicular como son el volumen, la densidad y también la velocidad.

Tipos de Flujo Vehicular

a) Flujo Continuo o Ininterrumpido

Leonardo (2017), es cuando el vehículo en una carretera es obligado a detenerse debido a razones relacionadas con el tráfico. Se detienen los vehículos cuando por ejemplo se presenta un accidente, cuando llegan a un destino específico, paradas intermedias, etc.

Las carreteras que tienen flujo continuo no cuentan elementos externos al flujo vehicular, como lo son semáforos, que puedan interrumpirlo. Es decir que el flujo continuo es el movimiento de vehículos en intersecciones sin semáforos ni señales de alto.

b) Flujo Discontinuo o Interrumpido

Según Leonardo (2017), esto es característico de las vías urbanas, que frecuentemente se interrumpen por cualquier motivo, como restricciones de tránsito en intersecciones como semáforos y vías prioritarias.

En las carreteras siempre hay tráfico interrumpido, elementos fijos, que pueden hacer que se interrumpa el flujo de vehículos. Incluyen señales de alto, semáforos, y otros dispositivos de control de tráfico que provocan paradas periódicas de vehículos independientemente de la cantidad de tráfico presente.

2.2.2. Parámetros de Flujo de Tráfico

Velocidad (V)

Se define como la velocidad de movimiento esta se expresa como la distancia recorrida por unidad de tiempo, generalmente en millas por hora. Existen 02 tipos de velocidad media:

Velocidad media temporal

Promedio aritmético de las velocidades observadas de los vehículos que pasan por puntos definidos en la carretera. También llamada velocidad puntual porque se calcula utilizando las velocidades individuales de vehículos que pasan por un punto determinado (Romana, Núñez, Martínez, Diez de Arizaleta, 2017).

La velocidad media temporal se calcula mediante ecuación 1 :

$$V_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (1)$$

Donde:

n = Número de vehículos que transitan por un punto de la vía.

V_i = Velocidad del vehículo i-ésimo (m/seg)

Velocidad media espacial

Es el término estadístico para velocidad promedio el cual está basado en el tiempo de viaje promedio de un vehículo a través de una carretera. El tiempo medio de viaje se llama así porque representa el tiempo medio que tarda cada vehículo en recorrer el tramo de interés (Romana, Núñez, Martínez, Diez de Arizaleta, 2017).

La velocidad media espacial se calcula mediante ecuación 2 .

$$V_e = \frac{L}{\sum_{i=1}^n t_i/n} = \frac{nL}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (2)$$

V_e = La velocidad media espacial (km/h)

L = Longitud del segmento de carretera (km)

t_i = El tiempo del recorrido del i-ésimo vehículo que recorre la sección (h)

N = El número de tiempos de recorrido observados.

Flujo (q) y Volumen (Q)

Se refiere a la frecuencia con la que un vehículo pasa por un determinado punto o tramo de una calzada. Significa el número N de vehículos que pasan en minutos o segundos en un intervalo de tiempo T inferior a una hora. Sin embargo, el flujo que no es el número real de vehículos que pasan en una hora o el volumen por hora, por lo que puede expresarse en términos de vehículos por hora según la interpretación.

La tasa de flujo, q, se determina con la siguiente ecuación 3 :

$$q = N / T \quad (3)$$

Donde:

n = Número de vehículos.

T = Tiempo específico.

Densidad (K)

Se refiere al número de vehículos 'N' que se encuentran en una longitud de trayecto 'd' en un momento establecido. Usualmente es expresado en vehículos por

kilómetro (vehículos/km), se refiere a uno o todos los carriles de una carretera. (Fundamentos y Aplicaciones de la Ingeniería de Tránsito, 8ª Edición, 2007)

En la ecuación 4 se muestra como hallar la densidad:

$$K = N/d \quad (4)$$

Donde:

N = Número de vehículos.

d = Longitud específica de una vía

2.2.3. La vía

Es la infraestructura la cual está equipada a lo largo del territorio de transporte para permitir el movimiento continuo de vehículos en el espacio y el tiempo con un nivel adecuado de seguridad y comodidad.

Clasificación de las Vías Urbanas

De igual forma, la Dirección General de Carreteras y Ferrocarriles (2014) especifica las dimensiones de la sección transversal que se utilizará en ciertos tipos de carreteras. Esto es lo mismo que debe tenerse en cuenta en cualquier carretera nueva o proyecto de nuevas de carreteras existentes.

a) Vías Expresas

Es la sección típica que en general está constituidas por caminos laterales del tipo local con el objetivo de dar servicio a las propiedades cercanas con pistas para una doble dirección de movimiento. Usualmente el ancho de carriles es 3,60 metros.

b) Vías Arteriales

Para estos ~~carriles~~ se tendrá caminos laterales del tipo local para así prestar servicio a las propiedades cercanas. En áreas multifamiliares y comerciales, ensanche las calles principales según sea necesario para proporcionar estacionamiento y aceras accesibles desde las calles laterales locales del tamaño recomendado 6 metros y 3 metros respectivamente.

c) Vías Colectoras

Las vías colectoras sirven para el tránsito y para tener acceso a propiedades cercanas, en ocasiones pueden ser distribuidas en carriles que brindan ambos si se encuentra apropiado por razones fundamentalmente económicas. En áreas comerciales y multifamiliares, los caminos de recolección son aptos para ser ampliados según sea necesario para tener estacionamientos y aceras de tamaño recomendado de 6,00m. y 3,00 m respectivamente.

d) Vías Locales

En vial locales las secciones transversales se determinan de acuerdo a lo siguiente:

- Carriles: 3,30, 3,00 y 2,75 metros
- Vereda: 0,60 metros

Las vías locales de mayor jerarquía se optara por tener 2 carriles de 3,00 m. los caminos de 2 módulos cada uno y las bermas de estacionamiento un módulo de 2,20 m. Y en cuanto a las de menor jerarquía tendrán 2 carriles de 2,75 metros Los caminos de 2 módulos cada uno y las bermas de estacionamiento de 1,80 metros

2.2.4 El nivel de servicio

El nivel de servicio en cada intersección se puede caracterizar mediante semáforos que cuantifican el aumento del tiempo de viajes. Los niveles de servicio en las intersecciones concurridas, como se expresa en HCM, se pueden dividir en seis categorías:

a) Nivel de servicio A

muestra las operaciones con un retraso de 10 segundos por vehículo. Se evidencia la libre circulación, generalmente baja relación volumen/volumen, muy buen proceso o tiempo de ciclo corto.

b) Nivel de servicio B

indica un funcionamiento con un retraso de 10 a 20 segundos por vehículo y una relación de capacidad a capacidad de 1,0 o menos.

c) Nivel de servicio C

Presentan retraso de 20 a 35 segundos por vehículo y operación con una relación volumen/volumen de 1,0 o menos, buen historial o ciclos moderados. Tiempo. Los obstáculos son claros. En otras palabras, en este caso 1 o más vehículos en cola no llegan salir debido a ciclos de semáforos ineficientes. No obstante, aún existen vehículos que pasan la intersección sin detenerse.

d) Nivel de servicio D

Indica funcionamiento con un retraso de 35 a 55 segundos por vehículo y una relación volumen/volumen no superior a 1,0. Progresión no válida o ciclo largo. Es notorio que varios vehículos se detienen.

e) Nivel de servicio E

En este se muestra un retraso entre 55 y 80 seg. por vehículo y tiene una relación volumen / capacidad no mayor de 1,0 La progresión es muy desfavorable y la duración de ciclo de este nivel es muy larga.

f) Nivel de servicio F

Este nivel existe un retraso por encima de los 80 segundos por vehículo y una relación volumen / capacidad superior a 1,0 ,muy alta. La progresión de esta es

pobre y siempre existe cola en este nivel.

Tabla 1 , El HCM expresó niveles de servicio para intersecciones de semáforos en rangos de caracterización que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1

Niveles de Servicio para intersecciones según demora

Nivel de Servicio	Demora por control (s/veh)
A	≤ 10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

2.2.5 Identificación de Intersecciones

Como cita Rondoño (2018), las áreas compartidas por 2 o más caminos se denominan intersecciones, la función de estas es permitir que las rutas cambien de dirección. Las intersecciones varían en complejidad desde intersecciones simples donde solo dos calles se cruzan hasta intersecciones más complejas donde tres o más calles se cruzan dentro de la misma área.

Seguidamente se presentará la clasificación de estas y también los tipos de intersecciones en el nivel.

Clasificación de intersecciones

Según Rondoño (2018), se clasifican en dos categorías principales:

- Intersecciones desiguales:

Estas estructuras están diseñadas para facilitar el flujo de tráfico en diferentes niveles sin interrupciones. Al eliminar muchos de los posibles conflictos entre flujos de vehículos que transitan, se reduce significativamente el número de accidentes en intersecciones irregulares.

- Intersecciones a nivel:

Con una inmensa posibilidad de variación, debido a que no hay soluciones de aplicabilidad general. Es más costoso de resolver desde el punto de vista del diseño geométrico, principalmente porque dos caminos en las intersecciones tienen la misma superficie.

Tipos de Intersecciones a Nivel

Rondoño (2018), refiere que, dentro de la innumerable variedad de intersecciones, es posible definir una tipología que permita clasificar la mayoría de los casos reales.

- **Empalmes (3 ramas o accesos):** Esto es lo que llamamos una configuración de tres ramas o entradas, similar a una 'T' o 'Y'. El número de movimientos posibles es 6 si todas las ramas tienen doble sentido, y 2 si una o todas las ramas tienen un solo sentido. Esto no tiene en cuenta los posibles giros en "U".
- **Cruces (4 ramas o accesos):** Son accesos que se parecen a una cruz o una X. En donde el número máximo de movimientos permitidos posibles es 12 si todas las ramas tienen doble sentido, y 7 y si 2 o tienen un solo sentido
- **Encuentros (más de 4 ramas o accesos):** Es muy complicado de tratar este tipo de intersección, usualmente se opta por quitar una de las ramas, si es posible, empalmándola con otra fuera de la intersección. Si no es así, la solución que se toma puede ser muy compleja o obliga al establecimiento de sentidos únicos para algunas de las ramas.(Contreras, 2014).

En la tabla 2 se muestra los tipos de intersecciones a nivel.

Tabla 2

Tipos de Intersecciones a Nivel

Intersecciones	Ramales	Ángulos de cruzamiento
En T	Tres	Entre 60° y 120°
En Y	Tres	<60° y > 120°
En X	Cuatro	<60°
En +	Cuatro	>60°
En estrella	Mas de cuatro	-
Intersecciones rotatorias o rotondas	Mas de cuatro	-

Nota. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) , se usará esta tabla para identificar que tipo de intersección se tiene en la vía que se va analizar.

2.2.6. Aforo de Volumen

Romero (2018), menciona que es la proporción de flujo vehicular el cual corresponde a un movimiento de un punto de la carretera o intersección.

a) Método manual

Este método de capacidad consiste en completar formularios preparados de acuerdo con el tipo de datos que una o más personas recopilarán en el camino. Los tipos de datos pueden ser:

- Composición vehicular
- Flujo direccional y por carriles
- Volúmenes totales

b) Método mecánico

Este método se efectúa mediante dispositivos mecánicos instalados en la carretera a evaluar, estos dispositivos pueden ser:

- *Detectores neumáticos*: Es tubo neumático que se coloca en la calzada con el fin de registrar el número de ejes por los impulsos que provocan las ruedas del vehículo.
- *Contacto eléctrico*: Trata de una placa de acero la cual está cubierta de una capa de caucho que tiene tiras flexibles de acero que al accionar las ruedas del vehículo cierran el circuito y proceden a sus respectivos conteos por sentido y carril.
- *Fotoeléctrico*: Trata de una fuente de luz instalada a un lado de la carretera y esta cuenta cada uno de los vehículos cuando interfieren con la luz del dispositivo.
- *Radar*: Este dispositivo lanza ondas que cuando son captadas por un vehículo en movimiento estas cambian automáticamente de frecuencia.
- *Fotografías*: Se toman fotografías de la sección y posteriormente se cuenta el vehículo.

2.2.7 Volumen de Tránsito

Es la cantidad de vehículos que circulan por un determinado punto en un tiempo establecido. La unidad que se usa es "vehículos" o "vehículos por unidad de tiempo". Un intervalo de tiempo común que se usa para el volumen es un día. A menudo se usa los volúmenes diarios como base para aplaneación de carreteras. En análisis operativos, se utilizará los volúmenes por hora, a consecuencia que el volumen cambia en el transcurso de 24 horas al día. Se llama "hora pico" a la hora donde se presenta el mayor volumen por hora.

a) Volumen de tránsito absoluto o totales

Se clasifican de acuerdo al período de tiempo determinado para su cálculo, este período puede ser de un año, un mes, una semana, un día o una hora.

Tránsito anual (T_a): Es la cantidad de vehículos que circulan en el lapso de 365 días consecutivos. ($T = 1$ año).

- **Tránsito mensual (T_m):** Es la cantidad de vehículos que transitan en el transcurso de 30 días consecutivos. ($T = 1$ mes).
- **Tránsito semanal (T_s):** Es la cantidad de vehículos que circulan en el lapso de 7 días consecutivos. ($T = 1$ semana).
- **Tránsito diario (T_d):** Es la cantidad de vehiculas que pasan en el transcurso de 24 horas seguidas ($T = 1$ día).
- **Tránsito horario (T_h):** Este es la cantidad de vehículos que transitan en el lapso de 60 min seguidos. ($T = 1$ hora).

b) Volumen de tránsito promedio diario (TPD)

Es la medida de tráfico fundamental, esta vendría a ser número total de vehículos que transitan por un punto en específico y en un tiempo determinado. Este tiene que estar entre 1 y 365 días. Y depende de la cantidad de días en el período establecido, además el tráfico diario promedio se puede clasificar según las ecuaciones 5,6 y 7 como:

- **Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)**

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad (5)$$

- **Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM)**

$$TPDM = \frac{TA}{30} \quad (6)$$

- **Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)**

$$TPDS = \frac{TA}{7} \quad (7)$$

2.2.8. Datos de entrada

Según Osore (2016), clasifica a los datos de entrada de la siguiente manera:

Condiciones Geométricas

Estos son términos que contienen toda la información sobre la composición física de la intersección. La geometría de una intersección generalmente se muestra en forma de gráfico e incluye toda la información relevante, como la pendiente de la carretera de acceso, el número y el ancho de los carriles, el estado del estacionamiento, etc. Se debe tener en cuenta la existencia de carriles exclusivos para girar a la izquierda y a la derecha y la duración de la espera o el estacionamiento en dichas vías.

Condiciones de Circulación

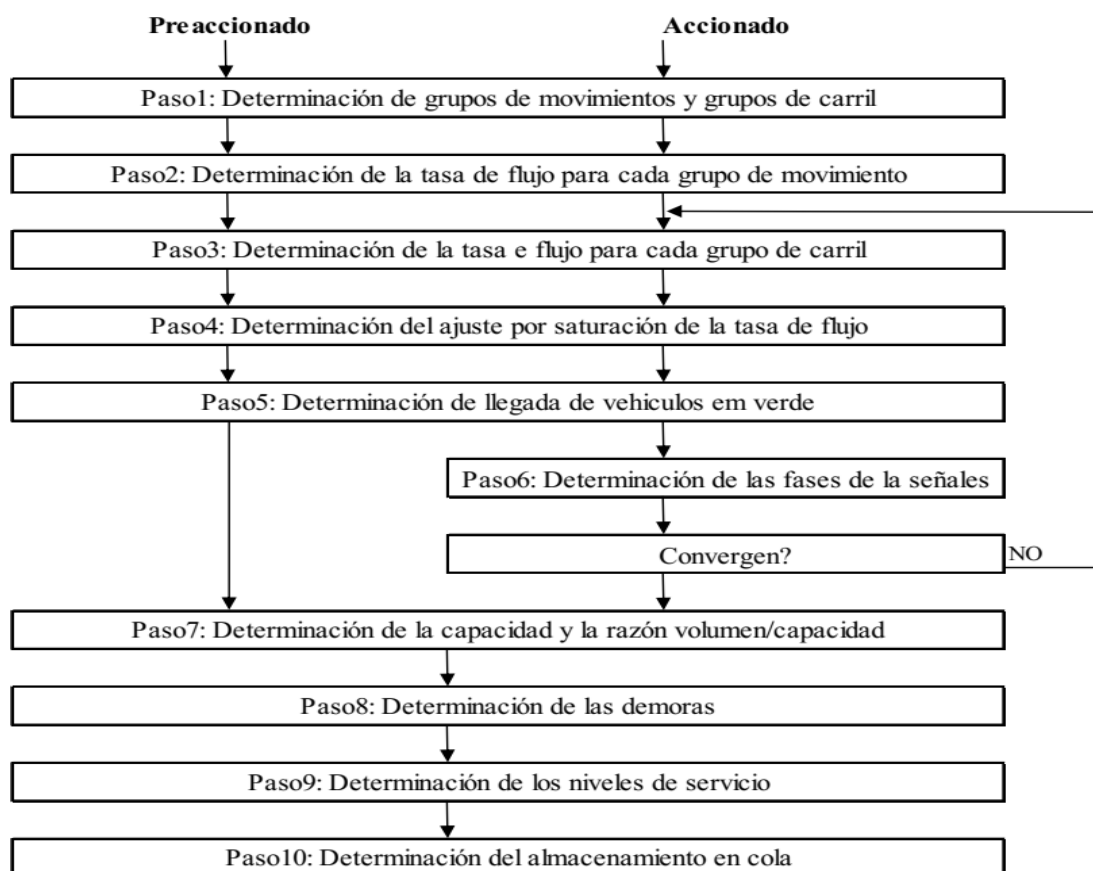
Hace referencia a los volúmenes de tráfico para cada uno de los movimientos en cada acceso. Se debe considerar tanto la distribución de vehículos, tráfico de peatones y bicicletas que interfieren con los giros hacia la izquierda y derecha. Un factor importante para determinar las condiciones del tráfico es el tipo de llegada. Este describe la calidad del progreso o la coordinación en una intersección. HCM cree que el modo de llegada se observa mejor en el campo. No existe un parámetro definitivo para cuantificarlo, pero puede estar relacionado con la proporción de pelotones (R_p).

2.2.9 Metodología HCM 2010 para intersecciones con semáforo

En la figura 1, el manual HCM 2010 en el capítulo 18 (Volumen 3), establece una serie de pasos para determinar la capacidad y nivel de servicio de una intersección semaforizada. A continuación, se muestra un diagrama de flujo que representa el procedimiento indicado.

Figura 1

Metodología para determinar la capacidad y nivel de servicio de una intersección con semáforo (HCM, 2010)



Nota. Traducido por Estrada, L. & Rodríguez L. (2017).

a) Grupos de movimiento GM

El HCM 2010 dice que para determinar los grupos de movimiento en una intersección con semáforo se usara los siguientes criterios.

- Se designará como un grupo de movimiento cuando un movimiento de giro es servido por uno o más carriles exclusivos y no tiene carriles compartidos.
- Y se deberá combinar en un solo grupo de movimiento determinado cuando hay otros carriles no asignados a un grupo por la regla anterior.

b) Grupos de carriles GC

Se usa y es útil cuando existe un carril compartido en un acceso que tiene 2 o más carriles. Seguidamente, se describe los criterios que se debe considerar al momento de hallar los grupos de carriles en una intersección correctamente semaforizada.


























- Se asigna un grupo de carriles exclusivo para dar vuelta a la izquierda y un grupo de carriles exclusivo para dar vuelta a la derecha
- Cada carril compartido se asigna como un grupo de carriles separado.
- Los carriles que no tienen giro exclusivo o compartido deben compartir un grupo de carriles.

Paso 1: Determinación de los grupos de movimiento o carril

La Figura 2 muestra diferentes tipos y ejemplos donde se puede identificar los grupos de movimiento para analizar intersecciones semaforizadas además de grupos de carreteras.

Figura 2

Grupos de movimiento y grupos carriles típicos para el análisis (HCM 2010).

Number of Lanes	Movements by Lanes	Movement Groups (MG)	Lane Groups (LG)
1	Left, thru., & right: 	MG 1: 	LG 1: 
2	Exclusive left:  Thru. & right: 	MG 1:  MG 2: 	LG 1:  LG 2: 
2	Left & thru.:  Thru. & right: 	MG 1: 	LG 1:  LG 2: 
3	Exclusive left:  Exclusive left:  Through:  Through:  Thru. & right: 	MG 1:  MG 2:  MG 3: 	LG 1:  LG 2:  LG 3: 

Paso 2: Determinar la intensidad por grupo de movimiento y grupo de carril

Si el movimiento de giro es atendido por uno o más carriles exclusivos o no compartidos, la intensidad del movimiento se asigna al grupo de movimiento; de lo contrario, se asigna al grupo de carril. La capacidad del vehículo determina el número de vehículos por entrada de intersección, grupo de movimiento y grupo de carril. A continuación, debemos establecer algunos parámetros de flujo del vehículo para el mayor flujo de 15 minutos.

a) Volumen horario de máxima demanda VHMD

Es la cantidad máxima de vehículos que circulan por un determinado carril o calzada durante 60 minutos seguidos. El tráfico y otros análisis de tráfico se centran en la hora que representa el período más crítico y el mayor flujo de tráfico.

b) Factor horario de máxima demanda FHMD

Como indica Cal, R; Reyes, M. & Cárdenas J. (1994) Según la ecuación 8 . el flujo de vehículos distribuye uniformemente durante la hora de máxima demanda. Para calcular esto, el caudal se fija por un período de 15 minutos durante la hora pico

$$FHMD := \frac{VHMD}{4 \cdot V_{máx15}} \quad (8)$$

Donde:

VHMD = Volumen horario de máxima demanda (veh/h)

V_{máx15} = Volumen máximo durante 15 minutos dentro de la hora de máxima demanda. (veh/15min)

c) Tasa de flujo Vp

Como menciona Cal, R; Reyes, M. & Cárdenas J. (1994) se debe convertir los volúmenes horarios a un flujo durante los 15 minutos pico.

La ecuación 9 indica la tasa de flujo:

$$Vp := \frac{VHMD}{FHMD} \quad (9)$$

Donde:

Vp = Tasa de flujo durante los 15 minutos pico (veh/h)

FHMD = Factor horario de máxima demanda (adimensional)

VHMD = volumen horario de máxima demanda.

Paso 4: Determinar la tasa de flujo de saturación ajustada “S”

La tasa de saturación se denomina ajustada ya que se obtiene de la aplicación de varios factores dependientes de condiciones de la intersección que regulan la saturación de base determinada en la metodología. Se calcula para cada grupo de carril del GC.

La ecuación 10 que se presenta, indica como hallar la tasa de flujo de saturación ajustada:

$$S := S_0 \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{LU} \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{Lpb} \cdot f_{Rpb} \quad (10)$$

Donde:

S = flujo de saturación ajustada del grupo de carriles (veh/hora).

S_0 = flujo de saturación básico por carril (veh/h/carril)

f_w = factor de ajuste por ancho de carriles.

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

f_g = factor de ajuste por pendiente de acceso.

f_p = factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles

f_{bb} = factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección.

f_a = factor de ajuste por el tipo de área.

f_{LU} = factor de ajuste por utilización de carriles

f_{LT} = factor por ajuste de giros a la izquierda.

f_{RT} = factor por ajuste de giros a la derecha.

f_{Lpb} = factor de ajuste de peatones que giran a la izquierda.

f_{Rpb} = factor de ajuste para ciclistas que giran a la derecha.

Los aspectos que influyen en la ecuación propuesta son:

a) Flujo de saturación base S_0 por carril

Lo más recomendable es usar el valor de 1900 vehículos livianos/h/carril.

b) Ajuste del ancho del carril “ f_w ”

Este ajuste tiene en cuenta el efecto tanto positivo o negativo del ancho del carril. La Tabla siguiente establece valores de este factor, en concordancia con el ancho del carril W.

En la tabla 3 se muestra el factor de ajuste de ancho de carril.

Tabla 3*Factor de ajuste de ancho de carril*

Ancho de carril	Factor de ajuste
$W < 3,00$	0,96
$3,00 \leq W \leq 3,90$	1
$W \geq 3,90$	1,04

Nota. Adaptado del texto en inglés (HCM, 2010).

Cuando el ancho de carril es mayor a 3,90, se usara la siguiente fórmula o se vendría conveniente trabajarlo como dos carriles de mínimo 2,40 m.

La ecuación 11 muestra como hallar este factor de ajuste:

$$f_W = 1 + \frac{(W - 3,6)}{9} \quad (11)$$

c) Ajuste para vehículos pesados “ f_{HV} ”

Esta toma en cuenta el espacio extra que es ocupado por los vehículos pesados y la diferencia en sus capacidades operativas en comparación de los vehículos de pasajeros.

$$f_{HV} := \frac{100}{100 + P_{HV} \cdot (E_T - 1)} \quad (12)$$

Donde:

E_T = Factor de equivalencia en vehículos livianos para cada vehículo pesado (veh equivalente/hv)

P_{HV} = Porcentaje de vehículos pesados del grupo de carriles (%)

En la tabla 4 se muestra las equivalencias de los factores de conversión

Tabla 4

Equivalencias de los factores de conversión a coche patrón (UCP)

Vehículo	Valores referenciales
Camioneta rural	1,50
Coaster	1,60
Microbús	2,00
Ómnibus	3,00
Camión	2,50 o mas

Nota. Fernández & Dextre (2011) citado por Estrada L. & Rodríguez L. (2017) tabla de equivalencias de los factores de conversión a coche patrón (UCP).

d) Ajuste por pendiente “f_g”

Se toma en consideración la pendiente en la operación de todos los vehículos. Una pendiente cuesta arriba tiene valor positivo y una cuesta abajo se colocará por un valor negativo.

En la ecuación 13 se presenta la fórmula para hallar el ajuste por pendiente:

$$f_g := 1 - \frac{G}{200} \quad (13)$$

Donde:

G = Inclinación o pendiente longitudinal en %. Rango: - 6% a 10%.

e) Ajuste por estacionamiento “f_p”

Este factor de ajuste toma en cuenta el bloqueo de un carril por vehículos que entran y salen de los estacionamientos adyacentes. Si existe carencia de estacionamiento, el factor de corrección es 1,00 pero en este caso se deben considerar movimientos con una duración de 18 seg. y se utilizara la siguiente formula

En la ecuación 14 se presenta la fórmula para hallar el ajuste por estacionamiento:

$$f_p := \frac{N - 0,1 - \frac{18 \cdot N_m}{3600}}{N} \quad (14)$$

Donde:

N_m = cantidad de maniobras de estacionamiento adyacentes al grupo de carriles, 75 metros aguas arriba (maniobras/hora). Se debe mantener un límite de 180 maniobras / h.

N = Número de carriles en el grupo de carriles. $f_p \geq 0,05$

f) Ajuste por bloqueo de buses “ f_{bb} ”

Solo se usan cuando los autobuses son detenidos y bloquean el flujo de tráfico en el grupo de carriles, 76 metros arriba o debajo de la línea de parada. Además, el factor de ajuste utilizado supone un tiempo de bloqueo medio de 14,4 segundos durante el verde.

En la presenta ecuación 15 , se puede observar la fórmula para hallar el ajuste por bloqueo de buses :

$$f_{bb} := \frac{N - \frac{14,4 \cdot N_b}{3600}}{N} \quad (15)$$

Donde:

N = Número de carriles en el grupo de carriles.

N_b = Número de parada de buses/hora. Se debe mantener un limite superior a 250 buses/hora. Si $N_b = 0$, el factor de ajuste es 1,00

$f_{bb} \geq 0,050$

g) Ajuste por tipo de área “ f_a ”

En este ajuste se considera la congestión en general de las áreas de zonas comerciales o también centro de la ciudad. El valor que se usa es 0,90, y se usa 1 cuando es en otras zonas.

h) Ajuste por utilización del carril “ f_{LU} ”

Este factor de corrección se usa para determinar la saturación de flujo para más de un grupo de carriles. Si un grupo de carriles tiene una carril exclusivo o compartida, se usa 1,00.

i) Ajuste para giros a la derecha “ f_{RT} ”

En este se toma consideración el giro a la derecha y el efecto de la geometría, se aplica para giros permitidos y protegidos. Se usará el valor de 0,85 cuando se realiza un giro protegido para carril compartido o único y para giros permitidos o carril doble se usa 0,75.

En la ecuación 16 se muestra como hallar el ajuste para giros a la derecha:

$$f_{RT} := \frac{1}{E_R} \quad (16)$$

El factor será 1,00 en caso el grupo de carril no presente giros a la derecha.

Donde:

E_R : es el número equivalente de vehículos a la derecha en giroprotegido.

j) Ajuste para giros a la izquierda “ f_{LT} ”

En este factor se considera el efecto de la geometría del giro a la izquierda y se usa para giros permitidos y protegidos. En caso de carril único o compartido se usa 0,95, para carril doble 0,92, para intersección T de un carril es 0,85 y doble carril se usara 0,75 . En caso no se presente giros a la izquierda el factor será 1.

En la ecuación 17 se presenta la fórmula para hallar este ajuste:

$$f_{LT} := \frac{1}{E_L} \quad (17)$$

Donde:

E_L es el número equivalente de vehículos a la izquierda en giro protegido.

k) Ajuste para peatones y ciclistas “ f_{Lpb} ” y “ f_{Rpb} ”

En dicho factor se ve primero si se presenta conflicto peatón-ciclista con vehículos. Se usara 1 si no existiese conflicto peatón o ciclistas con los vehículos. De existir el caso:

Se usara las ecuaciones 18 y 19 para estos casos que se detallan :

Giro a la izquierda:

$$f_{Lpb} := A_{pbT} \quad (18)$$

Giro a la derecha:

$$f_{Rpb} := A_{pbT} \quad (19)$$

Donde:

A_{pbT} = Factores de ajuste para movimientos de giro en fase permitida de peatones y ciclistas.

Y las ecuaciones 20 y 21 se usarán para los siguientes casos:

- Si carriles receptores es igual a carriles de giro

$$A_{pbT} := 1 - Occr \quad (20)$$

- Si carriles receptores es mayor a carriles de giro

$$A_{pbT} := 1 - 0,6 Occr \quad (21)$$

$Occr$ = Ocupación de la zona de conflicto, tiene en cuenta la zona de conflicto por parte de peatones y bicicletas

Paso 05: Determinación de la llegada de vehículos en verde

Estrada, L. & Rodríguez, L. (2017) y el HCM 2010, sostiene que la demora de control y el tamaño de la cola en una determinada intersección dependen mucho de los vehículos que llegan durante los períodos verde y rojo. La demora y el tamaño de la cola aminora en caso llegan más vehículos durante una luz verde. Específicamente, se desarrolla en el cálculo de los retrasos.

Paso 06: Determinación la duración de la fase semafórica

La duración de la fase semafórica depende mucho del tipo de control que se usa en la intersección, si este es pre-cronometrado, por ende, el tiempo de duración de la fase se conoce, este vendría a ser un dato de entrada y este paso se debería omitirse.

Paso 07: Determinación de la capacidad “C” y la relación volumen-capacidad “X”

En este paso se calcula para cada grupo de carril GC.

a) Capacidad “C”

Como indica Cal, R; Reyes, M. & Cárdenas J. (1994) es la tasa de flujo máxima que puede pasar por una intersección con semáforo prevaleciente del tránsito, calle o semáforo.

Se usara la ecuación 22 para hallar la capacidad C :

$$c := N \cdot S \cdot \frac{g}{C} \quad (22)$$

Donde:

c = es la capacidad de grupo de carril (veh/h)

S = vendría ser la intensidad o flujo de saturación (veh/h)

N = Número de carriles del grupo de carril

C = Ciclo del semáforo (segundos)

g = Tiempo de verde efectivo para el grupo de carril (segundos)

g/C = Relación de verde para el grupo de carril

b) Relación volumen-capacidad “X”

Se usará la ecuación 23 para hallar la relación entre el volumen del grupo de carriles y su capacidad:

$$X := \frac{Vp}{c} \quad (23)$$

Donde:

X = Relación volumen-capacidad

Vp = Tasa de flujo del grupo de carril (veh/h)

c = Capacidad de grupo de carril (veh/h)

Cuando la tasa de flujo "Vp" es igual a la capacidad "c", la relación volumen-capacidad sería 1.00 y cuando Vp = 0, X = 0.

Paso 08: Determinación de la demora "d"

Vendría a ser la demora de control promedio que experimentan los vehículos que llegan durante el período de análisis. Incluye cualquier retraso incurrido por estos vehículos que aún están en cola una vez finalizado el período de análisis. Cal, R; Reyes, M. & Cárdenas J. (1994) muestra que estos retrasos significan pérdida de tiempo de viaje, consumo de combustible, molestias y frustración para el usuario. Se calcula para cada grupo de carril GC.

Se usa la ecuación 24 para determinar la demora total:

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3 \quad (24)$$

Donde:

d = Demora total para el grupo de carriles (segundos)

d₁ = Demora uniforme para el grupo de carriles (segundos)

PF = factor de ajuste por coordinación de semáforos.

d₂ = Demora incremental para el grupo de carriles (segundos)

d₃ = Demora inicial de la cola (segundos)

a) Demora uniforme d₁

Se determina asumiendo las llegadas las cuales están distribuidas a lo largo del tiempo del ciclo. Esta fórmula se usa cuando no hay cola inicial y si existe cola inicial, se debe usar las fórmulas desarrolladas en el cálculo de la demora por cola inicial.

Se usará la ecuación 25 para hallar la demora uniforme .

$$d_1 = \frac{0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left(\min 1, X * \frac{g}{C}\right)} \quad (25)$$

Donde:

C= ciclo semafórico (seg)

g= tiempo de verde efectivo

g/c= relación de verde para grupo de carril

x= relación vol/capacidad

b) Factor de ajuste por coordinación de semáforos PF

Se usara la ecuación 26 para este factor y se aplicará para todos los grupos de carriles coordinados.

$$PF = \frac{(1 - P) \cdot f_{PA}}{1 - \frac{g}{C}} \quad (26)$$

Donde:

P = Proporción de vehículos que llegan en verde.

fPA = Factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante verde

g/C = Relación de verde para el grupo de carril

Se usara la ecuación 24 para el cálculo de la proporción de vehículos que llegan en verde se puede determinar el tipo de llegada AT con la Tabla 5 que se presenta a continuación y posteriormente se determina el valor de Rp de la Tabla 6 , finalmente se calcula y halla P con la siguiente fórmula :

$$P = R_p * \frac{g}{C} \quad (27)$$

Donde:

Rp = Rango de pelotón.

PF no debe exceder a 1 desde AT 3 hasta AT 6.

En la tabla 5 se presenta el tipo de llegada y el factor de ajuste para el cálculo de la demora uniforme.

Tabla 5

Factor de ajuste para el cálculo de la demora uniforme

Relación g/c	Tipo de llegada (AT)					
	AT1	AT2	AT3	AT4	AT5	AT6
0,2	1,167	1,007	1	1	0,833	0,75
0,3	1,286	1,063	1	0,986	0,714	0,571
0,4	1,445	1,136	1	0,895	0,555	0,333
0,5	1,667	1,24	1	0,767	0,333	0
0,6	2,001	1,395	1	0,576	0	0
0,7	2,556	1,653	1	0,256	0	0
fPA	1	0,93	1	1,15	1	1
Rp por defecto	0,333	0,667	1	1,333	1,667	2

Nota. Tomado de HCM 2010 (pág. 16-20), citado por Otero (2015)

En la tabla 6 se muestra la relación entre tipo de llegada y rango de pelotón Rp.

Tabla 6

Relación entre tipo de llegada y rango de pelotón Rp

Tipo de llegada	Rango de Pelotón (Rp)	Valor por Defecto (Rp)	Calidad de la progresión
1	≤0,50	0,333	Muy pobre
2	>0,50-0,85	0,667	Desfavorable
3	>0,85-1,15	1	Llegadas aleatorias
4	>1,15-1,50	1,333	Favorables
5	>1,15-2,00	1,667	Altamente favorable
6	>2,00	2	Excepcional

Nota. Tomado de HCM 2010 (pág. 16-20), citado por Otero (2015).

c) Demora incremental d_2

Estrada & Rodríguez (2017) , esta demora asume llegadas no uniformes, se

ajusta según duración del periodo y el tipo de señal controladora; se supone que no hay cola inicial para el grupo de carriles al comienzo del periodo de análisis (s/veh).

La ecuación 28, permite hallar la demora incremental.

$$d_2 = 900 * T * \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \left(\frac{8 * k * I * X}{c * T} \right)} \right] \quad (28)$$

Donde:

T = Duración del ciclo (h)

X = Relación volumen-capacidad del grupo de carril.

k = factor de demora incremental que depende de la configuración del controlador.

Para semáforos con tiempo fijo se considera k igual a 0.50.

I = factor de ajuste por tipo de ingreso a la intersección corriente arriba. Para intersecciones aisladas se utiliza el valor igual a 1.

c = Capacidad de grupo de carril (veh/h)

d) Demora de cola inicial d_3

De acuerdo a Vera, F. (2012) menciona que se genera por colas residuales del periodo anterior. Aiello, A. (2017) menciona que representa el retraso de todos los vehículos que llegan durante el período de análisis y debe agregarse solo si hay una fila inicial, de lo contrario será 0.

La ecuación 29 es la duración de la demanda insatisfecha en T, t(h)

$$t = \min \left\{ T, \frac{Qb}{c * [1 - \min(1, X)]} \right\} \quad (29)$$

Cuando $X > 1,00$ se considera $t = T$

En caso hubiera cola inicial, en general, se utiliza la ecuación 30, propuesta por el HCM.

$$d_3 = \frac{1800 * Qb * (1 + u) * t}{c * T} \quad (30)$$

e) Estimación de demoras ponderadas para cada acceso

La ecuación 31 usa para hallar la demora en un acceso, y se debe calcular las demoras y tasa de flujo en cada grupo de carril.

$$d_A = \frac{\sum di \cdot Vp}{\sum Vp} \quad (31)$$

Donde:

d_A = demora para el acceso (s).

d_i : demora para el grupo de carriles i (en el acceso A) (s).

Vp : Tasa de flujo Vp para el grupo de carriles i (veh/h)

En la tabla 7 se muestra casos para el cálculo de demora uniforme y por cola inicial .

Tabla 7

Casos para el cálculo de demora uniforme y por cola inicial

Caso I y II ($Qb = 0$)	
Demora por cola inicial, d_3 (s)	$d_3 = 0$ s
Demora uniforme, d_1 (s)	$d_1 = \frac{0,5 * C * (1 - \frac{g}{c})^2}{1 - (\min(1, x) * (\frac{g}{c}))}$
Caso III ($Qb > 0$), ($X \leq 1$), ($t < T$), $u = 0$	
Demora por cola inicial, d_3 (s)	$d_3 = \frac{1800 * Qb * (1 + u)^t}{cT}$
Demora uniforme, d_1 (s)	$d_1 = 0,5 * c * (1 - \frac{g}{c})^{1 * \frac{t}{T} + \frac{0,5 * C * (1 - \frac{g}{c})^2}{1 - (\min(1, x) * (\frac{g}{c}))} * \frac{(T - t) * PF}{T}}$
Caso IV ($Qb > 0$), ($X \leq 1$), ($t < T$)	

Nota. HCM 2010, citado por Vera, F. (2012).

f) Estimación de demoras ponderadas para la intersección

La ecuación 32 se usa para hallar la demora en toda la intersección, ponderando las demoras de cada acceso.

$$d_{Int} = \frac{\sum d_A * V_A}{\sum V_A} \quad (32)$$

Paso 09: Determinación del nivel de servicio

(Cal, R. Reyes, M. & Cárdenas J. , 1994) indica que el nivel de servicio es la calidad del flujo de vehículos y se expresa como la demora promedio por vehículo debido a las paradas durante el período de análisis de 15 minutos.

El HCM 2010 determina el nivel de servicio en función de la relación volumen-capacidad y la demora de control por vehículo como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Criterio para determinar el nivel de servicio (HCM 2010).

Nivel de servicio		Demora de control	
		Por vehículo (s/veh)	
Vp/c ≤1.0	Vp/c >1.0		
A	F	≤10	
B	F	>10-20	
C	F	>20-35	
D	F	>35-55	
E	F	>55-80	
F	F	>80	

Nota. Tomado de HCM (2010).

2.3. Definición de términos

2.3.1. Tasa de Flujo

Se refiere frecuencia que circulan los vehículos durante determinado tiempo la cual debe ser menor a una hora, y es expresada como una tasa horaria (Rafael Cal, Mayor Reyes, 2007) .

2.3.2. Demanda

Se refiere a la cantidad de vehículos que desean viajar y circulan por un punto

durante un tiempo establecido. Si se presenta congestión vehicular, es mayor la demanda que el volumen actual, debido a que algunos viajes se desvían realizando rutas alternas y otros simplemente no se realizan.

2.3.3 Capacidad

Este término hace referencia a la cantidad máxima de vehículos que pueden circular por un punto específico en un período determinado. Es importante tener en cuenta que el volumen actual de tráfico no debe superar la capacidad real de dicho punto, aunque a veces parece que esto ocurre debido a que la capacidad se estima mediante algún procedimiento y no se observa directamente en el campo (Rafael Cal, Mayor Reyes, 2007) .

2.3.4 Velocidad

Es la relación entre la distancia recorrida y el tiempo que tarda en recorrer esa distancia. Es decir, para los vehículos representa la relación de movimiento, normalmente es expresada en km/h (Rafael Cal, Mayor Reyes, 2007) .

2.3.5 Nivel de servicio

El nivel de servicio de una determinada intersección con semáforos se puede definir a través de las demoras, estas generan para la población una medida de tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, la molestia y frustración. Mas precisamente, el nivel 36 de servicios se expresa en términos de la demora media por vehículo ya que a las detenciones para un período de análisis de 15 minutos, considerado como periodo de máxima demanda (Cal y mayor & Cardenas, 2018) .

2.3.6 Transito

Esta definición se usa para denominar al movimiento de personas y vehículos que transitan (Cal y mayor & Cardenas, 2018) .

2.3.7 Flujo Vehicular

Se refiere al fenómeno que proviene del flujo de vehículos en una vía. Antes de realizar cualquier diseño geométrico se tiene que conocer todas las características del tránsito (Cal y mayor & Cardenas, 2018).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

En relación al diseño, es no experimental.

3.2. Acciones y actividades

Para la elaboración de la presente tesis, las siguientes actividades se realizaron:

- Primeramente, se buscó y analizo una vía, que debía tener características indispensables para hacer un análisis y planteamiento de posibles soluciones.
- Después de ya escoger la vía a estudiar, se procedió a recolectar toda información de campo y posteriormente se procesó y analizo Dichos datos son:

Tiempos de semaforización

Aforo vehicular

Características geométricas de la vía

Identificación de giros veh.

- Se realizó la recolección de datos en campo mediante el aforo vehicular y esta se llevó a cabo en 3 días, en donde se tomó el 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.
- Seguidamente se continuo con el trabajo de gabinete y así hallar cuáles serán en los 15 minutos más desfavorables de volumen de tráfico, y así procesarlo.
- Por último, se procedió a interpretar los resultados, y así proponer alternativas de solución que ayuden a una mejora del flujovehicular existente en dicha vía.

3.3. Materiales y/o instrumentos

3.3.1. Investigación documental:

Se consultaron diversas fuentes como libros, estudios, manuales, artículos y documentos relacionados con esta investigación para las bases teóricas, antecedentes, términos y datos que se consideraron relevantes e importantes para este estudio.

3.3.2. Recolección de datos:

El conteo vehicular se hizo teniendo en cuenta los tipos de vehículos existentes, comprendiendo todas las categorías establecidas por el MCT. El aforo se hizo en tres días, en periodos de 15 minutos, en las llamadas horas pico. Para esta actividad se empleó los siguientes materiales: cámara, cinta métrica, cronometro, lapiceros,

borrador, software office, laptop e impresora

3.4. Población y/o muestra de estudio

3.4.1. Población

En la presente investigación se tomó como población al flujo vehicular de la Av. Gustavo Pinto

3.4.2. Muestra

Conformada por el análisis de los tramos: Av. coronel Mendoza -Av. Augusto B Leguía

3.5. Operacionalización de variables

3.5.1. Identificación de las variables

- Variable independiente: Nivel de servicio
- Variable dependiente: Propuesta de mejora vial

3.5.2. Caracterización de las variables

En la tabla 9 se muestra cada una de las variables correspondientes, definición, dimensión e indicadores

Tabla 9

Caracterización de las variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicadores
Variable independiente: nivel de servicio	Da a conocer la calidad de flujo y se expresa por las demoras , estas representan para la población perdida de tiempo , consumo de combustible , incomodidad y frustración	Nivel de servicio actual Propuesta de mejora del nivel de servicio	Modelo de trafico Identificación de intersecciones y aforo Escenario actual Geometría actual Volúmenes actuales y futuros
Variable dependiente: Propuesta de mejora vial	La propuesta de mejora vial consiste en la redistribución de carriles , flujos y ciclos semafóricos con el propósito de mejorar el nivel de servicio de la vía en estudio	Nuevos flujos para el transito Ciclos de semaforización adecuados	Comportamiento del transito Planeamiento de obras de transporte Forma como circulan los vehículos Flujo de transito Distribución de vehículos en una vía

3.6. Procesamiento y análisis de datos

En esta sección se recolectaron datos por cada intersección planteada, las cuales son importantes para la aplicación de la metodología del HCM 2010 y así obtener el nivel de servicio en dicha zona. Se usó el aforo vehicular como técnica para la recolección de flujos vehiculares. En nuestra visita a la zona se hizo la inspección visual de las intersecciones y zonas adyacentes.

Figura 3,4,5 y 6 se observa las condiciones actuales de las pistas y veredas. Todo esto fue realizado el miércoles 7 de diciembre en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza y la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía.

Figura 3

Estación 2 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza



Figura 4

Estación 2 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza



Figura 6

Intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía

**Figura 5**

Intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía



Figura 7 se observa como parte de la documentación de la geometría de la intersección y las condiciones del tráfico, se observó el número de carriles y movimientos por cada acceso, la cantidad de espacios de estacionamiento adyacentes, la pendiente de cada acceso, la velocidad estimada del vehículo y la cantidad estimada de autobuses que se acercan a la intersección. Además, se identificaron cuatro semáforos en cada intersección y se registraron los tiempos de semáforo. Se realizó la medición del ancho de todos los carriles, accesos, el separador central, las veredas y bermas . Y por último, se observó la presencia de peatones y algunos ciclistas que transitan en ambas intersecciones.

Figura 7

Medición de berma central



Figura 8 ,9 ,10 y 11 se observa la medición de las pistas y veredas. Todo en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza y la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía .

Figura 8

Toma de medida de berma en Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

**Figura 9**

Toma de medidas del carril en intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza



Figura 10

Medición de vereda en intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

**Figura 11**

Medición de estacionamiento en Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía



Figura 12

Medición de carril en Av. Gustavo Pinto



Figura 13 y 14 , se vio la necesidad de contar con 2 personas en cada intersección, y así graben los flujos vehiculares los días miércoles 14, viernes 16 y sábado 17 de diciembre, seis horas al día en horarios 7:00 a 9:00 am, 12:00 a 2:00 pm y de 6:00 a 8:00 pm. Para la grabación se utilizaron cámaras y cada persona registró el tráfico de vehículos en los accesos. Los datos obtenidos del video fueron luego procesados .

Figura 13

Toma de datos en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía



Figura 14

Toma de datos en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza



Figura 15 ,se realizó el conteo vehicular para ambas intersecciones. Se miro los videos grabados y se llenó de manera manualmente los formatos de aforo vehicular, distribuyendo los vehículos según su tipo. Para esto fue necesario tener impreso un formato para cada movimiento de cada uno de los accesos y así obtener resultados más específicos.

Se llevo a cabo el aforo de cada una de las intersecciones por separado, pero en las mismas horas. Todo esto con el objetivo de hallar la hora pico y comprobar así que día presenta un mayor flujo vehicular en dicho sector.

Figura 15

Conteo vehicular en gabinete



3.7.

3.8. Procesamiento y análisis de datos

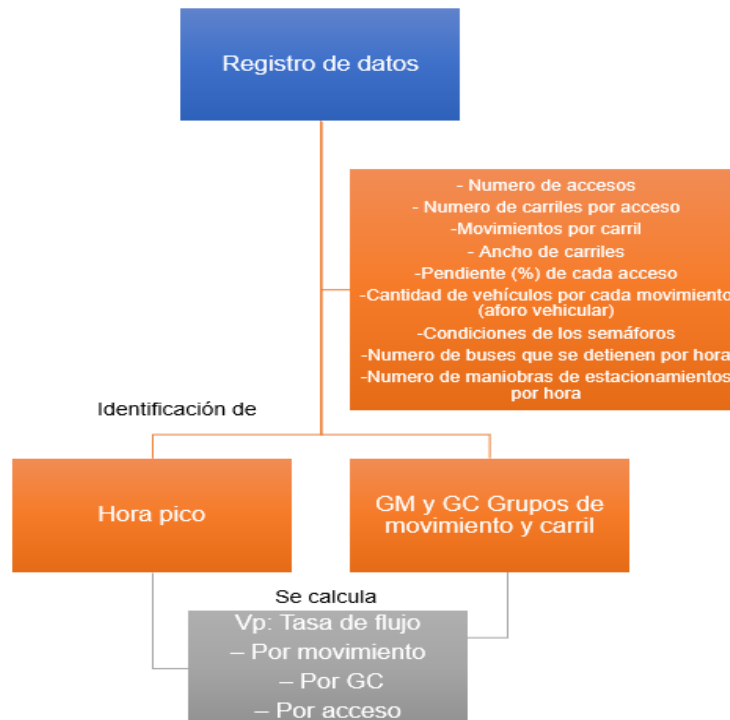
Seguidamente se presenta distintos mapas didácticos del proceso que se siguió para hallar el nivel de servicio en ambas intersecciones y proponer soluciones ante ese problema.

3.8.1. Determinación de Tasa de flujo

En la figura 16 se usó toda la información recolectada. En cuanto a los cálculos para hallar el total de vehículos y la hora pico se utilizó el programa Microsoft Excel y una calculadora de ayuda. Y se usó los movimientos de los vehículos por cada acceso existente para la identificación de los grupos de carril GC y movimiento GM.

Figura 16

Registro de datos, identificación de GM y GC y tasa de flujo Vp



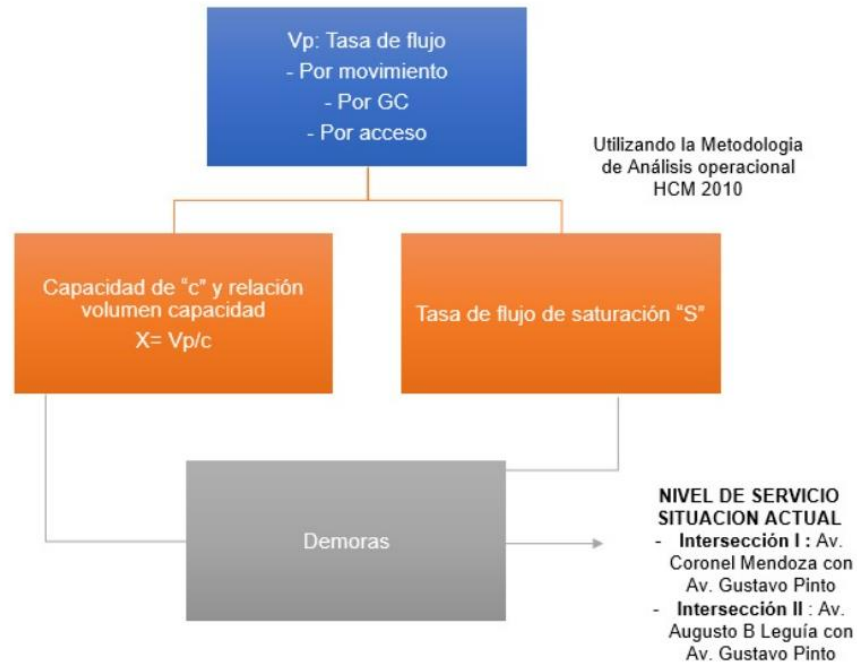
3.8.2. Determinación del nivel de servicio

En la figura 17, ya teniendo los datos correspondientes a la tasa de flujo por movimiento, por grupo de carril y por acceso, se empleó la metodología del análisis operacional propuesto por el HCM, y de esa manera se halla la tasa de flujo de saturación "S", la capacidad "C" y relación volumen-capacidad "X" para las ambas

intersecciones a estudiar. Se encuentra las demoras y nivel de servicio en cada estación con todos los datos hallados previamente.

Figura 17

Etapa II: Tasa de flujo de saturación ajustada, capacidad, demoras y nivel de servicio actual



3.8.3. Propuesta de mejora

En la figura 18, se muestra la 3ra parte de este trabajo se hizo todo el gabinete y se propuso soluciones para mejorar el nivel de servicio de los flujos vehiculares en ambas intersecciones, para esto se usó la metodología propuesta por el HCM 2010 y elegir la propuesta de mejora vial más apropiada para favor de la población tacneña.

Figura 18

Etapa III: Propuestas de mejora y nivel de servicio



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En esta sección se describe el proceso para hallar la capacidad y nivel de servicio de ambas intersecciones semaforizadas, usando la metodología HCM 2010 ya descrita previamente. También, se realiza la propuesta de mejora del nivel de servicio.

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Zona de ubicación

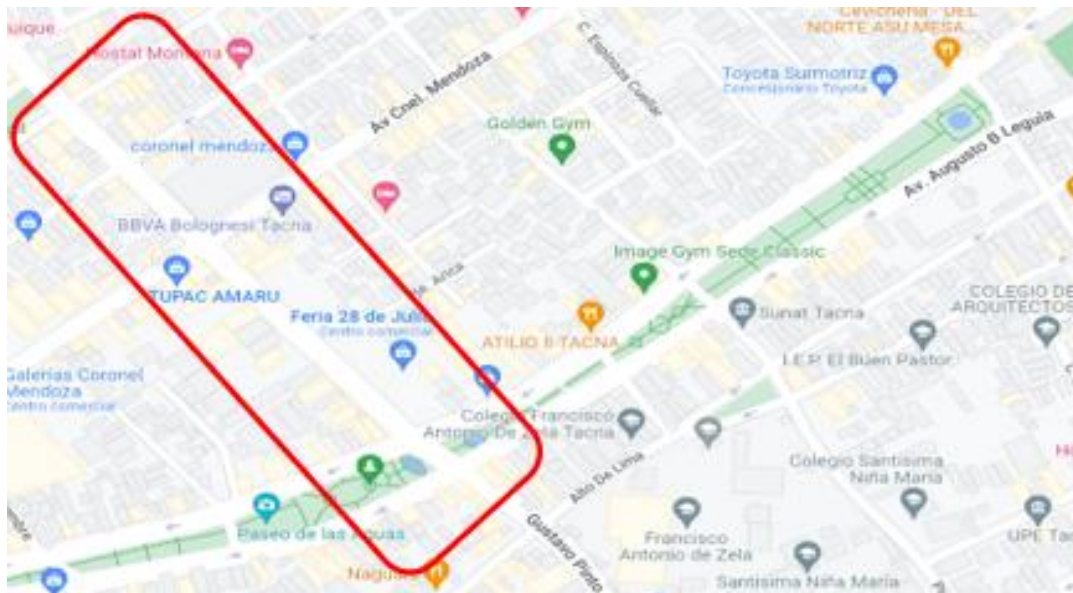
Ubicación política:

- Departamento: Tacna
- Provincia: Tacna
- Distrito: Tacna
- Localidad: Tacna

En la Figura 19 se muestra la vista satelital de la intersección I y II

Figura 19

Vista satelital de la intersección I y II



Nota. Tomado de Google Maps.

4.1.2. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica según sus coordenadas es:

Intersección Av. Gustavo Pinto con Av. coronel Mendoza

- Este: 368608.721

- Norte: 8009361.631

Intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía

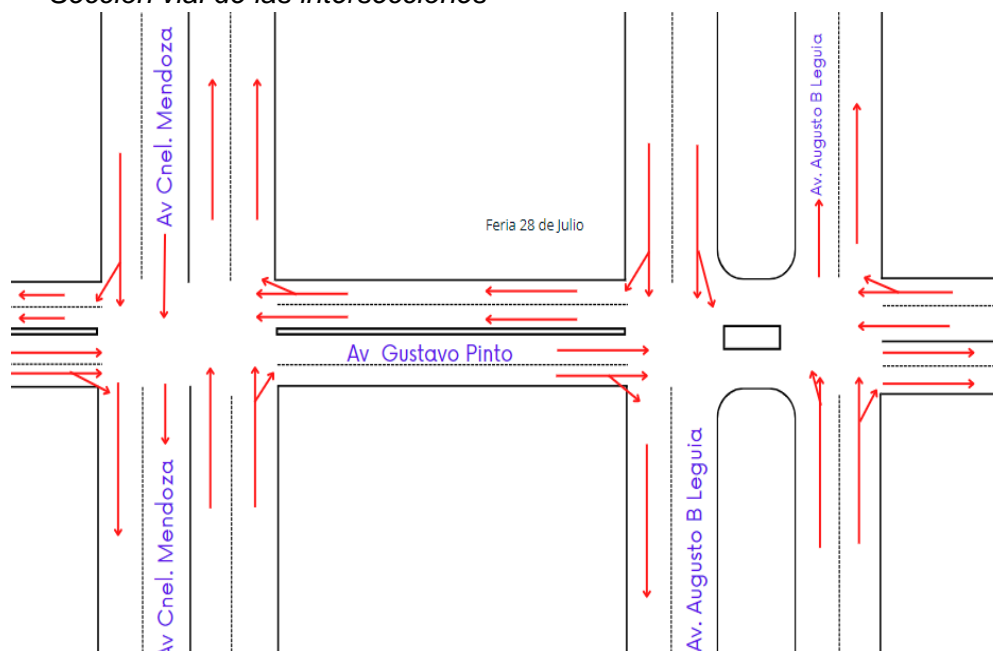
- Este: 368778.188
- Norte: 8009176.175

4.1.3. Sección Vial

Figura 20 se muestra los giros y sección vial de esta intersección.

Figura 20

Sección vial de las intersecciones



4.1.4. SemafORIZACIÓN

El sector donde se realizó esta investigación cuenta con semáforos vehiculares y semáforos peatonales en la avenida Av. Gustavo Pinto

Figura 21 muestra el flujo del tráfico en esta zona, la cual es controlada por semáforos, estos semáforos tienen el rol de ordenar el tránsito dichas intersecciones, pese a ello, en las llamadas horas pico se puede mirar que en la Av. Gustavo Pinto se forman congestiones vehiculares muy críticas y preocupantes.

Figura 21

Tráfico en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza



4.2. Intersección Av. Gustavo pinto – Av. Coronel Mendoza

4.2.1. Ubicación

En la Figura 22 se muestra la ubicación de la intersección 1

Figura 22

Ubicación de la intersección 1 Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza



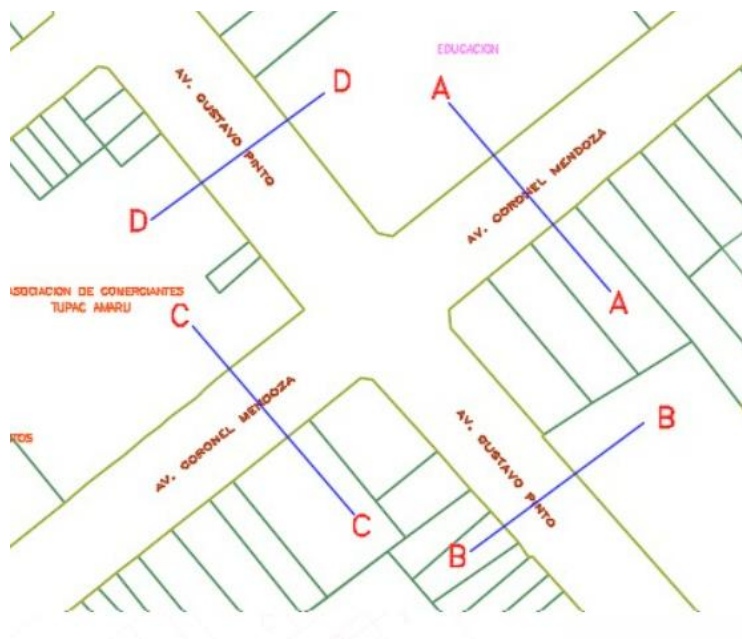
Nota. Google Maps

4.2.2. Sección Vial

Figura 23 , se muestra la sección vial , cortes de la intersección 1 en la Av . gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

Figura 23

Sección vial de la intersección 1 Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza



En la Figura 24,25,26,27 se muestra las secciones viales en la intersección I .

Figura 24

CORTE A-A: Sección Vial de la Av. Coronel Mendoza

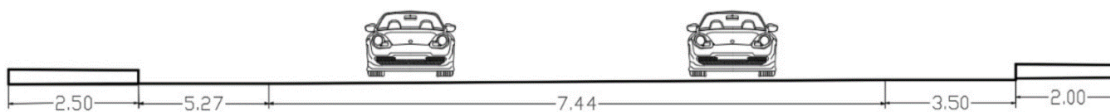
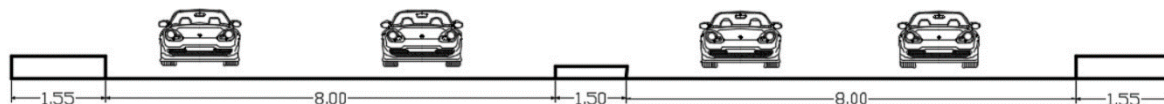
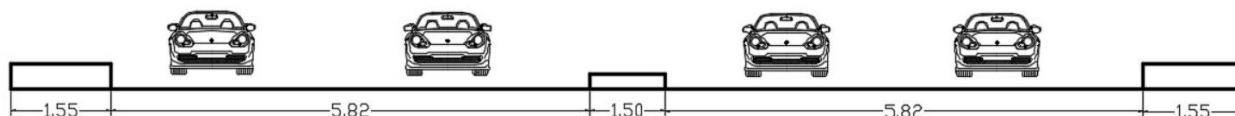


Figura 25**Figura 26**

CORTE C-C: Sección Vial de la Av. coronel Mendoza

**Figura 27**

CORTE D-D: Sección Vial de la Av. Gustavo Pinto



Estaciones De Conteo

La intersección cuenta con 4 estaciones de conteo 1, 2, 3 y 4:

- Estación 1 en Av. Pinto sentido sur a norte.
- Estación 2 en Av. Coronel Mendoza sentido este a oeste
- Estación 3 en Av. Pinto sentido norte a sur
- Estación 4 en Av. Coronel Mendoza sentido oeste a este

Figura 28 , se presenta la ubicación de cada una de las estaciones en esta intersección.

Figura 28

Identificación de accesos en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza



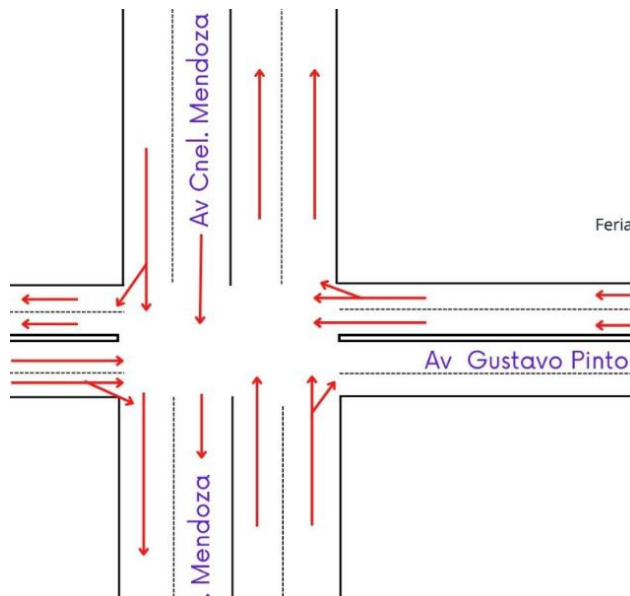
Nota. Google Maps

4.2.3. Esquema De Carriles Y Giros

En la figura 29 , se muestra el esquema de carriles y giros de la intersección Av. Pinto con Av. Coronel Mendoza

Figura 29

Esquema de carriles y giros de la Av. Pinto con Av. Coronel Mendoza

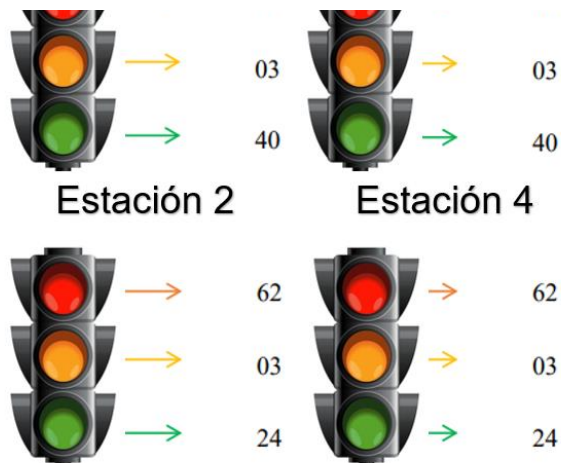


4.2.4. Tiempos De Semaforización En La Intersección

En la figura 30 se muestra los tiempos de semaforización en la intersección Av. Pinto con Av. Coronel Mendoza

Figura 30

Tiempo de semaforización en la intersección de Av. Gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza



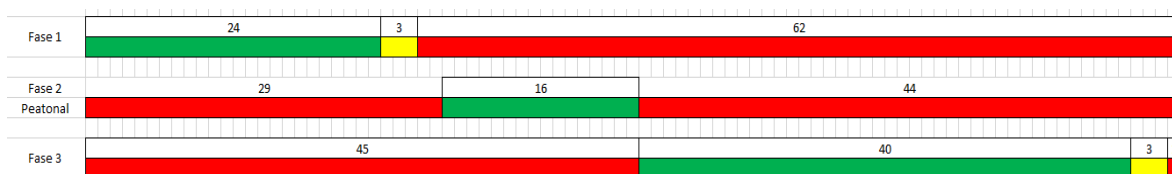
4.2.5. Fases De SemafORIZACIÓN

El ciclo semafórico se calcula mediante la suma del tiempo de verde + tiempo de ámbar de todas las fases. Actualmente cuenta con tres fases, la primera fase se encuentra en el semáforo de la avenida Coronel Mendoza, la segunda fase es peatonal y la tercera fase se encuentra en el semáforo de la avenida Gustavo Pinto.

En la figura 31 se muestra las fases de semafORIZACIÓN en dicha intersección.

Figura 31

Fases de semafORIZACIÓN en la intersección de Av. Gustavo Pinto - Av. coronel Mendoza



Nota. Esta figura se realizó de acuerdo a los tiempos tomados en campo .

Estación 1:

- Aforo Vehicular:

En la tabla 10 se presenta el conteo vehicular realizado en la estación 1.

Tabla 10

Conteo Vehicular de la Estación "1" en la intersección de la Av. Gustavo Pinto. de sur a norte.

Dia/hora	Aforo (15min)	(vph)	↑		→	
			Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)
miércoles 7am hasta 9am	0	0	191	764	45	180
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	203	812	49	196
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	169	676	42	168
Viernes 7am hasta 9am	0	0	194	776	46	184
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	210	840	52	208
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	193	772	43	172
sábado 7am hasta 9am	0	0	107	428	18	72
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	137	548	60	240
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	141	564	50	200
mayor		0		840		240

- Porcentaje vehículos pesados:

En la tabla 11 se presenta el porcentaje de vehículos pesados realizado en la estación 1.

Tabla 11

Porcentaje de vehículos pesados de la Estación "1" en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

Dia/hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
miércoles 7am hasta 9am	0	1	2
miércoles 12pm hasta 2pm	0	1	0
miércoles hasta 8pm	0	1	0
Viernes 7am hasta 9am	0	1	3
Viernes 12pm hasta 2pm	0	1	0
Viernes 6pm hasta 8pm	0	1	1
sábado 7am hasta 9am	0	1	2
sábado 12pm hasta 2pm	0	1	1
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	0
mayor	-	1	3

- Pendiente: La pendiente en esta estación se logró obtener con el programa Google earth y se puede apreciar una pendiente de 3%

En la figura 32 se presenta la pendiente hallada mediando el programa Google Earth

Figura 32

Pendiente de la estación 1 en la intersección de Av Coronel Mendoza -Av. Gustavo Pinto

Nota



- Parámetros de entrada:

La tabla 12 se detalla los parámetros de la estación 1 en esta intersección .

Tabla 12

Parámetros de la estación 1 intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

Tipo de condición	Parámetro	E1
Geométricas	Tipo de área	No CBD
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	4
	Pendiente, G (%)	0
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No
	Estacionamiento	No
De Tránsito	Flujo de saturación base, So (veh/h)	1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	50
	Transporte Público que paran en la intersección, Nb (vehículos/h)	120
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	0
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
Semafóricas	Longitud del ciclo, C (s)	89
	Tiempo en verde, G (s)	40
	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y(s)	3
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	3
Plan de fases	1	
Periodo de análisis, T (h)	0,25	

- Determinación del nivel de servicio:

Ancho De Carril FW

La ecuación 33 determinara el ancho de carril .

$$F_w = 1 + \frac{w - 3,6}{9} \quad (33)$$

$$W = 4$$

$$F_w = 1 + \frac{4 - 3,6}{9}$$

$$F_w = 1,040$$

Vehículo Pesados F_{HV}

La ecuación 34 determinara el factor de vehículos pesados.

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV * (E_T - 1)} \quad (34)$$

$$\%HV = 4$$

$$ET = 2,4 \text{ autos/pesados}$$

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + 4 * (2,4 - 1)}$$

$$F_{HV} = 0,950$$

Factor De Ajuste Por Pendiente De Acceso F_g

La ecuación 35 determinara el factor de ajuste por pendiente de acceso.

$$F_g = 1 - \frac{\%G}{200} \quad (35)$$

$$\%G = 0$$

$$F_g = 1 - \frac{0}{200}$$

$$F_g = 1$$

Factor De Ajuste Por Estacionamiento F_p

La ecuación 36 determinara el factor de ajuste por estacionamiento.

$$F_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N} \quad (36)$$

$$N = 2$$

$$Nm = 0$$

Sin Estacionamiento, Por Lo Tanto, $f_p = 1,00$

Factor De Ajuste Por Bloqueo De Buses F_{bb}

La ecuación 37 , se usara para hallar el factor de ajuste por bloqueo de buses.

$$F_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * N_b}{3600}}{N} \quad (37)$$

$$N = 2$$

$$N_b = 120$$

$$F_{bb} = \frac{2 - \frac{14,4 * 120}{3600}}{2}$$

$$F_{bb} = 0,760$$

Factor De Ajuste Tipo De Área f_a

En Otras Áreas $f_a = 1$

Factor de ajuste por utilización de carriles F_{LU}

La ecuación 38 se usará para hallar el factor de ajuste por utilización de carriles.

$$F_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1} * (N)} \quad (38)$$

El grupo de carriles tiene un carril exclusivo o compartido, por lo tanto, $f_{LU} = 1,00$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda f_{LT}

La ecuación 39 , permitirá hallar el factor de ajuste por vueltas a la izquierda

$$F_{Lt} = \frac{1}{1 - 0,05(PLT)} \quad (39)$$

$$LT = 0$$

No presenta giros a la izquierda, por lo tanto, $f_{LT} = 1,00$

Factor De Ajuste Por Vueltas A La Derecha f_{RT}

La ecuación 40, permitirá hallar el factor de ajuste por vueltas a la derecha.

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (F_{RT}) \quad (40)$$

$$PRT = 0.2222$$

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (0,2222)$$

$$F_{RT} = 0,967$$

Factor De Ajuste Por Peatones Y Bicicletas Para Vuelta A La Izquierda. f_{Lpb}

La ecuación 41 , determinará el factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la izquierda

$$F_{Lpb} = 1 - P_{LT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{LTA}) \quad (41)$$

$$P_{LT} = 0$$

$$A_{pbt} = 0$$

$$P_{LTA} = 0$$

$$F_{Lpb} = 1 - 0 * (1 - 0) * (1 - 0)$$

$$F_{Lpb} = 1$$

1=se anula por no tener carriles exclusivos

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la derecha.

La ecuación 42 , se usara para hallar el factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la derecha .

$$F_{Rpb} = 1 - P_{RT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{RTA}) \quad (42)$$

$$P_{RT} = 0,2222$$

$$A_{pbt} = 0$$

$$P_{RTA} = 0$$

1=se anula por no tener carriles exclusivos

Determinación de la taza de flujo de saturación

Se usará la ecuación 43 para hallar el flujo de saturación en esta estación .

$$S_i = S_o * (N) * (F_w) * (F_{HV}) * (F_g) * (F_p) * (F_{bb}) * (F_a) * (F_{LU}) * (F_{LT}) * (F_{RT}) * (F_{Lpb}) * (F_{Rpb}) \quad (43)$$

$$S_i = 1900 * 2 * 1,040 * 0,950 * 1 * 1 * 0,760 * 1 * 1 * 1 * 0,967 * 1 * 1$$

$$S_i = 2,759.184$$

- Determinación de la capacidad y la relación volumen a capacidad:

Capacidad del acceso C_i :

La ecuación 44 , permitirá hallar la capacidad del acceso

$$C_i = S_i * \left(\frac{G_i}{C}\right) \quad (44)$$

$$S_i = 2,759.184$$

$$G_i = 40$$

$$C = 89$$

$$C_i = 2,759,184 * \left(\frac{40}{89}\right)$$

$$\mathbf{C_i = 1240,08}$$

Relación volumen a capacidad (grado de saturación) :

La ecuación 45 , permitirá hallar la relación volumen a capacidad .

$$X_i = \left(\frac{V_i}{C_i}\right) \quad (45)$$

$$V_i = 1080$$

$$C_i = 1240,08$$

$$X_i = \left(\frac{1080}{1240,08}\right)$$

$$\mathbf{X_i = 0,87}$$

- Determinación de las demoras

Factor de ajuste por coordinación:

La ecuación 46 , se usara para hallar el factor de ajuste por coordinación.

$$PF = \frac{(1 - P) * f_{pa}}{1 - \left(\frac{g}{c}\right)} \quad (46)$$

$$P = 0,606$$

$$\frac{g}{c} = 0,449$$

$$f_{PA} = 0,667$$

$$PF = \frac{(1 - 0,606) * 0,667}{1 - (0,4494)}$$

$$\mathbf{PF = 0,48}$$

Demora uniforme

Se usara la ecuación 47 para hallar la demora uniforme en esta estación.

$$d_1 = \frac{0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left(\min(1, x) * \left(\frac{g}{c}\right)\right)} \quad (47)$$

$$C = 89$$

$$\frac{g}{c} = 0,4494$$

$$\min(1, x) = 0,87$$

$$d_1 = \frac{0,5 * 89 * (1 - 0,4494)^2}{1 - (0,87 * (0,4494))}$$

$$\mathbf{d_1 = 22,16}$$

Demora incremental

La ecuación 48 , permitirá hallar la demora incremental.

$$d_2 = 900 * t \left[\left(x - 1 \right) + \sqrt{\left(x - 1 \right)^2 + \frac{8 * k * I * X}{c * T}} \right] \quad (48)$$

$$T = 0,25$$

$$K = 0,5$$

$$I = 1$$

$$X = 0,87$$

$$c = 1240,08$$

$$d_2 = 900 * 0,25 \left[\left(0,87 - 1 \right) + \sqrt{\left(0,87 - 1 \right)^2 + \frac{8 * 0,5 * 1 * 0,87}{1240,08 * 0,25}} \right]$$

$$\mathbf{d_2 = 8,54}$$

Demora por cola inicial

La ecuación 49, ayudara a hallar la demora por cola inicial.

$$d_3 = \frac{1800 * Qb * (1 + u)^t}{cT} \quad (49)$$

$$T = 0,25$$

$$Qb = 13$$

$$t = 0,00416$$

$$u = 0$$

$$c = 1240,08$$

$$d_3 = \frac{1800 * 13 * (1 + 0)^{0,00416}}{1240,08 * 0,25}$$

$$\mathbf{d_3 = 75,48}$$

Determinación de las demoras

La ecuación 50 , se usará para hallar las demoras.

$$d = d_1 * (PF) + d_2 + d_3 \quad (50)$$

$$PF = 0,48$$

$$d = 22,16 * 0,48 + 8,54 + 75,48$$

$$d = 94,60$$

- Nivel de servicio del acceso:

Tabla 13 , se observa que se halló un nivel de servicio "F" en este acceso.

Tabla 13

Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control

Nivel de servicio	Demora por control (segundo/vehículo)
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

4.2.6. Estación 2:

- Aforo Vehicular:

Tabla 14, se muestra el conteo vehicular realizado en la estación 2 .

Tabla 14

Conteo Vehicular de la Estación "2" en la intersección de la Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

Dia/hora	←		↑		→	
	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)
miércoles 7am hasta 9am	0	0	54	216	18	72
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	54	216	20	80
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	56	224	21	84
Viernes 7am hasta 9am	0	0	55	220	20	80
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	61	244	32	128
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	55	220	27	108
sábado 7am hasta 9am	0	0	52	208	09	36
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	57	228	22	88
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	61	244	23	92
mayor		4		244		128

- Porcentaje vehículos pesados:

Tabla 15, se muestra el porcentaje de vehículos pesado en esta estación.

Tabla 15

Porcentaje de vehículos pesados de la Estación "2" en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

Dia/hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
miércoles 7am hasta 9am	0	1	0
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	0
miércoles hasta 8pm	0	1	0
Viernes 7am hasta 9am	0	1	2
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	3
Viernes 6pm hasta 8pm	0	1	1
sábado 7am hasta 9am	0	0	0
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	2
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	2
mayor	-	1	3

- Pendiente:

Figura 33 ,la pendiente se obtuvo con el programa Google earth, se puede apreciar una pendiente de 0,00%

Figura 33

*Pendiente de la estación 2 en la intersección de Av. Gustavo Pinto-
Av coronel Mendoza*



Nota Fuente: Google Earth

- Parámetros de entrada:

Tabla 16 se muestra los parámetros de entrada de esta estación .

Tabla 16

Parámetros de la estación 2 intersección Av. Gustavo Pinto con Av. coronel Mendoza

Tipo de condición		Parámetro	E2
Geométricas	Tipo de área		No CBD
	Número de carriles, N		1
	Ancho promedio de carriles, W (m)		3.72
	Pendiente, G (%)		-3
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT		No
	Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)		No
	Estacionamiento		Si
De Tránsito	Flujo de saturación base, So (veh/h)		1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)		47
	Transporte Público que paran en la intersección, Nb (vehículos/h)		7
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)		0

	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
Semaforicas	Longitud del ciclo, C (s)	89
	Tiempo en verde, G (s)	24
	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y(s)	3
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	3
	Plan de fases	2
	Periodo de análisis, T (h)	0,25

- Determinación del nivel de servicio:

Para todos los siguientes cálculos se usarán la ecuación 33 a la ecuación 50.

Ancho de carril F_W

$$F_W = 1 + \frac{w - 3,6}{9}$$

$$W = 3,72$$

$$F_W = 1 + \frac{3,72 - 3,6}{9}$$

$$F_W = 1,010$$

Vehículos pesados F_{HV}

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

$$\%HV = 4$$

$$E_T = 2,4 \text{ autos/ pesados}$$

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + 4 * (2,4 - 1)}$$

$$F_{HV} = 0,950$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso F_g

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

$$\%G = -3$$

$$F_g = 1 - \frac{-3}{200}$$

$$F_g = 1$$

Factor de ajuste por estacionamiento F_p

$$F_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$N = 1$$

$$Nm = 0$$

$$F_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 0}{3600}}{2}$$

$$F_p = 0,900$$

Factor de ajuste por bloqueo de buses F_{bb}

$$F_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * N_b}{3600}}{N}$$

$$N = 1$$

$$N_b = 7$$

$$F_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 7}{3600}}{2}$$

$$F_{bb} = 0,972$$

Factor de ajuste tipo de área f_a

$$\text{En otras áreas } F_a = 1$$

Factor de ajuste por utilización de carriles F_{LU}

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_g 1 * (N)}$$

El grupo de carriles tiene un carril exclusivo o compartido, por lo tanto, $f_{LU} = 1,00$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda f_{LT}

$$f_{Lt} = \frac{1}{1 - 0,05(PLT)}$$

No presenta giros a la izquierda, por lo tanto, $f_{LT} = 1,00$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha f_{RT}

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * (P_{RT})$$

$$PLT = 0.344$$

$$f_{RT} = 1 - 0,15 * (0,344)$$

$$f_{RT} = 0,948$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la izquierda. f_{Lpb}

$$F_{Lpb} = 1 - P_{LT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{LTA})$$

1= se anula por no tener carril exclusivo

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la derecha.

$$F_{Rpb} = 1 - P_{RT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{RTA})$$

1= se anula por no tener carril exclusivo

Determinación de la tasa de flujo de saturación.

$$S_i = S_o * (N) * (F_w) * (F_{HV}) * (F_g) * (F_p) * (F_{bb}) * (F_a) * (F_{LU}) * (F_{LT}) * (F_{RT}) * (F_{Lpb}) * (F_{Rpb})$$

$$S_i = 1900 * 1 * 1,010 * 0,950 * 1 * 0,900 * 0,972 * 1 * 1 * 1 * 0,948 * 1 * 1$$

$$S_i = 1,511.874$$

- Determinación de la capacidad y la relación volumen a capacidad

Capacidad del acceso C_i

$$C_i = S_i * \left(\frac{G_i}{C}\right)$$

$$S_i = 1,511.874$$

$$G_i = 24$$

$$C = 89$$

$$C_i = 1,511,874 * \left(\frac{24}{89}\right)$$

$$C_i = 407,70$$

- Relación volumen a capacidad (grado de saturación)

$$X_i = \left(\frac{V_i}{C_i}\right)$$

$$V_i = 372$$

$$C_i = 407,70$$

$$X_i = \left(\frac{372}{407,70} \right)$$

$$X_i = 0,91$$

- Determinación de las demoras
- Factor de ajuste por coordinación

$$PF = \frac{(1 - P) * frt}{1 - \left(\frac{g}{c}\right)}$$

$$f_{PA} = 0,606$$

$$\frac{g}{c} = 0,269$$

$$f_{RT} = 0,667$$

$$PF = \frac{(1 - 0,606) * 0,667}{1 - (0,269)}$$

$$PF = 0,36$$

Demora uniforme.

$$d_1 = \frac{0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left(\min(1, x) * \left(\frac{g}{c}\right)\right)}$$

$$C = 89$$

$$\frac{g}{c} = 0,27$$

$$\min(1, x) = 0,91$$

$$d_1 = \frac{0,5 * 89 * (1 - 0,27)^2}{1 - (0,91 * (0,27))}$$

$$d_1 = 31,48$$

Demora incremental

$$d_2 = 900 * T \left[\left(x - 1 \right) + \sqrt{\left(x - 1 \right)^2 + \frac{8 * k * I * X}{c * T}} \right]$$

$$T = 0,25$$

$$K = 0,5$$

$$I = 1$$

$$X = 0,91$$

$$c = 407,70$$

$$d_2 = 900 * 0,25 \left[\left(0,91 - 1 \right) + \sqrt{\left(0,91 - 1 \right)^2 + \frac{8 * 0,5 * 1 * 0,91}{407,70 * 0,25}} \right]$$

$$d_2 = 27,21$$

Demora por cola inicial

$$d_3 = \frac{1800 * Qb * (1 + u)^t}{cT}$$

$$T = 0,25$$

$$Qb = 8$$

$$t = 0,0041$$

$$u = 0$$

$$c = 407,70$$

$$d_3 = \frac{1800 * 8 * (1 + 0)^{0,0041}}{407,70 * 0,25}$$

$$d_3 = 141,28$$

Determinación de las demoras.

$$d = d_1 * (PF) + d_2 + d_3$$

$$d = 31,48 * 0,36 + 27,21 + 141,28$$

$$PF = 0,36$$

$$d = 179,82$$

- Nivel de servicio del acceso:

Tabla 17, se halló que el nivel de esta estación es "F".

Tabla 17

Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control

Nivel de servicio	Demora por control (segundo/vehículo)
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

4.2.7. Estación 3:

- Aforo Vehicular:

Tabla 18 , se muestra el conteo vehicular en la estación 3

Tabla 18

Conteo Vehicular de la Estación "3" en la intersección de la Av. Gustavo Pinto con Av. coronel Mendoza

Dia/hora	←		↑		→	
	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)
miércoles 7am hasta 9am	0	0	116	464	33	132
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	154	616	46	184
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	164	656	34	136
Viernes 7am hasta 9am	0	0	154	616	22	88
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	125	500	51	204
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	169	676	61	244
sábado 7am hasta 9am	0	0	82	328	17	68
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	107	428	27	108
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	157	628	28	112
mayor		28		676		244

- Porcentaje vehículos pesados:

Tabla 19 , se presenta el porcentaje de vehículos en la estación 3.

Tabla 19

Porcentaje de vehículos pesados de la Estación "3" en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

Dia/hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
Miércoles 7am hasta 9am	0	1	0
Miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	0
Miércoles hasta 8pm	0	1	0
Viernes 7am hasta 9am	0	1	2
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	3
Viernes 6pm hasta 8pm	0	1	1
Sábado 7am hasta 9am	0	0	0
Sábado 12pm hasta 2pm	0	0	2
Sábado 6pm hasta 8pm	0	0	2
mayor	-	1	3

- Pendiente:

Como se muestra en la figura 34 , la pendiente se logró obtener con el programa Google earth, y tiene una pendiente de -3%

Figura 34

Pendiente de la estación 3 en la intersección de Av Coronel Mendoza -Av. Gustavo Pinto



Nota. Fuente: Google Earth

- Parámetros de entrada:

Tabla 20 , se muestra los parámetros de entrada para la estación 3.

Tabla 20

Parámetros de la estación 3 en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. coronel Mendoza

Tipo de condición		Parámetro	E3
Geométricas		Tipo de área	No CBD
		Número de carriles, N	2
		Ancho promedio de carriles, W (m)	2.91
		Pendiente, G (%)	0
		Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
		Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No
		Estacionamiento	No
De Tránsito		Flujo de saturación base, So (veh/h)	1900
		Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	59

	Transporte Público que paran en la intersección, Nb (vehículos/h)	138
	Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	0
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
Semaforicas	Longitud del ciclo, C (s)	89
	Tiempo en verde, G (s)	40
	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entreverde, Y(s)	3
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	3
	Plan de fases	1
	Periodo de análisis, T (h)	0,25

- Determinación del nivel de servicio

Para los siguientes cálculos se usaran la ecuación 33 a la ecuación 50 correspondientemente.

Ancho de carril FW

$$FW = 1 + \frac{w - 3,6}{9}$$

$$W = 2,91$$

$$FW = 1 + \frac{2,91 - 3,6}{9}$$

$$FW = 0,920$$

Vehículo pesados F_{HV}

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

$$\%HV = 4$$

$$ET = 2,4 \text{ autos/pesados}$$

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + 4 * (2,4 - 1)}$$

$$F_{HV} = 0,950$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso F_g

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

$$\%G = 0$$

$$F_g = 1 - \frac{0}{200}$$

$$F_g = 1$$

Factor de ajuste por estacionamiento f_p

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$N = 2$$

$$Nm = 0$$

Sin estacionamiento, por lo tanto, $f_p = 1,00$

Factor de ajuste por bloqueo de buses f_{bb}

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * N_b}{3600}}{N}$$

$$N = 2$$

$$N_b = 138$$

$$f_{bb} = \frac{2 - \frac{14,4 * 138}{3600}}{2}$$

$$f_{bb} = 0,724$$

Factor de ajuste tipo de área f_a

En otras áreas $F_a = 1$

Factor de ajuste por utilización de carriles F_{LU}

$$F_{LU} = \frac{V_g}{V_g1 * (N)}$$

El grupo de carriles tiene un carril exclusivo o compartido, por lo tanto, $f_{LU} = 1,00$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda f_{LT}

$$F_{Lt} = \frac{1}{1 - 0,05(PLT)}$$

No presenta giros a la izquierda, por lo tanto, $f_{LT} = 1,00$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha f_{RT}

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (P_{RT})$$

$P_{RT} = 0,265217391$

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (0,265217391)$$

$$F_{RT} = 0,960$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la izquierda. f_{Lpb}

$$F_{Lpb} = 1 - P_{LT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{LTA})$$

1 : se anula por no tener carril exclusivo

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la derecha.

$$F_{Rpb} = 1 - P_{RT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{RTA})$$

1 : se anula por no tener carril exclusivo

Determinación de la tasa de flujo de saturación.

$$S_i = S_o * (N) * (F_w) * (F_{HV}) * (F_g) * (F_p) * (F_{bb}) * (F_a) * (F_{LU}) * (F_{LT}) * (F_{RT}) * (F_{Lpb}) * (F_{Rpb})$$

$$S_i = 1900 * 2 * 0,920 * 0,950 * 1 * 1 * 0,724 * 1 * 1 * 1 * 0,960 * 1 * 1$$

$$S_i = 2,308.367$$

- Determinación de la capacidad y la relación volumen a capacidad

Capacidad del acceso C_i

$$C_i = S_i * \left(\frac{G_i}{C}\right)$$

$$S_i = 2,308,367$$

$$G_i = 40$$

$$C = 89$$

$$C_i = 2,308,367 * \left(\frac{40}{89}\right)$$

$$C_i = 1037,47$$

Relación volumen a capacidad (grado de saturación)

$$X_i = \left(\frac{V_i}{C_i}\right)$$

$$V_i = 948$$

$$C_i = 1037,47$$

$$X_i = \left(\frac{948}{1037,47}\right)$$

$$X_i = 0,89$$

- Determinación de las demoras

Factor de ajuste por coordinación

$$PF = \frac{(1 - P) * f_{rt}}{1 - \left(\frac{g}{c}\right)}$$

$$P = 0,606$$

$$\frac{g}{c} = 0,4494$$

$$f_{RT} = 0,667$$

$$PF = \frac{(1 - 0,606) * 0,667}{1 - (0,4494)}$$

$$PF = 0,48$$

Demora uniforme.

$$d_1 = \frac{0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - (\min(1, x) * \left(\frac{g}{c}\right))}$$

$$C = 89$$

$$\frac{g}{c} = 0,449438202$$

$$\text{Min}(1, x) = 0,89$$

$$d_1 = \frac{0,5 * 89 * (1 - 0,449438202)^2}{1 - (0,89 * (0,449438202))}$$

$$d_1 = 22,43$$

Demora incremental

$$d_2 = 900 * T \left[\left(x - 1 \right) + \sqrt{\left(x - 1 \right)^2 + \frac{8 * k * I * X}{c * T}} \right]$$

$$T = 0,25$$

$$K = 0,5$$

$$I = 1$$

$$X = 0,89$$

$$c = 1037,47$$

$$d_2 = 900 * 0,25 \left[\left(0,89 - 1 \right) + \sqrt{\left(0,89 - 1 \right)^2 + \frac{8 * 0,5 * 1 * 0,89}{1037,47 * 0,25}} \right]$$

$$d_2 = 11,15$$

Demora por cola inicial.

$$d_3 = \frac{1800 * Qb * (1 + u)^t}{cT}$$

$$T = 0,25$$

$$Qb = 13$$

$$t = 0,004166667$$

$$u = 0$$

$$c = 1037,47$$

$$d_3 = \frac{1800 * 13 * (1 + 0)^{0,004166667}}{1037,47 * 0,25}$$

$$d_3 = 90,22$$

Determinación de las demoras.

$$d = d_1 * (PF) + d_2 + d_3$$

$$d = 22,43 * 0,48 + 11,15 + 90,22$$

$$PF = 0,48$$

$$d = 112,07$$

- Nivel de servicio del punto de llegada:

Tabla 21, según el tiempo de demora del punto de llegada se puede determinar que su nivel de servicio es "f".

Tabla 21

Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control

Nivel de servicio	Demora por control (segundo/vehículo)
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

Estación 4:

- Aforo Vehicular:

Tabla 22 se muestra el conteo vehicular en la estación 4.

Tabla 22

Conteo Vehicular de la Estación "4" en la intersección de la Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

Dia/hora	← Aforo (15min) (vph)		↑ Aforo (15min) (vph)		→ Aforo (15min) (vph)	
miércoles 7am hasta 9am	0	0	41	164	7	28
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	44	176	29	116
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	42	168	24	96
Viernes 7am hasta 9am	0	0	44	176	08	32
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	47	188	29	116
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	52	208	9	36
sábado 7am hasta 9am	0	0	24	96	8	32
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	45	180	17	68
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	39	156	08	32
mayor		0		208		116

- Porcentaje vehículos pesados:

En la tabla 23 , se muestra el porcentaje de vehículos pesados en estación 4.

Tabla 23

Porcentaje de vehículos pesados de la Estación "4" en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

Día/hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
miércoles 7am hasta 9am	0	1	3
miércoles 12pm hasta 2pm	0	2	2
miércoles hasta 8pm	0	1	3
Viernes 7am hasta 9am	0	0	0
Viernes 12pm hasta 2pm	0	2	2
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	0
sábado 7am hasta 9am	0	1	0
sábado 12pm hasta 2pm	0	2	0
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	0
mayor	-	2	3

- Pendiente:

Figura 35 ,la pendiente se obtuvo con el programa Google earth. y es de 0,00%

Figura 35

Pendiente de la estación 4 en la intersección de Av. Gustavo Pinto-Av Coronel Mendoza



Nota. Fuente: Google Earth

- Parámetros de entrada:

Tabla 24 , se presenta los parámetros de entrada de la estación 4 .

Tabla 24

Parámetros de la estación 4 en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

Tipo de condición		Parámetro	E4
Geométricas		Tipo de área	No CBD
		Número de carriles, N	1
		Ancho promedio de carriles, W (m)	3.06
		Pendiente, G (%)	3
		Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
		Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No
		Estacionamiento	Si
De Tránsito		Flujo de saturación base, So (veh/h)	1900
		Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	43
		Transporte Público que paran en la intersección, Nb (vehículos/h)	0
		Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	0
		Velocidad de aproximación, (km/h)	40
Semafóricas		Longitud del ciclo, C (s)	89
		Tiempo en verde, G (s)	24
		Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entreverde, Y(s)	3
		Operación accionada o prefija	No
		Botón peatonal	0
		Verde mínimo peatonal, (s)	3
		Plan de fases	2
	Periodo de análisis, T (h)	0,25	

- Determinación del nivel de servicio

Para los siguientes cálculos se usaran la ecuación 33 a la ecuación 50 correspondientemente.

Ancho de carril Fw

$$Fw = 1 + \frac{w - 3,6}{9}$$

$$W = 3,06$$

$$F_w = 1 + \frac{3,06 - 3,6}{9}$$

$$F_w = 0,940$$

Vehículos pesados F_{HV}

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + \%hv * (e_t - 1)}$$

$$\%hv = 5$$

$E_t = 2,4$ autos/ pesados

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + 5 * (2,4 - 1)}$$

$$F_{HV} = 0,930$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso f_g

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

$$\%g = 3$$

$$f_g = 1 - \frac{3}{200}$$

$$f_g = 1$$

Factor de ajuste por estacionamiento f_p

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * nm}{3600}}{N}$$

$$N = 1$$

$$Nm = 0$$

$$f_p = \frac{1 - 0,1 - \frac{18 * 0}{3600}}{1}$$

$$f_p = 0,900$$

factor de ajuste por bloqueo de buses f_{bb}

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * n_b}{3600}}{N}$$

$$N = 1$$

$$N_b = 0$$

$$f_{bb} = \frac{1 - \frac{14,4 * 0}{3600}}{1}$$

$$f_{bb} = 1$$

Factor de ajuste tipo de área f_a

$$\text{En otras areas } F_a = 1$$

Factor de ajuste por utilización de carriles F_{LU}

$$F_{LU} = \frac{V_g}{V_g 1 * (N)}$$

El grupo de carriles tiene un carril exclusivo o compartido, por lo tanto, $f_{LU} = 1,00$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda f_{LT}

$$f_{Lt} = \frac{1}{1 - 0,05(PLT)}$$

No presenta giros a la izquierda, por lo tanto, $f_{LT} = 1,00$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha f_{RT}

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (P_{RT})$$

$$P_{RT} = 0,358024691$$

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (0,358024691)$$

$$F_{RT} = 0,946$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la izquierda. f_{Lpb}

$$f_{Lpb} = 1 - P_{LT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{LTA})$$

$$P_{LT} = 0$$

$$A_{pbt} = 0$$

$$P_{LTA} = 0$$

$$f_{Lpb} = 1 - 0 * (1 - 0) * (1 - 0)$$

$$f_{Lpb} = 1$$

$\Rightarrow f_{Lpb} = 1$: se anula por no tener carril exclusivo

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la derecha

$$f_{Rpb} = 1 - P_{RT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{RTA})$$

$$P_{RT} = 0,3580247$$

$$A_{pbt} = 0$$

$$P_{RTA} = 0$$

$$\Rightarrow f_{Rpb} = 1 : \text{se anula por no tener carril exclusivo}$$

Determinación de la tasa de flujo de saturación.

$$S_i = S_o * (N) * (F_w) * (F_{HV}) * (F_g) * (F_p) * (F_{bb}) * (F_a) * (F_{LU}) * (F_{LT}) * (F_{RT}) \\ * (F_{Lpb}) * (F_{Rpb})$$

$$S_i = 1900 * 1 * 0,940 * 0,930 * 1 * 0,900 * 1 * 1 * 1 * 1 * 0,946 * 1 * 1$$

$$S_i = 1,414,158$$

- Determinación de la capacidad y la relación volumen a capacidad

Capacidad del acceso C_i

$$C_i = S_i * \left(\frac{G_i}{C}\right)$$

$$S_i = 1,414,158$$

$$G_i = 24$$

$$C = 89$$

$$C_i = 1,414,158 * \left(\frac{24}{89}\right)$$

$$C_i = 381,35$$

Relación volumen a capacidad (grado de saturación)

$$X_i = \left(\frac{V_i}{C_i}\right)$$

$$V_i = 324$$

$$C_i = 381,35$$

$$X_i = \left(\frac{324}{381,35}\right)$$

$$X_i = 0,85$$

- Determinación de las demoras:

Factor de ajuste por coordinación

$$PF = \frac{(1 - P) * frt}{1 - \left(\frac{g}{c}\right)}$$

$$P = 0,606$$

$$\frac{g}{c} = 0,269$$

$$f_{PA} = 0,667$$

$$PF = \frac{(1 - 0,606) * 0,667}{1 - (0,269)}$$

$$PF = 0,36$$

Demora uniforme.

$$d_1 = \frac{0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left(\min(1, x) * \left(\frac{g}{c}\right)\right)}$$

$$C = 89$$

$$\frac{g}{c} = 0,269662921$$

$$\min(1, x) = 0,85$$

$$d_1 = \frac{0,5 * 89 * \left(1 - 0,269662921\right)^2}{1 - (0,85 * (0,269662921))}$$

$$d_1 = 30,79$$

Demora incremental

$$d_2 = 900 * T \left[\left(x - 1 \right) + \sqrt{\left(x - 1 \right)^2 + \frac{8 * k * I * X}{c * T}} \right]$$

$$T = 0,25$$

$$K = 0,5$$

$$I = 1$$

$$X = 0,85$$

$$c = 381,35$$

$$d_2 = 900 * 0,25 \left[\left(0,85 - 1 \right) + \sqrt{\left(0,85 - 1 \right)^2 + \frac{8 * 0,5 * 1 * 0,85}{381,35 * 0,25}} \right]$$

$$d_2 = 20,47$$

Demora por cola inicial.

$$d_3 = \frac{1800 * Qb * (1 + u)^t}{cT}$$

$$T = 0,25$$

$$Qb = 8$$

$$t = 0,004166667$$

$$u = 0$$

$$c = 381,35$$

$$d_3 = \frac{1800 * 8 * (1 + 0)^{0,004166667}}{381,35 * 0,25}$$

$$d_3 = 151,04$$

Determinación de las demoras

$$d = d_1 * (PF) + d_2 + d_3$$

$$d = 30,79 * 0,36 + 20,47 + 151,04$$

$$PF = 0,36$$

$$d = 182,60$$

- Nivel de servicio del punto de llegada:

Tabla 25, según el tiempo de demora hallado se puede decir que su nivel de servicio es equivalente a "F".

Tabla 25

Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control

Nivel de servicio	Demora por control (segundo/vehículo)
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

4.2.8. Nivel de servicio actual de la intersección Av. coronel Mendoza – Av Gustavo Pinto

Tabla 26, se presenta un cuadro resumen de las 4 estaciones, en donde se observa la tasa de flujo de saturación en cada estación.

Tabla 26

Tasa de flujo de saturación de los accesos de la intersección Av. coronel Mendoza – Av Gustavo Pinto

Parámetro	E1	E2	E3	E4
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN				
Flujo de saturación base, S_o (veh/h)	1900	1900	1900	1900
Número de carriles, N	2	1	2	1
Ancho promedio de carriles, W (m)	4	3.72	2,91	3.06
Factor de ajuste por ancho de carriles, fw	1,040	1,010	0,920	0.940
Porcentaje de vehículos pesados, %HV	4	4	4	5
Equivalente en vehículos livianos, Et	2,4	2,4	2,4	2,4
Factor de ajuste por vehículos pesados, FHV	0,950	0,950	0,950	0,930
Pendiente en el grupo de carriles, %G	0	-3	0	3
Factor de ajuste por pendiente, fg	1,000	1,000	1,000	1,000
Estacionamiento	No	Si	No	Si
Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h)	0	0	0	0
Factor de ajuste por estacionamiento, fp	1,000	0,900	1,000	0,900
Transporte Público que paran en la intersección, N_b (vehículos/h)	120	7	138	0
Factor de ajuste por bloqueo de buses, fb_b	0,760	0.972	0,724	1,000
Tipo de área	No CBD	No CBD	No CBD	No CBD
Factor de ajuste por tipo de área, fa	1,000	1,000	1,000	1,000
Carril exclusivo	No	No	No	No
Factor de ajuste por utilización de carril, fLU	1,000	1.000	1,000	1,000
Proporción de vueltas a la izquierda en el acceso, PLT	0,000	0.000	0,000	0,000
Factor de ajuste por giro a la izquierda, fLT	1,000	1,000	1,000	1,00
Proporción de vueltas a la derecha en el acceso, PRT	0,222	0,344	0,265	0,358
Factor de ajuste por giro a la derecha, fRT	0.967	0,948	0.960	0,946
Factor de ajuste por peatones para giros a la izquierda, $fLpb$	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por peatones para giros a la derecha, $fRpb$	1,000	1,000	1,000	1,000
Flujo de Saturación Ajustado, s (veh/h)	2759,184	1511,874	2308.367	1414,158
$S = S_o * N * fHV * fg * fp * fbb * fa * fLU * fLT * fRT * fLpb * fRpb$				

Tabla 27 , se muestra el nivel de servicio en cada una de las 4 estaciones .

Tabla 27

Nivel de servicio de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel M.

NIVEL DE SERVICIO				
Velocidad de aproximación, (km/h)	40	40	40	40
Plan de fases	1	2	1	2
Longitud del ciclo, C (s)	89	89	89	89
Tiempo en verde, G (s)	40	24	40	24
Verde mínimo peatonal, (s)	4	4	4	4
Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, Y(s)	4	4	4	4
Capacidad del acceso, C_i	1240,08	407,70	1037,47	381,35
Tasa de flujo actual o proyectado, V_i	1080	372	920	324
Relación volumen/capacidad (Grado de Saturación), X_i	0,87	0,91	0,89	0,85
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0,606	0,606	0,606	0,606
Factor de ajuste suplementario, frt	0.667	0.667	0.667	0.667
Proporción de verde, g/C	0,449	0,270	0,449	0,270
Factor de ajuste por coordinación, PF	0,48	0,36	0,48	0,36
Valor min (1, X)	0,87	0,91	0,89	0,85
Demora uniforme, d1	22,16	31,48	22,43	30,79
Periodo de análisis, T (h)	0,25	0,25	0,25	0,25
Operación accionada o prefija	No	No	No	No
Botón peatonal	No	No	No	No
Factor de demora incremental (prefijada), k	0,5	0,5	0,5	0,5
Factor de ajuste para entradas, l	1,00	1,00	1,00	1,00
Demora incremental, d2	8,54	27,21	121,15	20,47
Cola inicial al principio del periodo T(veh), Qb	13	8	13	8
Duración de demanda insatisfecha (h), t	0,004	0,004	0,004	0,004
Parámetro de demora, si $t < T$, $u=0$	0,00	0,00	0,00	0,00
Demora de cola inicial, d3	75,48	141,28	90,22	151,04
Demora total del acceso, d (s)	94.60	179,82	112.07	182.60
Nivel de servicio individual de cada acceso	F	F	F	F

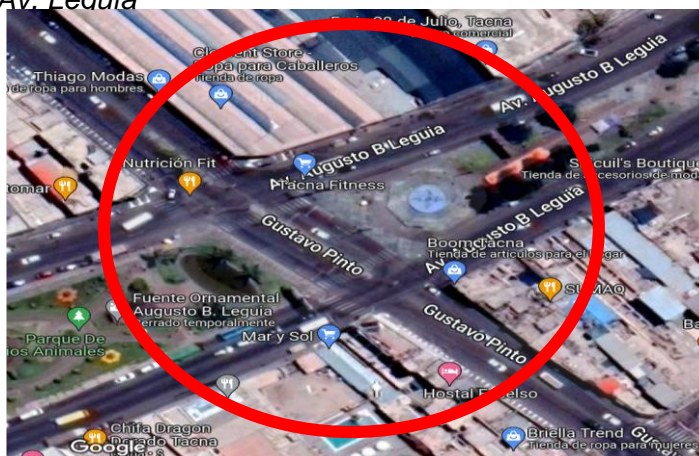
4.3. Intersección Av. Gustavo Pinto – Av. Augusto B. Leguía

4.3.1. Ubicación

Figura 36, se observa la ubicación de la intersección 2.

Figura 36

Ubicación de la intersección 2 Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía



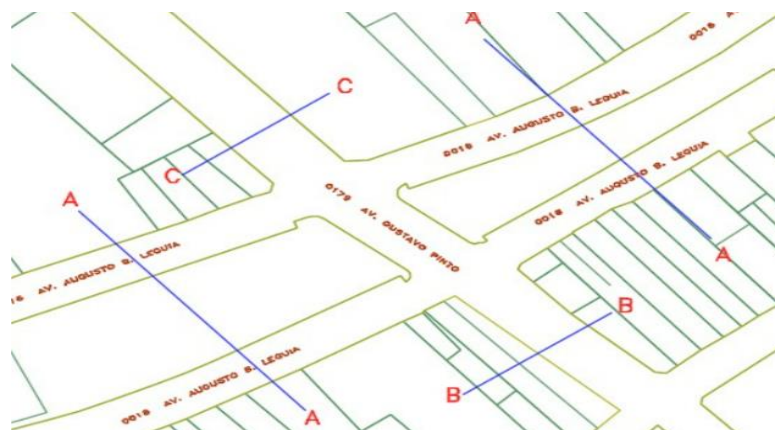
Nota. Fuente: Google Maps

4.3.2. Sección vial

Se realizaron 3 cortes para las secciones viales las cuales se pueden observar con detenimiento en la figura 37 .

Figura 37

Sección Vial de la intersección 2 Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía



Nota. Esta imagen se observa las 3 secciones viales, teniendo en cuenta que se tomó las mismas secciones para toda la avenida Augusto B Leguía como se observa.

En la figuras 38,39 y 40 se muestra las secciones viales de la intersección II.

Figura 38

CORTE A-A: Sección Vial de la Av. Augusto B. Leguía

Figura 39

CORTE C-C: Sección Vial de la Av. Gustavo Pinto

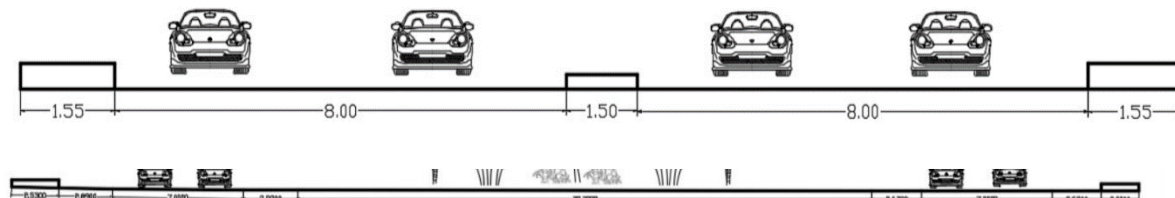


Figura 40

CORTE B-B: Sección Vial de la Av. Gustavo Pinto



4.3.3. Estaciones de conteo

La intersección cuenta con 4 estaciones de conteo 1, 2, 3 y 4:

Estación 1 en Av. Augusto B Leguía sentido oeste a este.

Estación 2 en Av. Gustavo Pinto sentido sur a norte

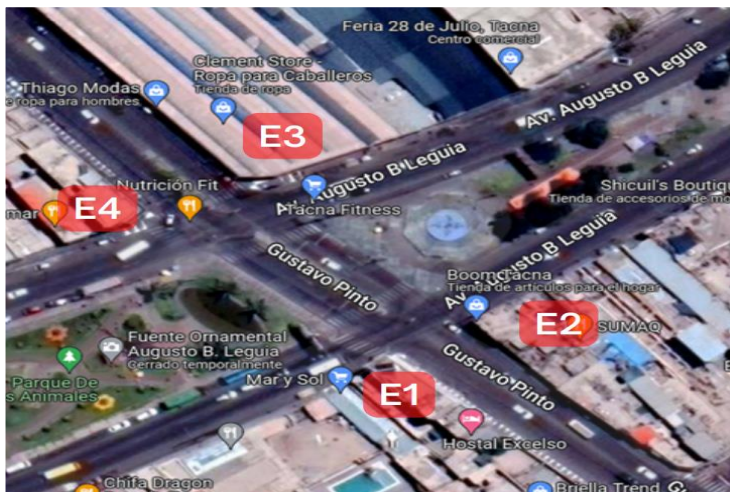
Estación 3 en Av. Augusto B Leguía sentido este a oeste

Estación 4 en Av. Gustavo Pinto sentido norte a sur

Figura 41, se observa la ubicación de cada una de las estaciones en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av Augusto B Leguía.

Figura 41

Identificación de las estaciones en la intersección 2 Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía



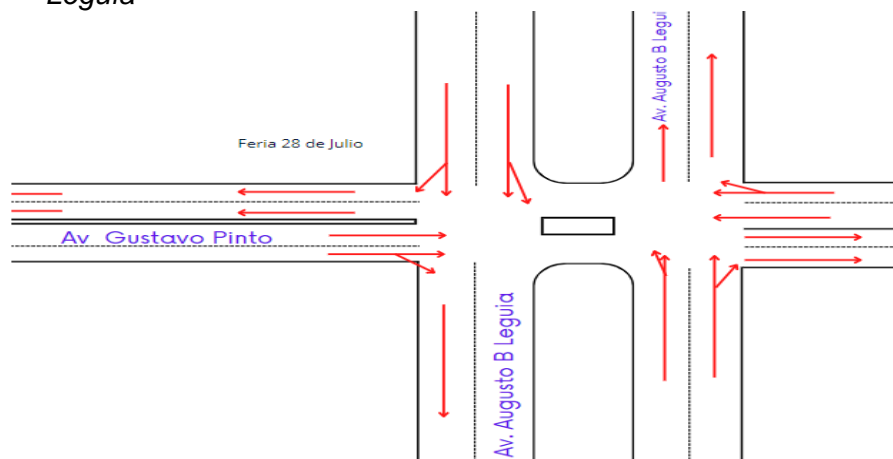
Nota. Fuente: Google Maps

4.3.4. Esquema de carriles y giros

Figura 42, se muestra el esquema de carriles giros en la Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía.

Figura 42

Esquema de carriles y giros de la Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía



Nota. Se la visita a campo se observó los giros los cuales fueron representados en esta imagen

4.3.5. Tiempos de semaforización en la intersección

Figura 43, se muestra el tiempo de semaforización en la intersección 2 .

Figura 43

Tiempo de semaforización en la intersección de Av. Gustavo Pinto- Av. Leguía



Nota. La toma de nota para los tiempos de semaforización fueron recolectados en nuestra visita a campo y se representó por medio de esta figura.

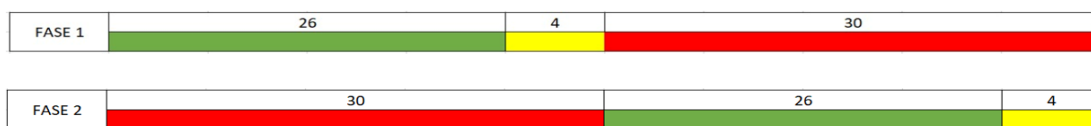
4.3.6. Fases de semaforización

El ciclo semafórico en esta intersección se calcula mediante la suma del tiempo de verde + tiempo de ámbar de todas las fases. Actualmente cuenta con 2 fases, la primera fase se encuentra en el semáforo de la avenida Augusto B Leguía, la segunda fase se encuentra en el semáforo de la avenida Gustavo Pinto.

Figura 44, muestra las fases de semaforización en esta intersección.

Figura 44

Fases de semaforización en la intersección de Av. Gustavo Pinto - Av. Augusto B Leguía



4.3.7. Estación 1:

- Aforo Vehicular:

Tabla 28 , se presenta el conteo vehicular realizado en la estación 1 .

Tabla 28

Conteo Vehicular de la Estación "1" en la intersección de la Av. Gustavo Pinto.

Dia/hora	←		↑		→	
	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)
miércoles 7am hasta 9am	14	56	68	272	14	56
miércoles 12pm hasta 2pm	23	92	87	348	29	116
miércoles 6pm hasta 8pm	16	64	92	368	29	116
Viernes 7am hasta 9am	21	84	78	312	32	128
Viernes 12pm hasta 2pm	13	52	75	300	27	108
Viernes 6pm hasta 8pm	35	140	97	388	41	164
sábado 7am hasta 9am	13	52	69	276	17	68
sábado 12pm hasta 2pm	33	132	74	296	20	80
sábado 6pm hasta 8pm	18	72	113	452	41	164
mayor		140		452		164

- Porcentaje vehículos pesados:

Tabla 29 , se presenta el porcentaje de vehículos pesados en la estación 1.

Tabla 29

*Porcentaje de vehículos pesados de la Estación "1" en la intersección de Av. Gusta Pinto
– Av. Augusto B Leguía*

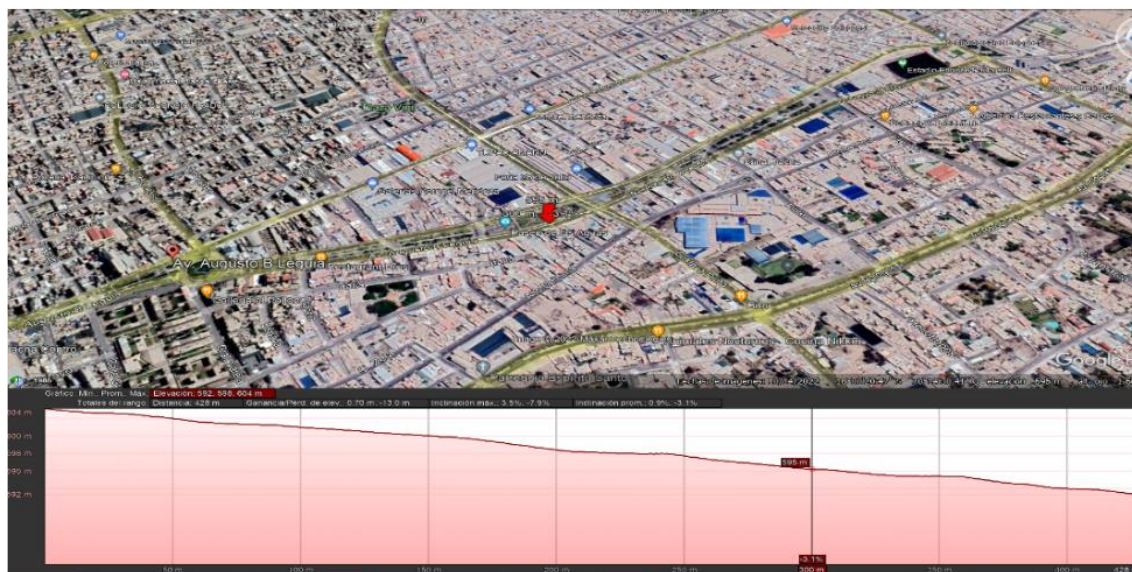
Dia/hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
miércoles 7am hasta 9am	0	3	2
miércoles 12pm hasta 2pm	0	8	9
miércoles hasta 8pm	2	4	9
Viernes 7am hasta 9am	0	1	1
Viernes 12pm hasta 2pm	0	7	8
Viernes 6pm hasta 8pm	5	8	17
sábado 7am hasta 9am	0	2	3
sábado 12pm hasta 2pm	0	1	3
sábado 6pm hasta 8pm	0	4	2
mayor	5	8	17

- Pendiente:

Figura 45, muestra la pendiente de esta estación, se logró obtener mediante el programa Google earth. Siendo esta de 3%

Figura 45

Pendiente en la estación 1 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B. Leguía



Nota. Fuente: Google Earth

- Parámetros de entrada:

Tabla 30 , se observa los parámetros de entrada de la estación 1 .

Tabla 30

Parámetros de entrada de la estación 1 en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía

Tipo de condición		Parámetro	E1
Geométricas		Tipo de área	No CBD
		Número de carriles, N	2
		Ancho promedio de carriles, W (m)	3.5
		Pendiente, G (%)	3
		Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
		Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No

Tabla 30 (continuación)

	Estacionamiento	Si
De Tránsito	Flujo de saturación base, S_o (veh/h)	1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	48
	Transporte Público que paran en la intersección, N_b (vehículos/h)	130
	Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h)	0
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
Semafóricas	Longitud del ciclo, C (s)	60
	Tiempo en verde, G (s)	26
	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y (s)	4
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	4
	Plan de fases	2
	Periodo de análisis, T (h)	0,25

- Determinación del nivel de servicio

Para los siguientes cálculos de usaran la ecuación 33 a la ecuación 50 correspondientemente.

Ancho de carril FW

$$F_W = 1 + \frac{w - 3,6}{9}$$

$$W = 3,5$$

$$F_W = 1 + \frac{3,5 - 3,6}{9}$$

$$F_W = 0,990$$

Vehículos pesados F_{HV}

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

$$\%HV = 30$$

$$E_T = 2,4 \text{ autos/ pesados}$$

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + 4 * (2,4 - 1)}$$

$$F_{HV} = 0,70$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso F_g

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

$\%G = 0$

$$F_g = 1 - \frac{0}{200}$$

$$F_g = 1$$

Factor de ajuste por estacionamiento F_p

$$F_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

$$N = 2$$

$$Nm = 0$$

$$F_p = \frac{2 - 0,1 - \frac{18 * 0}{3600}}{2}$$

$$F_p = 0,950$$

Factor de ajuste por bloqueo de buses F_{bb}

$$F_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * N_b}{3600}}{N}$$

$$N = 2$$

$$N_b = 130$$

$$F_{bb} = \frac{2 - \frac{14,4 * 130}{3600}}{2}$$

$$F_{bb} = 0,740$$

Factor de ajuste tipo de área f_a

$$F_a = 1$$

Factor de ajuste por utilización de carriles F_{LU}

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

El grupo de carriles tiene un carril exclusivo o compartido por lo tanto

$$F_{LU} = 1$$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda f_{LT}

$$F_{Lt} = \frac{1}{1 - 0,05(PLT)}$$

$$PLT = 0.185185185$$

$$F_{Lt} = \frac{1}{1 - 0,05(0,185185185)}$$

$$F_{Lt} = 1,009$$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha f_{RT}

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (P_{RT})$$

$$P_{RT} = 0,216931217$$

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (0,216931217)$$

$$F_{RT} = 0,967$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la izquierda. f_{Lpb}

$$F_{Lpb} = 1 - P_{LT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{LTA})$$

Se anula por no tener carril exclusivo por lo tanto

$$F_{Lpb} = 1$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la derecha.

$$F_{Rpb} = 1 - P_{RT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{RTA})$$

Se anula por tener carril exclusivo por lo tanto

$$F_{Rpb} = 1$$

Determinación de la tasa de flujo de saturación.

$$S_i = S_o * (N) * (F_w) * (F_{HV}) * (F_g) * (F_p) * (F_{bb}) * (F_a) * (F_{LU}) * (F_{LT}) * (F_{RT}) * (F_{Lpb}) * (F_{Rpb})$$

$$S_i = 1900 * 2 * 0,990 * 0,70 * 1 * 0,95 * 0,74 * 1 * 1 * 1,009 * 0,967 * 1 * 1$$

$$S_i = 1806,919$$

- Determinación de la capacidad y la relación volumen a capacidad

Capacidad del acceso C_i

$$C_i = S_i * \left(\frac{G_i}{C}\right)$$

$$S_i = 1806,919$$

$$G_i = 26$$

$$C = 60$$

$$C_i = 1806,919 * \left(\frac{26}{60}\right)$$

$$C_i = 783,00$$

Relación volumen a capacidad (grado de saturación)

$$X_i = \left(\frac{V_i}{C_i}\right)$$

$$V_i = 756$$

$$C_i = 783,00$$

$$X_i = \left(\frac{756}{783,00} \right)$$

$$X_i = 0,97$$

- Determinación de las demoras

Factor de ajuste por coordinación

$$PF = \frac{(1 - P) * F_{RT}}{1 - \left(\frac{g}{c}\right)}$$

$$P = 0,606$$

$$\frac{g}{c} = 0,43$$

$$f_{RT} = 0,667$$

$$PF = \frac{(1 - 0,606) * 0,667}{1 - (0,43)}$$

$$PF = 0,46$$

Demora uniforme.

$$d_1 = \frac{0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left(\min(1, x) * \left(\frac{g}{c}\right)\right)}$$

$$C = 60$$

$$\frac{g}{c} = 0,43$$

$$\min(1, x) = 0,97$$

$$d_1 = \frac{0,5 * 60 * (1 - 0,43)^2}{1 - (0,97 * (0,43))}$$

$$d_1 = 16,56$$

Demora incremental

$$d_2 = 900 * t \left[\left(x - 1 \right) + \sqrt{\left(x - 1 \right)^2 + \frac{8 * k * I * X}{c * T}} \right]$$

$$T = 0,25$$

$$K = 0,5$$

$$I = 1$$

$$X = 0,97$$

$$c = 783,00$$

$$d_2 = 900 * 0,25 \left[\left(0,97 - 1 \right) + \sqrt{\left(0,97 - 1 \right)^2 + \frac{8 * 0,5 * 1 * 0,97}{783,00 * 0,25}} \right]$$

$$d_2 = 24,78$$

Demora por cola inicial.

$$d_3 = \frac{1800 * Qb * (1 + u)^t}{cT}$$

$$T = 0,25$$

$$Qb = 8$$

$$t = 0,004166667$$

$$u = 0$$

$$c = 783,00$$

$$d_3 = \frac{1800 * 8 * (1 + 0)^0}{783,00 * 0,25}$$

$$d_3 = 73,56$$

Determinación de las demoras.

$$d = d_1 * (PF) + d_2 + d_3$$

$$d = 16,56 * 0,46 + 24,78 + 73,56$$

$$PF = 0,46$$

$$d = 106,03$$

- Nivel de servicio del punto de llegada:

Tabla 31, de acuerdo a los cálculos obtenidos se observó que en esta estación le corresponde el nivel de servicio en este punto de llegada es "F"

Tabla 31

Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control

Nivel de servicio	Demora por control (segundo/vehículo)
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

4.3.8. Estación 2:

- Aforo Vehicular:

Tabla 32, se presenta el conteo vehicular en la estación 2 .

Tabla 32

Conteo Vehicular de la Estación “2” en la intersección de la Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía .

Dia/hora	←		↑		→	
	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)
miércoles 7am hasta 9am	0	0	54	216	18	72
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	54	216	20	80
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	56	224	21	84
Viernes 7am hasta 9am	0	0	55	220	20	80
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	61	244	32	128
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	55	220	27	108
sábado 7am hasta 9am	0	0	52	208	09	36
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	57	228	22	88
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	61	244	23	92
mayor		4		244		128

- Porcentaje vehículos pesados:

Tabla 33, muestra el porcentaje de vehículos pesados en la estación 2.

Tabla 33

Porcentaje de vehículos pesados de la Estación “1” en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía

Dia/hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
miércoles 7am hasta 9am	0	1	0
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	0
miércoles hasta 8pm	0	1	0
Viernes 7am hasta 9am	0	1	2
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	3
Viernes 6pm hasta 8pm	0	1	1
sábado 7am hasta 9am	0	0	0
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	2
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	2
mayor	-	1	3

- Pendiente:

Figura 46, la pendiente se obtuvo con el programa Google earth, hallando que tiene una pendiente de 0%

Figura 46

Pendiente en la estación 2 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B. Leguía



Nota. La pendiente se obtuvo por medio del programa Google earth .

- Parámetros de entrada:

Tabla 34 , muestra los parámetros de entrada en la estación 2.

Tabla 34

Parámetros de entrada de la estación 2 en la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía

Tipo de condición	Parámetro	E2
Geométricas	Tipo de área	No CBD
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	6.3
	Pendiente, G (%)	0
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No
	Estacionamiento	No

Tabla 34 (continuación)		1900
De Tránsito	Flujo de saturación base, S_0 (veh/h)	1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	38
	Transporte Público que paran en la intersección, N_b (vehículos/h)	65
	Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h)	0
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
Semafóricas	Longitud del ciclo, C (s)	60
	Tiempo en verde, G (s)	26
	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y (s)	4
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	4
	Plan de fases	1
	Periodo de análisis, T (h)	0,25

- Determinación del nivel de servicio

Para los siguientes cálculos se usaran la ecuación 33 a la ecuación 50 correspondientemente.

Ancho de carril F_W

$$F_W = 1 + \frac{w - 3,6}{9}$$

$$W = 6,3$$

$$F_W = 1 + \frac{6,3 - 3,6}{9}$$

$$F_W = 1,30$$

Vehículos pesados F_{HV}

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

$$\%HV = 4$$

$$E_T = 2,4 \text{ autos/pesados}$$

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + 4 * (2,4 - 1)}$$

$$F_{HV} = 0,950$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso F_g

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

$$\%G = -3$$

$$F_g = 1 - \frac{-3}{200}$$

$$F_g = 1$$

Factor de ajuste por estacionamiento F_p

$$F_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

No presenta estacionamiento, por lo tanto

$$F_p = 1$$

Factor de ajuste por bloqueo de buses F_{bb}

$$F_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * N_b}{3600}}{N}$$

$$N = 2$$

$$N_b = 65$$

$$F_{bb} = \frac{2 - \frac{14,4 * 65}{3600}}{2}$$

$$F_{bb} = 0,870$$

Factor de ajuste tipo de área f_a

$$F_a = 1$$

Factor de ajuste por utilización de carriles F_{LU}

$$F_{LU} = \frac{V_g}{V_g 1 * (N)}$$

El grupo de carriles tiene un carril exclusivo o compartido por lo tanto $F_{LU} = 1$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda f_{LT}

$$F_{Lt} = \frac{1}{1 - 0,05(PLT)}$$

No presenta giros a la izquierda, por lo tanto

$$F_{Lt} = 1$$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha f_{RT}

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (P_{RT})$$

$$P_{RT} = 0,344086022$$

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (0,344086022)$$

$$F_{RT} = 0,948$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la izquierda. f_{Lpb}

$$F_{Lpb} = 1 - P_{LT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{LTA})$$

Se anula por no tener carril exclusivo por lo tanto

$$F_{Lpb} = 1$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la derecha.

$$F_{Rpb} = 1 - P_{RT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{RTA})$$

Se anula por tener carril exclusivo por lo tanto

$$F_{Rpb} = 1$$

Determinación de la tasa de flujo de saturación.

$$S_i = S_o * (N) * (F_w) * (F_{HV}) * (F_g) * (F_p) * (F_{bb}) * (F_a) * (F_{LU}) * (F_{LT}) * (F_{RT}) * (F_{Lpb}) * (F_{Rpb})$$

$$S_i = 1900 * 1 * 1,30 * 0,950 * 1 * 1 * 1 * 0,870 * 1 * 1 * 1 * 1 * 0,948 * 1 * 1$$

$$S_i = 3870,599$$

- Determinación de la capacidad y la relación volumen a capacidad

Capacidad del acceso C_i

$$C_i = S_i * \left(\frac{G_i}{C}\right)$$

$$S_i = 3870,599$$

$$G_i = 26$$

$$C = 60$$

$$C_i = 3870,599 * \left(\frac{26}{60}\right)$$

$$C_i = 1677,26$$

Relación volumen a capacidad (grado de saturación)

$$X_i = \left(\frac{V_i}{C_i}\right)$$

$$V_i = 372$$

$$C_i = 1677,26$$

$$X_i = \left(\frac{372}{1677,26}\right)$$

$$X_i = 0,22$$

- Determinación de las demoras.

Factor de ajuste por coordinación

$$PF = \frac{(1 - P) * F_{RT}}{1 - \left(\frac{g}{c}\right)}$$

$$P = 0,606$$

$$\frac{g}{c} = 0,43$$

$$f_{RT} = 0,667$$

$$PF = \frac{(1 - 0,606) * 0,667}{1 - (0,43)}$$

$$PF = 0,46$$

Demora uniforme.

$$d_1 = \frac{0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left(\min(1, x) * \left(\frac{g}{c}\right)\right)}$$

$$C = 60$$

$$\frac{g}{c} = 0,43$$

$$\min(1, x) = 0,22$$

$$d_1 = \frac{0,5 * 60 * (1 - 0,43)^2}{1 - (0,22 * (0,43))}$$

$$d_1 = 10,66$$

Demora incremental

$$d_2 = 900 * t \left[\left(x - 1 \right) + \sqrt{\left(x - 1 \right)^2 + \frac{8 * k * I * X}{c * T}} \right]$$

$$T = 0,25$$

$$K = 0,5$$

$$I = 1$$

$$X = 0,22$$

$$c = 1677,26$$

$$d_2 = 900 * 0,25 \left[\left(0,22 - 1 \right) + \sqrt{\left(0,22 - 1 \right)^2 + \frac{8 * 0,5 * 1 * 0,22}{1677,26 * 0,25}} \right]$$

$$d_2 = 0,31$$

Demora por cola inicial

$$d_3 = \frac{1800 * Qb * (1 + u)^t}{cT}$$

$$T = 0,25$$

$$Qb = 13$$

$$t = 0,004166667$$

$$u = 0$$

$$c = 1677,26$$

$$d_3 = \frac{1800 * 13 * (1 + 0)^0}{1677,26 * 0,25}$$

$$d_3 = 55,81$$

Determinación de las demoras.

$$d = d_1 * (PF) + d_2 + d_3$$

$$d = 10,66 * 0,46 + 0,31 + 55,81$$

$$PF = 0,46$$

$$d = 61,05$$

- Nivel de servicio del punto de llegada:

Tabla 35 , según el tiempo de demora hallado en esta estación, podemos determinar que su nivel de servicio es "E"

Tabla 35

Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control

Nivel de servicio	Demora por control (segundo/vehículo)
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

4.3.9. Estación 3:

- Aforo Vehicular:

Tabla 36 , se muestra el conteo vehicular realizado en la estación 3 .

Tabla 36

Conteo Vehicular de la Estación “3” en la intersección de la Av. Gustavo Pinto con Av Augusto B Leguía

Dia/hora	←		↑		→	
	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)
miércoles 7am hasta 9am	0	0	116	464	33	132
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	154	616	46	184
miércoles 6pm hasta 8pm	7	28	164	656	34	136
Viernes 7am hasta 9am	0	0	154	616	22	88
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	125	500	51	204
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	169	676	61	244
sábado 7am hasta 9am	0	0	82	328	17	68
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	107	428	27	108
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	157	628	28	112
mayor		28		676		244

- Porcentaje vehículos pesados:

Tabla 37 , se observa el porcentaje de vehículos pesados en estación 3.

Tabla 37

Porcentaje de vehículos pesados de la Estación “3” en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía

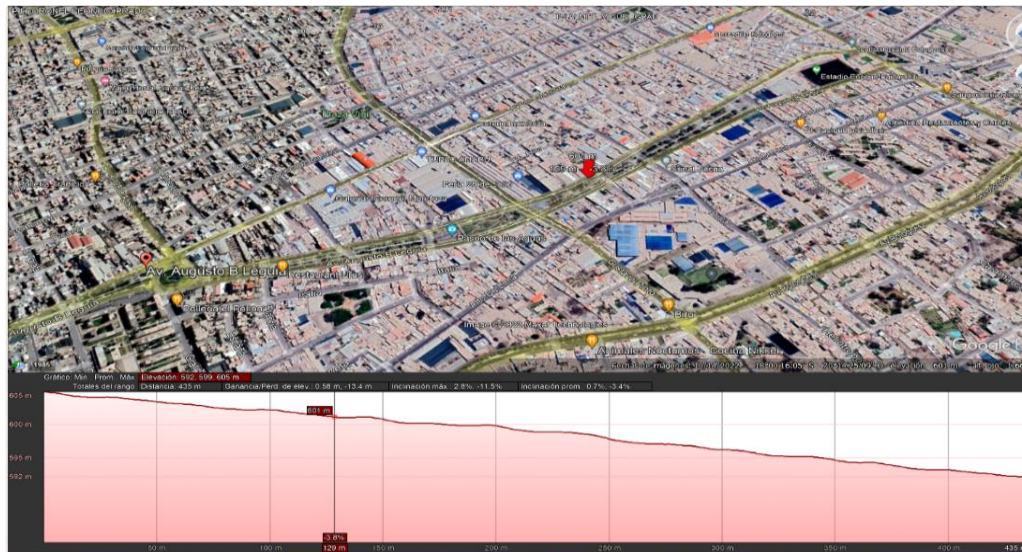
Dia/hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
miércoles 7am hasta 9am	0	1	0
miércoles 12pm hasta 2pm	2	0	0
miércoles hasta 8pm	0	1	0
Viernes 7am hasta 9am	3	1	2
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	3
Viernes 6pm hasta 8pm	1	1	1
sábado 7am hasta 9am	2	0	0
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	2
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	2
mayor	3	1	3

- Pendiente:

Figura 47 ,la pendiente se obtuvo mediante el programa Google earth, teniendo una pendiente de -3%

Figura 47

Pendiente en la estación 3 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B. Leguía



Nota. La pendiente fue tomada con ayuda del programa Google Earth

- Parámetros de entrada:

Tabla 38 , se muestra los parámetros de entrada de la estación 3 .

Tabla 38

Parámetros de entrada de la estación 3 en la intersección Av Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía

Tipo de condición	Parámetro	E3
Geométricas	Tipo de área	No CBD
	Número de carriles, N	2
	Ancho promedio de carriles, W (m)	3.5
	Pendiente, G (%)	-3
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT	No
	Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)	No
	Estacionamiento	Si

De Tránsito	Flujo de saturación base, S_o (veh/h)	1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	35
	Transporte Público que paran en la intersección, N_b (vehículos/h)	115
	Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h)	0
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
Semafóricas	Longitud del ciclo, C (s)	60
	Tiempo en verde, G (s)	26
	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y (s)	4
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	4
	Plan de fases	2
	Periodo de análisis, T (h)	0,25

- Determinación del nivel de servicio:

Para los siguientes cálculos se usaran la ecuación 33 a la ecuación 50 correspondientemente.

Ancho de carril F_W

$$F_W = 1 + \frac{w - 3,6}{9}$$

$$W = 3,5$$

$$F_W = 1 + \frac{3,5 - 3,6}{9}$$

$$F_W = 0,990$$

Vehículos pesados F_{HV}

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

$$\%HV = 7$$

$$E_T = 2,4 \text{ autos/ pesados}$$

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + 7 * (2,4 - 1)}$$

$$F_{HV} = 0,910$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso F_g

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

$$\%G = -3$$

$$F_g = 1 - \frac{-3}{200}$$

$$F_g = 1$$

Factor de ajuste por estacionamiento F_p

$$F_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

No presenta estacionamiento, por lo tanto

$$F_p = 1$$

Factor de ajuste por bloqueo de buses F_{bb}

$$F_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * N_b}{3600}}{N}$$

$$N = 2$$

$$N_b = 115$$

$$F_{bb} = \frac{2 - \frac{14,4 * 115}{3600}}{2}$$

$$F_{bb} = 0,770$$

Factor de ajuste tipo de área f_a

$$F_a = 1$$

Factor de ajuste por utilización de carriles F_{LU}

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

El grupo de carriles tiene un carril exclusivo o compartido por lo tanto $F_{LU} = 1$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda f_{LT}

$$F_{Lt} = \frac{1}{1 - 0,05(PLT)}$$

$$F_{Lt} = \frac{1}{1 - 0,05(0,029535865)}$$

$$F_{Lt} = 1,001$$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha f_{RT}

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (P_{RT})$$

$$P_{RT} = 0,257383966$$

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (0,257383966)$$

$$F_{RT} = 0,961$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la izquierda. f_{Lpb}

$$F_{Lpb} = 1 - P_{LT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{LTA})$$

Se anula por no tener carril exclusivo por lo tanto

$$F_{Lpb} = 1$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la derecha.

$$F_{Rpb} = 1 - P_{RT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{RTA})$$

Se anula por tener carril exclusivo por lo tanto

$$F_{Rpb} = 1$$

Determinación de la tasa de flujo de saturación.

$$S_i = S_o * (N) * (F_w) * (F_{HV}) * (F_g) * (F_p) * (F_{bb}) * (F_a) * (F_{LU}) * (F_{LT}) * (F_{RT}) * (F_{Lpb}) * (F_{Rpb})$$

$$S_i = 1900 * 2 * 0,990 * 0,910 * 1 * 1 * 0,770 * 1 * 1 * 1,001 * 0,961 * 1 * 1$$

$$S_i = 2536,975$$

- Determinación de la capacidad y la relación volumen a capacidad

Capacidad del acceso C_i

$$C_i = S_i * \left(\frac{G_i}{C}\right)$$

$$S_i = 2536,975$$

$$G_i = 26$$

$$C = 60$$

$$C_i = 2536,975 * \left(\frac{26}{60}\right)$$

$$C_i = 1099,36$$

Relación volumen a capacidad (grado de saturación)

$$X_i = \left(\frac{V_i}{C_i}\right)$$

$$V_i = 948$$

$$C_i = 1099,36$$

$$X_i = \left(\frac{948}{1099,36} \right)$$

$$X_i = \mathbf{0,86}$$

- Determinación de las demoras.

Factor de ajuste por coordinación

$$PF = \frac{(1 - P) * F_{RT}}{1 - \left(\frac{g}{c}\right)}$$

$$P = 0,606$$

$$\frac{g}{c} = 0,43$$

$$f_{RT} = 0,667$$

$$PF = \frac{(1 - 0,606) * 0,667}{1 - (0,43)}$$

$$PF = \mathbf{0,46}$$

Demora uniforme.

$$d_1 = \frac{0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left(\min(1, x) * \left(\frac{g}{c}\right)\right)}$$

$$C = 60$$

$$\frac{g}{c} = 0,43$$

$$\min(1, x) = 0,86$$

$$d_1 = \frac{0,5 * 60 * (1 - 0,43)^2}{1 - (0,86 * (0,43))}$$

$$d_1 = \mathbf{15,38}$$

Demora incremental

$$d_2 = 900 * t \left[\left(x - 1 \right) + \sqrt{\left(x - 1 \right)^2 + \frac{8 * k * I * X}{c * T}} \right]$$

$$T = 0,25$$

$$K = 0,5$$

$$I = 1$$

$$X = 0,86$$

$$c = 1099,36$$

$$d_2 = 900 * 0,25 \left[\left(0,86 - 1 \right) + \sqrt{\left(0,86 - 1 \right)^2 + \frac{8 * 0,5 * 1 * 0,86}{1099,36 * 0,25}} \right]$$

$$d_2 = 8,96$$

Demora por cola inicial.

$$d_3 = \frac{1800 * Qb * (1 + u)^t}{cT}$$

$$T = 0,25$$

$$Qb = 13$$

$$t = 0,004166667$$

$$u = 0$$

$$c = 1099,36$$

$$d_3 = \frac{1800 * 13 * (1 + 0)^0}{1099,36 * 0,25}$$

$$d_3 = 85,14$$

Determinación de las demoras

$$d = d_1 * (PF) + d_2 + d_3$$

$$d = 15,38 * 0,46 + 8,86 + 85,14$$

$$PF = 0,46$$

$$d = 101,23$$

- Nivel de servicio del acceso:

Tabla 39 , según el tiempo de demora hallado en esta estación podemos determinar que su nivel de servicio es equivalente a " F".

Tabla 39

Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control

Nivel de servicio	Demora por control (segundo/vehículo)
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

4.3.10. Estación 4:

- Aforo Vehicular:

Tabla 40 , se muestra el conteo vehicular que se realizó en la estación 4 .

Tabla 40

Conteo Vehicular de la Estación "4" en la intersección de la Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía.

Dia/hora	←		↑		→	
	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)	Aforo (15min)	(vph)
miércoles 7am hasta 9am	0	0	41	164	7	28
miércoles 12pm hasta 2pm	0	0	44	176	29	116
miércoles 6pm hasta 8pm	0	0	42	168	24	96
Viernes 7am hasta 9am	0	0	44	176	08	32
Viernes 12pm hasta 2pm	0	0	47	188	29	116
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	52	208	9	36
sábado 7am hasta 9am	0	0	24	96	8	32
sábado 12pm hasta 2pm	0	0	45	180	17	68
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	39	156	08	32
mayor		0		208		116

- *Porcentaje vehículos pesados:*

Tabla 41 , se muestra el porcentaje de vehículos pesados.

Tabla 41

Porcentaje de vehículos pesados de la Estación "4" en la intersección de Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía

Dia/hora	Izquierda (%)	Directo (%)	Derecha (%)
miércoles 7am hasta 9am	0	1	3
miércoles 12pm hasta 2pm	0	2	2
miércoles hasta 8pm	0	1	3
Viernes 7am hasta 9am	0	0	0
Viernes 12pm hasta 2pm	0	2	2
Viernes 6pm hasta 8pm	0	0	0
sábado 7am hasta 9am	0	1	0
sábado 12pm hasta 2pm	0	2	0
sábado 6pm hasta 8pm	0	0	0
mayor	-	2	3

- Pendiente:

Figura 48, se muestra la pendiente que se obtuvo con ayuda del programa Google earth y se determinó que tiene una pendiente de 3%

Figura 48

Pendiente en la estación 4 de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B. Leguía



Nota. La pendiente se obtuvo mediante el programa Google Earth

- Parámetros de entrada:

Tabla 42 , se observa los parámetros de entrada en la estación 4.

Tabla 42

Parámetros de entrada de la estación 4 en la intersección Av Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía

Tipo de condición		Parámetro	E4
Geométricas	Tipo de área		No CBD
	Número de carriles, N		1
	Ancho promedio de carriles, W (m)		3.06
	Pendiente, G (%)		3
	Existencia de carriles exclusivos, LT o RT		No
	Extensión de bahías, LT o RT, Ls (m)		No

Tabla 42 (continuación)

	Estacionamiento	Si
De Tránsito	Flujo de saturación base, S_o (veh/h)	1900
	Flujo peatonal en el acceso (peatones/h)	43
	Transporte Público que paran en la intersección, N_b (vehículos/h)	0
	Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h)	0
	Velocidad de aproximación, (km/h)	40
Semafóricas	Longitud del ciclo, C (s)	89
	Tiempo en verde, G (s)	24
	Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, entre verde, Y (s)	3
	Operación accionada o prefija	No
	Botón peatonal	0
	Verde mínimo peatonal, (s)	3
	Plan de fases	2
Periodo de análisis, T (h)	0,25	

- Determinación del nivel de servicio

Para los siguientes cálculos de usaran la ecuación 33 a la ecuación 50 correspondientemente.

Ancho de carril F_W

$$F_W = 1 + \frac{w - 3,6}{9}$$

$$W = 4$$

$$F_W = 1 + \frac{4 - 3,6}{9}$$

$$F_W = 1,040$$

Vehículos pesados F_{HV}

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

$$\%HV = 5$$

$$E_T = 2,4 \text{ autos/ pesados}$$

$$F_{HV} = \frac{100}{100 + 5 * (2,4 - 1)}$$

$$F_{HV} = 0,930$$

Factor de ajuste por pendiente de acceso F_g

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

$$\%G = 0$$

$$F_g = 1 - \frac{0}{200}$$

$$F_g = 1$$

Factor de ajuste por estacionamiento F_p

$$F_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18 * Nm}{3600}}{N}$$

No presenta estacionamiento por lo tanto

$$F_p = 1$$

Factor de ajuste por bloqueo de buses F_{bb}

$$F_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 * N_b}{3600}}{N}$$

$$N = 2$$

$$N_b = 75$$

$$F_{bb} = \frac{2 - \frac{14,4 * 75}{3600}}{2}$$

$$F_{bb} = 0,850$$

Factor de ajuste tipo de área f_a

$$F_a = 1$$

Factor de ajuste por utilización de carriles F_{LU}

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

El grupo de carriles tiene un carril exclusivo o compartido por lo tanto $F_{LU} = 1$

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda f_{LT}

$$F_{Lt} = \frac{1}{1 - 0,05(PLT)}$$

No presenta giros a la izquierda, por lo tanto

$$F_{Lt} = 1$$

Factor de ajuste por vueltas a la derecha f_{RT}

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (P_{RT})$$

$$P_{RT} = 0,358024691$$

$$F_{RT} = 1 - 0,15 * (0,358024691)$$

$$F_{RT} = 0,946$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la izquierda. f_{Lpb}

$$F_{Lpb} = 1 - P_{LT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{LTA})$$

Se anula por no tener carril exclusivo por lo tanto

$$F_{Lpb} = 1$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vuelta a la derecha.

$$F_{Rpb} = 1 - P_{RT} * (1 - A_{pbt}) * (1 - P_{RTA})$$

Se anula por tener carril exclusivo por lo tanto

$$F_{Rpb} = 1$$

Determinación de la tasa de flujo de saturación.

$$S_i = S_o * (N) * (F_w) * (F_{HV}) * (F_g) * (F_p) * (F_{bb}) * (F_a) * (F_{LU}) * (F_{LT}) * (F_{RT}) * (F_{Lpb}) * (F_{Rpb})$$

$$S_i = 1900 * 2 * 1,040 * 0,930 * 1 * 1 * 0,850 * 1 * 1 * 1 * 0,946 * 1 * 1$$

$$S_i = 2955,357$$

- Determinación de la capacidad y la relación volumen a capacidad:

Capacidad del acceso C_i

$$C_i = S_i * \left(\frac{G_i}{C}\right)$$

$$S_i = 2955,357$$

$$G_i = 26$$

$$C = 60$$

$$C_i = 2955,357 * \left(\frac{26}{60}\right)$$

$$C_i = 1280,65$$

Relación volumen a capacidad (grado de saturación)

$$X_i = \left(\frac{V_i}{C_i}\right)$$

$$V_i = 324$$

$$C_i = 1280,65$$

$$X_i = \left(\frac{324}{1280,65} \right)$$

$$X_i = 0,25$$

- Determinación de las demoras:

Factor de ajuste por coordinación

$$PF = \frac{(1 - P) * F_{RT}}{1 - \left(\frac{g}{c}\right)}$$

$$P = 0,606$$

$$\frac{g}{c} = 0,43$$

$$f_{RT} = 0,667$$

$$PF = \frac{(1 - 0,606) * 0,667}{1 - (0,43)}$$

$$PF = 0,46$$

Demora uniforme.

$$d_1 = \frac{0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{c}\right)^2}{1 - \left(\min(1, x) * \left(\frac{g}{c}\right)\right)}$$

$$C = 60$$

$$\frac{g}{c} = 0,43$$

$$\min(1, x) = 0,25$$

$$d_1 = \frac{0,5 * 60 * (1 - 0,43)^2}{1 - (0,25 * (0,43))}$$

$$d_1 = 10,82$$

Demora incremental

$$d_2 = 900 * t \left[\left(x - 1 \right) + \sqrt{\left(x - 1 \right)^2 + \frac{8 * k * I * X}{c * T}} \right]$$

$$T = 0,25$$

$$K = 0,5$$

$$I = 1$$

$$X = 0,25$$

$$c = 1280,75$$

$$d_2 = 900 * 0,25 \left[\left(0,25 - 1 \right) + \sqrt{\left(0,25 - 1 \right)^2 + \frac{8 * 0,5 * 1 * 0,25}{1280,75 * 0,25}} \right]$$

$$d_2 = 0,48$$

Demora por cola inicial.

$$d_3 = \frac{1800 * Qb * (1 + u)^t}{cT}$$

$$T = 0,25$$

$$Qb = 13$$

$$t = 0,004166667$$

$$u = 0$$

$$c = 1280,65$$

$$d_3 = \frac{1800 * 13 * (1 + 0)^0}{1280,65 * 0,25}$$

$$d_3 = 73,09$$

Determinación de las demoras.

$$d = d_1 * (PF) + d_2 + d_3$$

$$d = 10,82 * 0,46 + 0,48 + 73,09$$

$$PF = 0,46$$

$$d = 78,58$$

- Nivel de servicio del punto llegada:

Tabla 43, según el tiempo de demora hallado del acceso se puede decir que su nivel de servicio es equivalente a "E".

Tabla 43

Nivel de servicio de acuerdo a la demora por control

Nivel de servicio	Demora por control (segundo/vehículo)
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

4.3.11. Nivel de servicio actual de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av Augusto B Leguía

Tabla 44 , se observa el nivel de servicio actual que cuenta la intersección en la Av. Gustavo pinto con Av. Leguia

Tabla 44

Tasa de flujo de saturación de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía

Parámetro	E1	E2	E3	E4
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN				
Flujo de saturación base, S_o (veh/h)	1900	1900	1900	1900
Número de carriles, N	2	2	2	2
Ancho promedio de carriles, W (m)	3.5	6.3	3.5	4
Factor de ajuste por ancho de carriles, f_w	0.99	1.30	0.990	1,040
Porcentaje de vehículos pesados, %HV	30	4	7	5
Equivalente en vehículos livianos, E_t	2,4	2,4	2,4	2,4
Factor de ajuste por vehículos pesados, F_{HV}	0,70	0,950	0,910	0,930
Pendiente en el grupo de carriles, %G	0	-3	-3	0
Factor de ajuste por pendiente, f_g	1,000	1,000	1,000	1,000
Estacionamiento	Si	No	Si	No
Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h)	0	0	0	0
Factor de ajuste por estacionamiento, f_p	0,950	1,000	1,000	1,000
Transporte Público que paran en la intersección, N_b (vehículos/h)	130	65	115	75
Factor de ajuste por bloqueo de buses, f_{bb}	0,740	0.870	0,770	0.850
Tipo de área	No CBD	No CBD	No CBD	No CBD
Factor de ajuste por tipo de área, f_a	1,000	1,000	1,000	1,000
Carril exclusivo	No	No	No	No
Factor de ajuste por utilización de carril, f_{LU}	1,000	1,000	1,000	1,000
Proporción de vueltas a la izquierda en el acceso, PLT	0,185	0	0,029	0
Factor de ajuste por giro a la izquierda, f_{LT}	1,009	1,000	1,001	1,00
Proporción de vueltas a la derecha en el acceso, PRT	0,217	0,344	0,257	0,358
Factor de ajuste por giro a la derecha, f_{RT}	0.967	0,948	0.961	0,946
Factor de ajuste por peatones para giros a la Izquierda, f_{Lpb}	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por peatones para giros a la derecha, f_{Rpb}	1,000	1,000	1,000	1,000
Flujo de Saturación Ajustado, s (veh/h)	1806.919	3870,599	2536,975	2955,357
$S = S_o * N * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$				

Tabla 45, detalla el nivel de servicio de cada una de las estaciones en esta intersección.

Tabla 45

Nivel de servicio de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto – Av Augusto B Leguía.

Parámetro	E1	E2	E3	E4
NIVEL DE SERVICIO				
Velocidad de aproximación, (km/h)	40	40	40	40
Plan de fases	2	1	2	1
Longitud del ciclo, C (s)	60	60	60	60
Tiempo en verde, G (s)	26	26	26	26
Verde mínimo peatonal, (s)	4	4	4	4
Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, Y(s)	4	4	4	4
Capacidad del acceso, Ci	583.06	1677,26	1099.36	1280.65
Tasa de flujo actual o proyectado, Vi	372	372	948	324
Relación volumen/capacidad (Grado de Saturación), Xi	0,64	0,22	0,86	0,25
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0,606	0,606	0,606	0,606
Factor de ajuste suplementario, frt	0,667	0,667	0,667	0,667
Proporción de verde, g/C	0,433	0,433	0,433	0,433
Factor de ajuste por coordinación, PF	0,46	0,46	0,46	0,46
Valor min (1, X)	0,97	0,22	0,86	0,25
Demora uniforme, d1	16,56	10,66	15,38	10,82
Periodo de análisis, T (h)	0,25	0,25	0,25	0,25
Operación accionada o prefija	No	No	No	No
Botón peatonal	No	No	No	No
Factor de demora incremental (prefijada), k	0,5	0,5	0,5	0,5
Factor de ajuste para entradas, l	1,00	1,00	1,00	1,00
Demora incremental, d2	24,78	0,31	8,96	0,68
Cola inicial al principio del periodo T(veh), Qb	8	13	13	13
Duración de demanda insatisfecha (h), t	0,004	0,004	0,004	0,004
Parámetro de demora, si $t < T$, $u=0$	0,00	0,00	0,00	0,00
Demora de cola inicial, d3	73.56	55.81	85,14	73.09
Demora total del acceso, d (s)	106,03	61.05	101.23	78.58
Nivel de servicio individual de cada acceso	F	E	F	E

4.4. Propuesta de solución para intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza

4.4.1. Aumento de carriles:

Para mejorar el nivel de servicio de la intersección se optará por lo siguiente:

- **Estación 1:** No sufrirá cambios debido a que no cuenta con el espacio requerido para poder ampliar el carril.
- **Estación 2:** Incrementar a 2 el número de carriles en el acceso. De igual manera se va a disminuir el ancho de carril de 3,72 m a 3,60 m.
- **Estación 3:** No sufrirá cambios debido a que no cuenta con el espacio requerido para poder ampliar el carril.
- **Estación 4:** Se mantendrá un solo carril con la diferencia que el ancho aumentará de 3,06m a 3,60m, ya que se realizará una disminución del estacionamiento a 1,50m

Tabla 46 , se presenta un cuadro comparativo del número de carriles y ancho de carriles en todas las estaciones .

Tabla 46

Comparación N. a de carriles y ancho de carril, situación actual – propuesta para la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza.

	Nro de carriles		Ancho de carril (m)	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
E1	2	2	4,00	4,00
E2	1	2	3,72	3.60
E3	2	2	2,91	2,91
E4	1	1	3,06	3,60

4.4.2. Sección transversal de la propuesta:

En la figura 49 y 50 se muestra la propuesta de la sección vial en la intersección.

Figura 49

Propuesta de la sección Vial A-A en la intersección de Av. Gustavo Pinto. - Av. coronel Mendoza.



Figura 50

Propuesta de la sección Vial C-C en la intersección de Av. Gustavo Pinto. - Av. coronel Mendoza.



4.4.3. Cambio de fases y modificación en los tiempos de semáforo:

Tabla 47 ,el acceso contara con dos fases de semáforo para garantizar una mejor distribución de tiempo

Tabla 47

Comparación N.ª de fases, situación actual – propuesta para la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza.

	Plan de fases	
	Actual	Propuesto
E1	3	2
E2	1	1
E3	3	2
E4	1	1

4.4.4. Semaforización propuesta Av. Gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza

Tabla 48, se realizó una tabla en donde se hace una comparación de los tiempos semaforicos

Tabla 48

Comparación tiempos de semáforo, situación actual – propuesta para la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza.

	Verde		Ámbar		Rojo	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
E1	40	18	03	03	46	21
E2	24	18	03	03	62	21
E3	40	18	03	03	46	21
E4	24	18	03	03	62	21

Figura 51, se muestra los nuevos tiempos de semaforización.

Figura 51

Semaforización propuesta Av. gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza.



4.4.5. Tipo de condición: De Tránsito

Se coordinará con la Policía de Tránsito el orden de los flujos vehiculares con las entidades correspondientes MPT para que se instalen señalética vertical donde indiquen que está prohibido que el transporte pare en las intersecciones bajo pena de multa .

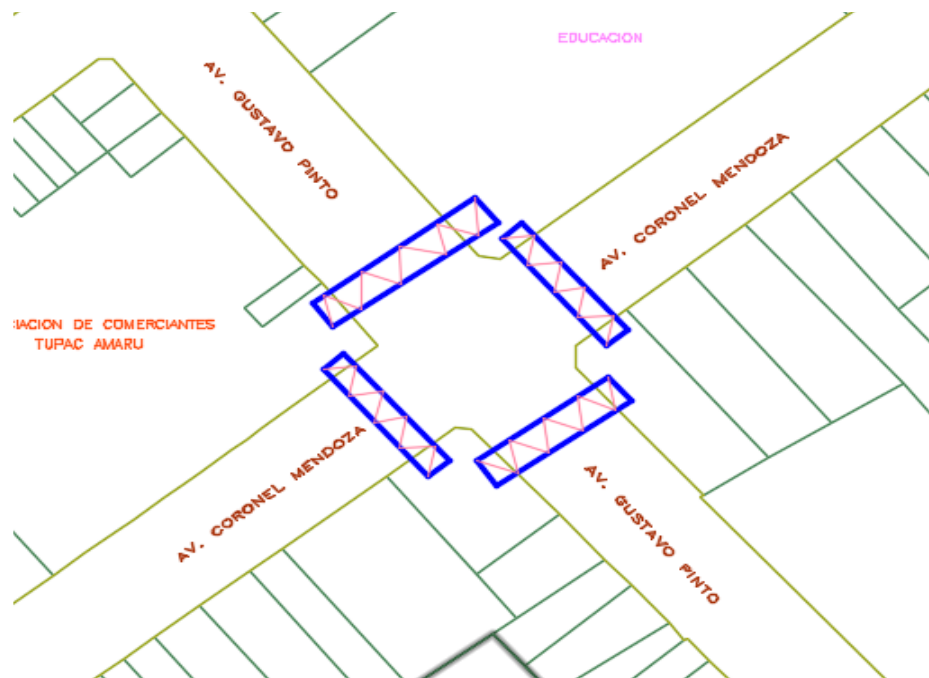
4.4.6. Propuesta de Puente peatonal:

El objetivo de la presente propuesta es realizar 4 puentes peatonales para cada acceso lo cual no va a dificultar el tránsito de peatones y así se pueda optimizar el flujo vehicular al igual que se le garantiza a los peatones su seguridad al dar uso a los puentes peatonales.

Figuras 52 y 53 muestra la ubicación y vista lateral del puente peatonal propuesto para la mejor vial de esta intersección.

Figura 52

Propuesta de los puentes peatonales en la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Coronel Mendoza.



Nota. Se realizarán 4 puentes peatonales como se muestra en la figura de elaboración propia

Figura 53

Vista lateral del puente peatonal

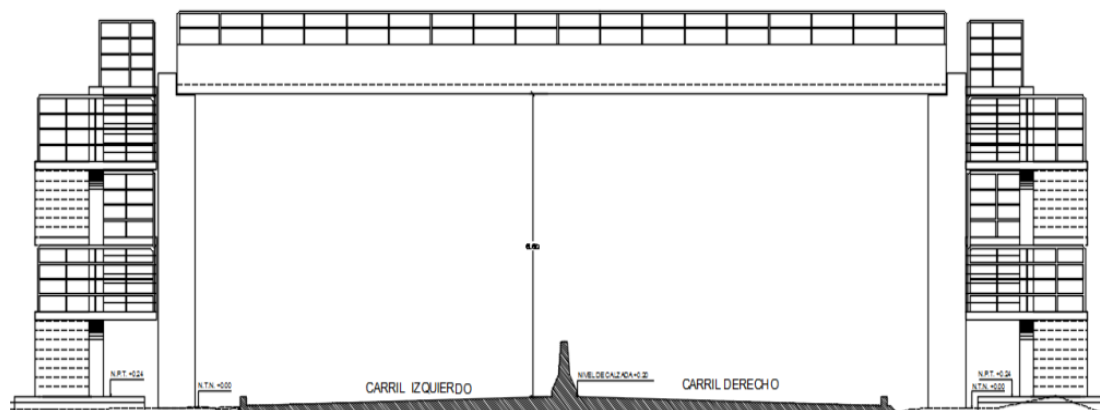


Tabla 49, se presenta la tasa de flujo de saturación de cada uno de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Coronel Mendoza para la mejora vial.

Tabla 49

Tasa de flujo de saturación de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Coronel Mendoza.

Parámetro	E1	E2	E3	E4
TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN				
Flujo de saturación base, S_0 (veh/h)	1900	1900	1900	1900
Número de carriles, N	2	2	2	1
Ancho promedio de carriles, W (m)	4	3,60	2,91	3,60
Factor de ajuste por ancho de carriles, fw	1,040	1,000	0,920	1
Porcentaje de vehículos pesados, %HV	0	0	0	0
Equivalente en vehículos livianos, Et	2,4	2,4	2,4	2,4
Factor de ajuste por vehículos pesados, FHV	1,000	1,000	1,000	1,000
Pendiente en el grupo de carriles, %G	0	-3	0	3
Factor de ajuste por pendiente, fg	1,000	1,000	1,000	1,000
Estacionamiento	No	Si	No	Si
Actividad de estacionamiento, Nm (maniobras/h)	0	0	0	0
Factor de ajuste por estacionamiento, fp	1,000	0,950	1,000	0,900
Transporte Público que paran en la intersección, Nb (vehículos/h)	10	4	8	0
Factor de ajuste por bloqueo de buses, fbb	0,990	0,992	0,984	1,000
Tipo de área	No CBD	No CBD	No CBD	No CBD
Factor de ajuste por tipo de área, fa	1,000	1,000	1,000	1,000
Carril exclusivo	No	No	No	No
Factor de ajuste por utilización de carril, fLU	1,000	1,000	1,000	1,000
Proporción de vueltas a la izquierda en el acceso, PLT	0,000	0,000	0,000	0,000
Factor de ajuste por giro a la izquierda, fLT	1,000	1,000	1,000	1,00
Proporción de vueltas a la derecha en el acceso, PRT	0,222	0,344	0,265	0,358
Factor de ajuste por giro a la derecha, fRT	0,967	0,948	0,960	0,946
Factor de ajuste por peatones para giros a la izquierda, fLpb	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por peatones para giros a la derecha, fRpb	1,000	1,000	1,000	1,000
Flujo de Saturación Ajustado, s (veh/h)	3783,368	3394,902	3302,461	1617,660
$S = S_0 * N * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$				

Tabla 50, se presenta un cuadro resumen de cada uno de los cálculos realizados y los niveles de servicio para la propuesta de mejor de la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Coronel Mendoza.

Tabla 50

Nivel de servicio de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Coronel Mendoza.

NIVEL DE SERVICIO				
Velocidad de aproximación, (km/h)	40	40	40	40
Plan de fases	2	1	2	1
Longitud del ciclo, C (s)	42	42	42	42
Tiempo en verde, G (s)	18	18	18	18
Verde mínimo peatonal, (s)	3	3	3	3
Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, Y(s)	3	3	3	3
Capacidad del acceso, Ci	1621.44	145.96	1415.34	693.28
Tasa de flujo actual o proyectado, Vi	1080	372	920	324
Relación volumen/capacidad (Grado de Saturación), Xi	0,67	0,26	0,65	0,47
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0,606	0,606	0,606	0,606
Factor de ajuste suplementario, fRT	6,667	6,667	6,667	6,667
Proporción de verde, g/C	0,429	0,429	0,429	0,429
Factor de ajuste por coordinación, PF	0,46	0,46	0,46	0,46
Valor min(1,X)	0,67	0,29	0,65	0,47
Demora uniforme, d1	9,60	7,70	9,51	8,57
Periodo de análisis, T (h)	0,25	0,25	0,25	0,25
Operación accionada o prefija	No	No	No	No
Botón peatonal	No	No	No	No
Factor de demora incremental (prefijada), k	0,5	0,5	0,5	0,5
Factor de ajuste para entradas, l	1,00	1,00	1,00	1,00
Demora incremental, d2	2,18	0,42	2,33	2,26
Cola inicial al principio del periodo T(veh), Qb	5	5	5	5
Duración de demanda insatisfecha (h), t	0,004	0,004	0,004	0,0004
Parámetro de demora, si t<T, u=0	0,00	0,00	0,00	0,00
Demora de cola inicial, d3	22,00	24,74	25,44	51,93
Demora total del acceso, d	28,80	28,71	32,13	58,13
Nivel de servicio individual por acceso	C	C	C	E

4.5. Propuesta de solución para a intersección Av. Gustavo Pinto con Av. Augusto B Leguía.

4.5.1. Aumento de carriles:

La primera propuesta de mejora realizada para mejorar el nivel de servicio de esta intersección es aumentar un carril, en dirección de Bajada y Subida de la Av. Augusto Leguía, debido a la alta afluencia de vehículos. Según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas del ICG, en el que se indica que, si es una vía arterial, el carril mínimo debe ser entre 2,50 m, es así que se propone aumentar un carril siendo esta de 3 carriles, para poder recalcular y tener nuevas tasas de flujo y determinación de demoras para saber el nivel de servicio.

Para mejorar el nivel de servicio de la intersección se optará por lo siguiente:

- Estación 1: Incrementar a 3 el número de carriles en el acceso. De igual manera se va a disminuir el ancho de carril de 3,5 m a 3,30
- Estación 2: No sufrirá cambios debido a que no cuenta con el espacio requerido para poder ampliar el carril.
- Estación 3: Incrementar a 3 el número de carriles en el acceso. De igual manera se va a disminuir el ancho de carril de 3,5 m a 3,30 m.
- Estación 4: No sufrirá cambios debido a que no cuenta con el espacio requerido para poder ampliar el carril.

Tabla 51, se presenta la comparación de número de carriles y ancho de carriles para cada una de las estaciones.

Tabla 51

Comparación N.º de carriles y ancho de carril, situación actual – propuesta para la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía.

	N.º de carriles		Ancho de carril (m)	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
E1	2	3	3,05	3,30
E2	2	2	6,03	6,03
E3	2	3	3,05	3,30
E4	2	2	4,00	4,00

En la figura 54, se muestra la propuesta vial , donde se observa el aumento de 3 carriles de subida y de bajada ubicados en la Av. Augusto B Leguía

Figura 54

Propuesta Vial A-A en la intersección de Av. Gustavo Pinto. - Av. Augusto B. Leguía.



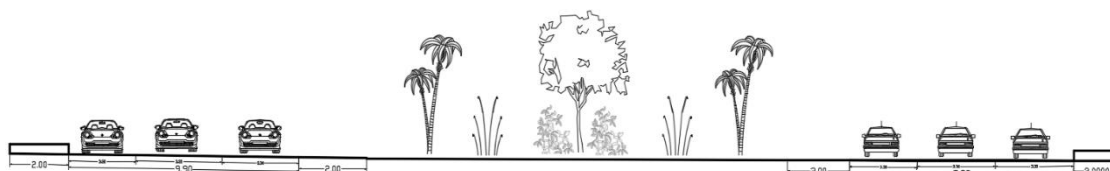
Nota. Se muestra la propuesta de 3 carriles de subida y de bajada en la avenida Augusto B Leguía

4.5.2. Sección transversal de la propuesta

En la figura 55 se observa la propuesta de mejora vial , aumento de carriles de la intersección de Av. Gustavo Pinto.- Av. Augusto B. Leguía

Figura 55

Propuesta del aumento de carriles en la intersección de Av. Gustavo Pinto.- Av. Augusto B. Leguía



4.5.3. Modificación en los tiempos de semáforo

Los tiempos semafóricos fueron modificados, teniendo un ciclo semafórico de 42 segundos, reduciendo así a un segundo el tiempo de ámbar en todas las estaciones, y de igual manera reduciendo el tiempo de verde y el rojo en todas las estaciones de esta intersección.

Tabla 52, se presenta una comparación de los tiempos semafóricos entre el situacional y la propuesta de mejora.

Tabla 52

Comparación tiempos de semáforo, situación actual – propuesta para la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía.

	Verde		Ámbar		Rojo	
	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto	Actual	Propuesto
E1	26	18	04	03	30	21
E2	26	18	04	03	30	21
E3	26	18	04	03	30	21
E4	26	18	04	03	30	21

4.5.4. Semaforización propuesta Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía

Figura 56

Semaforización propuesta Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía.



Figura 56 , se

presenta los tiempos de semaforización en las 4 **Tipo de condición: De Tránsito**

Se coordinará con la Policía de Tránsito el orden de los flujos vehiculares con las entidades correspondientes MPT para que se instalen señaléticas verticales donde indiquen que está prohibido que el transporte pare en las intersecciones bajo pena de multa

4.5.5. Restricción de los giros

Para la nueva semaforización planteada es necesario eliminar los giros de la izquierda correspondientes al acceso 1 y acceso 3. Es por ello que los vehículos tendrán que optar por tomar alguna ruta alternativa.

4.5.6. Propuesta de puente peatonal

El objetivo de la presente propuesta es realizar 6 puentes peatonales para cada acceso lo cual no va a dificultar el tránsito de peatones y así se pueda optimizar el flujo vehicular al igual que se le garantiza a los peatones su seguridad al dar uso a los puentes peatonales.

Figura 57 y 58 se muestra la propuesta del puente peatonal.

Figura 57

Propuesta de puente peatonal en la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía

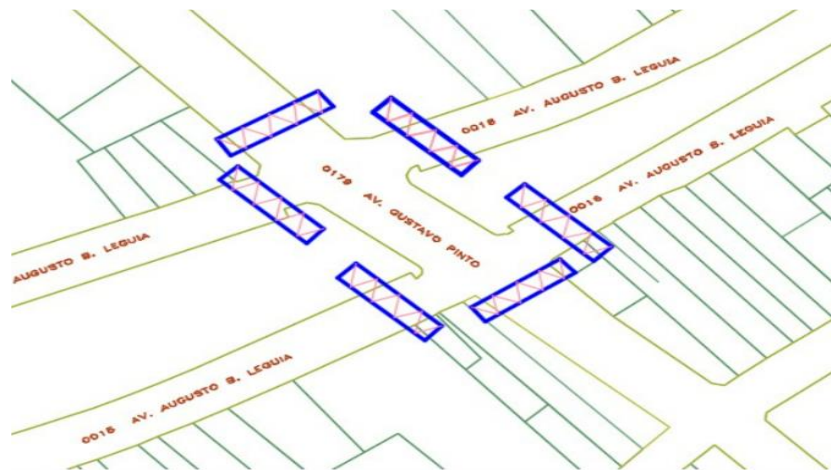
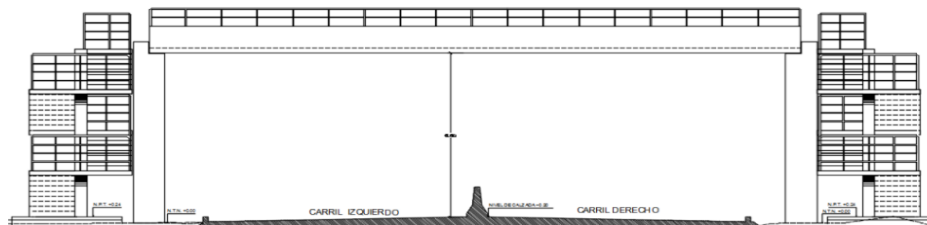


Figura 58

Vista lateral del puente peatonal



Nota. Esta será solo una propuesta de la vista lateral del puente peatonal, mas no se tomará en cuenta medidas.

Tabla 53 muestra una tabla resumen de las 4 estaciones de esta intersección y su tasa de flujo de saturación respectivamente.

Tabla 53

Tasa de flujo de saturación de los accesos de la Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía.

Parámetro	E1	E2	E3	E4
TASA DE FLUJO DE SATURACION				
Flujo de saturación base, S_0 (veh/h)	1900	1900	1900	1900
Número de carriles, N	3	2	3	2
Ancho promedio de carriles, W (m)	3,30	6,3	3,30	4,00
Factor de ajuste por ancho de carriles, f_w	0,970	1,300	0,970	1,040
Porcentaje de vehículos pesados, %HV	30,00	0	4	0
Equivalente en vehículos livianos, E_t	2,4	2,4	2,4	2,4
Factor de ajuste por vehículos pesados, FHV	0,700	1,000	0,950	1,000
Pendiente en el grupo de carriles, %G	3	-3	-3	0
Factor de ajuste por pendiente, f_g	1,00	1,00	1,00	1,00
Estacionamiento	Si	No	No	No
Actividad de estacionamiento, N_m (maniobras/h)	0	0	0	0
Factor de ajuste por estacionamiento, f_p	0,970	1,000	1,000	1,000
Transporte Público que paran en la intersección, N_b (vehículos/h)	5	5	5	5
Factor de ajuste por bloqueo de buses, f_{bb}	0,993	0,990	0,993	0,990
Tipo de área	No CBD	No CBD	No CBD	No CBD
Factor de ajuste por tipo de área, f_a	1,000	1,000	1,000	1,000
Carril exclusivo	No	No	No	No
Factor de ajuste por utilización de carril, f_{LU}	1,000	1,000	1,000	1,000
Proporción de vueltas a la izquierda en el acceso, PLT	0,000	0	0,000	0
Factor de ajuste por giro a la izquierda, f_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000
Proporción de vueltas a la derecha en el acceso, PRT	0,217	0,344	0,265	0,358
Factor de ajuste por giro a la derecha, f_{RT}	0,967	0,948	0,960	0,946
Factor de ajuste por peatones para giros a la Izquierda, f_{Lpb}	1,000	1,000	1,000	1,000
Factor de ajuste por peatones para giros a la derecha, f_{Rpb}	1,000	1,000	1,000	1,000
Flujo de Saturación Ajustado, s (veh/h)	3604,891	4636,289	5007,151	3701,206
$S = S_0 * N * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$				

Tabla 54, se muestra el nivel de servicio de cada uno de las estaciones.

Tabla 54

Nivel de servicio de los accesos de la intersección Av. Gustavo Pinto- Av. Augusto B Leguía.

Parámetro	E1	E2	E3	E4
NIVEL DE SERVICIO				
Velocidad de aproximación, (km/h)	40	40	40	40
Plan de fases	1	2	1	2
Longitud del ciclo, C (s)	42	42	42	42
Tiempo en verde, G (s)	18	18	18	18
Verde mínimo peatonal, (s)	3	3	3	3
Todo rojo + amarillo, intervalo de cambio y despeje, Y(s)	3	3	3	3
Capacidad del acceso, Ci	1544,95	1986,98	2145,92	1586,23
Tasa de flujo actual o proyectado, Vi	756	372	920	324
Relación volumen/capacidad (Grado de Saturación), Xi	0,49	0,19	0,43	0,20
Proporción de vehículos que llegan en verde, P	0,606	0,33	0,606	0,606
Factor de ajuste suplementario, frt	0,667	0,333	0,667	0,667
Proporción de verde, g/C	0,429	0,429	0,429	0,429
Factor de ajuste por coordinación, PF	0,46	0,39	0,46	0,46
Valor min (1, X)	0,49	0,450	0,43	0,20
Demora uniforme, d1	8,68	7,46	8,40	7,51
Periodo de análisis, T (h)	0,25	0,25	0,25	0,25
Operación accionada o prefija	No	No	No	No
Botón peatonal	No	No	No	No
Factor de demora incremental (prefijada), k	0,5	0,5	0,5	0,5
Factor de ajuste para entradas, l	1,00	1,00	1,00	1,00
Demora incremental, d2	1,11	0,21	0,63	0,29
Cola inicial al principio del periodo T(veh), Qb	5	5	5	5
Duración de demanda insatisfecha (h), t	0,004	0,004	0,004	0,004
Parámetro de demora, si $t < T$, $u=0$	0,00	0,00	0,00	0,00
Demora de cola inicial, d3	23,30	18,12	16,78	22,70
Demora total del acceso, d	28,40	21,24	21,27	26,44
Nivel de servicio individual por acceso	C	C	C	C

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Se confirmó la veracidad de la hipótesis planteada inicialmente en la presente investigación, sabiendo en ambas intersecciones el nivel de servicio de los accesos tuvo una mejora notable después de usar la metodología de análisis operacional propuesta por la HCM2010 y pudiendo finalmente proponer una propuesta de solución al congestionamiento del tránsito en la avenida Gustavo Pinto. De igual manera se halló el nivel de servicio deficiente de cada acceso en las intersecciones.

- Av. Gustavo Pinto- Av. coronel Mendoza

El punto de llegada 1 tiene un nivel de servicio a la fecha "F".

El punto de llegada 2 tiene un nivel de servicio a la fecha "F".

El punto de llegada 3 tiene un nivel de servicio a la fecha "F".

El punto de llegada 4 tiene un nivel de servicio a la fecha "F".

- Av. Gustavo Pinto – Av. Augusto B Leguía

El punto de llegada 1 tiene un nivel de servicio a la fecha "F".

El punto de llegada 2 tiene un nivel de servicio a la fecha "E".

El punto de llegada 3 tiene un nivel de servicio a la fecha "F".

El punto de llegada 4 tiene un nivel de servicio a la fecha "E".

Se volvió a distribuir la sección vial mejorando de esa manera el congestionamiento vehicular que se presenta en ambas intersecciones, apreciando de esa manera la importancia de una correcta distribución vial y todo el impacto negativo que puede generar

Se cambió las fases y tiempo de semáforos mejorando el congestionamiento vehicular en las intersecciones de la avenida Gustavo Pinto, teniendo así las siguientes mejoras

- Av. Gustavo Pinto – Av. coronel Mendoza

El punto de llegada 1 mejora el nivel de servicio a la fecha "F" a "C".

El punto de llegada 2 mejora el nivel de servicio a la fecha "F" a "C".

El punto de llegada 3 mejora el nivel de servicio a la fecha "F" a "C".

El punto de llegada 4 mejora el nivel de servicio a la fecha "F" a "E".

- Av. Gustavo Pinto – Av. Augusto B. Leguía
 - El punto de llegada 1 mejora el nivel de servicio a la fecha “F” a “C”.
 - El punto de llegada 2 mejora el nivel de servicio a la fecha “E” a “C”.
 - El punto de llegada 3 mejora el nivel de servicio a la fecha “F” a “C”.
 - El punto de llegada 4 posee un nivel de servicio a la fecha “E” a “C”.

CONCLUSIONES

Se determinó el nivel de servicio en cada punto de llegada teniendo como resultado un nivel de servicio a la fecha “F” en la intersección avenida Gustavo Pinto con avenida Coronel Mendoza , y en cuanto a la intersección avenida Gustavo Pinto con avenida Augusto B Leguía se obtuvo un nivel de servicio a la fecha “F” en las estaciones 1 y 3 correspondientes a la av. Augusto B Leguía y un nivel de servicio “E” en la estaciones 2 y 4 de la av. Gustavo Pinto, finalmente se logró realizar una propuesta de mejora vial en la avenida Gustavo Pinto tramo : Av. Coronel Mendoza- Av. Augusto B Leguía , Tacna 2022 .

Se determinó el aforo vehicular actual utilizando el método de conteo manual registrado en formatos oficiales del MTC correspondientes a la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. Coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía. Dichos formatos se digitalizaron utilizando hojas de cálculo de Excel para obtener resultados exactos, los mismos que se adjuntan en anexos.

Se determinó el nivel de servicio a la fecha en la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. Coronel Mendoza – Av. Augusto B Leguía utilizando la metodología de análisis operacional HCM 2010 gracias a los datos medidos en campo correspondiente a parámetros de entrada y aforo vehicular .Obteniendo los siguientes resultados : un nivel de servicio “F” en la av. Gustavo Pinto - av. Coronel Mendoza , en cuanto a la intersección avenida Gustavo Pinto con avenida Augusto B Leguía se obtuvo un nivel de servicio actual de “F” en las estaciones 1 y 3 correspondientes a la av. Augusto B Leguía y un nivel de servicio “E” en la estaciones 2 y 4 de la av. Gustavo Pinto

Se planteó una propuesta de mejora vial que solucione el problema de flujos saturados en la Avenida Gustavo Pinto tramo: Av. coronel Mendoza – Av. Augusto B Leguía de la siguiente manera en la Av. Gustavo Pinto con Av. coronel Mendoza

El punto de llegada 1 mejora el nivel de servicio a la fecha de “F” a “C”.

El punto de llegada 2 mejora el nivel de servicio a la fecha de “E” a “C”.

El punto de llegada 3 mejora el nivel de servicio a la fecha de “F” a “C”.

El punto de llegada 4 mejora el nivel de servicio a la fecha de “F” a “E”.

Y en la Av. Gustavo Pinto – Av. Augusto B. Leguía

El punto de llegada 1 mejora el nivel de servicio a la fecha de “F” a “C”.

El punto de llegada 2 mejora el nivel de servicio a la fecha de “E” a “C”.

El punto de llegada 3 mejora el nivel de servicio a la fecha de “F” a “C”.

El punto de llegada 4 posee un nivel de servicio a la fecha de “E” a “C”.

RECOMENDACIONES

Con toda la información y datos que se obtuvieron en campo en esta investigación se sugiere a las autoridades de la Gerencia de Transporte y Seguridad Ciudadana de la Municipalidad Provincial de Tacna, que puedan usar nuestra investigación para poder dar un mejor nivel de servicio ante el problema del tráfico vehicular en la intersección avenida Gustavo Pinto con avenida coronel Mendoza y la intersección avenida Gustavo Pinto con avenida Augusto B Leguía

Se sugiere a las autoridades en el área de transporte de la Municipalidad Provincial de Tacna hacer estudios de tráfico en distintos sectores de la ciudad, para que de esa manera se pueda analizar el nivel de servicio y ejecutar una solución para el beneficio de los habitantes.

A las autoridades de la Municipalidad Provincial de Tacna se recomienda evaluar cada uno de los anchos de carriles actuales para encontrar la mejor alternativa de solución ante el problema de congestionamiento vehicular.

Se recomienda rediseñar las fases semaforicas, debido a que en diversas ocasiones estas son responsables de accidentes de tránsito por un mal ciclo de semaforización de igual manera se recomienda cambiar los semáforos en la intersección de Av Gustavo Pinto con Av Augusto B Leguía ya que estos ya se encuentran muy deteriorados.

Se recomienda a las autoridades peruanas en investigar e invertir en semáforos inteligentes ya que estos serán de gran ayuda en distintos sectores del país y de la ciudad de Tacna

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cal y mayor, r., & cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones, Octava Edición*. México: Alfa Omega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Guzman, J. (2020). *Mejoramiento del nivel de servicio en flujos vehiculares de las intersecciones Av. Jorge Basadre Grohmann – con Av. Manuel A. Odría y Av. Ejército, utilizando un modelo de micro simulación - Tacna (Tesis de pregrado) Facultad de ingeniería*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Huanchi,J.& Portugal, E. (2019). *Determinación 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 (Tesis de pregrado) Facultad de ingeniería*. Tacna: Universidad Privada de Tacna .
- Vargas,E.(2019). *Mejoramiento De Las Condiciones De Circulación De La Intersección Ubicada En Avenida La Marina Y Las Calles Juan Valer Sandoval Y Miguel De Unamuno (Tesis de pregrado). Facultad de ingeniería*. Lima: Universidad Católica del Peru
- Urbina,C.&Torres, A. (2018). *Optimización del flujo vehicular en la Intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna . Tacna: Universidad Privada de Tacna.*
- Leonardo, R. (2017). *Análisis del Nivel de Servicio de las intersecciones semaforizadas de la Avenida Villanueva Pinillos y modelado con Synchro 8.0 - Jaén -2016 (Tesis de pregrado). Facultad de ingeniería*. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca.
- Osores, V. (2016). *Evaluación del nivel de servicio por análisis de trafico en la intersección semaforizada Mariscal Castilla – Julio Sumar El Tambo, 2015*. Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Jeaneth, M., & Daysi, R. (2015). *Formulación de alternativas para solucionar el congestionamiento vehicular de las intersecciones av.república diego de*

almagro y av. 6 de diciembre en la ciudad de Quito. Quito, Ecuador :
Universidad Central del Ecuador.

Rondoño, D. (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.* Ancash : Universidad Nacional "Santiago Antunez de Mayolo" - UNASAM.

Blair, S., & Guevara, D. (2012). *Evaluación del flujo vehicular en la intersección de la carrera 70 con la calle 9 por la construcción de una vía subterránea en el aeropuerto Enrique Olaya Herrera.* Colombia: Escuela de Ingeniería de Atioquia, Envigado.

Maquera, P. (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. (Tesis de Pregrado).* Tacna: Universidad Privada de Tacna.

Rondoño, D. (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". (Tesis de Pregrado). Huaraz: Universidad Nacional "Santiago Antunez de Mayolo.

Azabache, F., & Ventura, L. (2019). *Tránsito en la intersección de la av. pakamuros con calle dos de mayo y los sauces utilizando Synchro 8.0 .* Jaén: Universidad Nacional de Jaén.

Baeza, A., & Martínez, E. (2012). *Metodología para el análisis de capacidad y nivel de servicio en intersecciones semaforizadas de acuerdo al manual de capacidad HCM 2000: caso cerro del agua/ingeniería.* México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.














ANEXOS

Interrogante del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Métodos	Pruebas Estadística o Estrategia
<p>Interrogante principal</p> <p>¿De qué manera la determinación del nivel de servicio influye en la propuesta de mejora vial de la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía 2022?</p> <p>Interrogantes específicas</p> <p>¿Cuál es el aforo actual de la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía?</p> <p>¿Cuál es el nivel de servicio actual en la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía?</p> <p>¿Qué propuesta de mejora vial soluciona el problema de flujos saturados en la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía?</p>	<p>Objetivo principal</p> <p>Determinar el nivel de servicio para realizar una propuesta de mejora vial en la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía, Tacna 2022</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar el aforo actual en la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía.</p> <p>Determinar el nivel de servicio actual en la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía</p> <p>Plantear una propuesta de mejora vial que solucione el problema de flujos saturados en la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía Industrial</p>	<p>Hipótesis principal</p> <p>La determinación del nivel de servicio influye positivamente en la propuesta de mejora vial de la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía I, Tacna 2022</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>El aforo actual de la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía representa flujos saturados</p> <p>El nivel de servicio actual en la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía excede la capacidad de la vía.</p> <p>Una propuesta de mejora vial integral tomado en cuenta sección vial, giros y fases de semaforización soluciona el problema de flujos saturados en la Avenida Gustavo Pinto tramo: av. coronel Mendoza - Av. Augusto B Leguía Industrial.</p>	<p>Dependiente:</p> <p>Propuesta de mejora vial</p> <p>Independiente:</p> <p>Nivel de servicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comportamiento del tránsito - Planeamiento de obras de transporte - Forma como circulan los vehículos - Flujo de tránsito - Distribución de los vehículos en una vía - Modelo de tráfico - Identificación de intersecciones y aforo - Escenario actual - Geometría actual - Volúmenes actuales y futuros 	<p>HCM 2010 (Highway Capacity Manual)</p>	<p>No aplica</p>

ANEXO 2 . Estación de conteo “1” día miércoles 14 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.

HORA	AUTO			VOLKSWAGE			STATION WAGON			CAMIONETAS								MICRO			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			SUBTOTAL							
	SUV	PICK UP	PANEL	RURAL	MICRO	BUS 2 E	CAMION 2 E	CAMION 3 E	SEMI TRAYLER 2S1/2S2																												
MAÑANA	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	
7:00 - 7:15 a.m	11	9					12	7		9	0		8			1			6						1	0	0										64
7:15 - 7:30 a.m	26	8					23	10		11	0		6			2			6							0	0										92
7:30 - 7:45 a.m	20	12					20	15		14	0		10			4			12							0	0										107
7:45 - 8:00 a.m	46	11					45	12		35	0		30			18			16							1	0										214
8:00 - 8:15 a.m	23	12					21	8		25	1		21			15			10							0	0										136
8:15 - 8:30 a.m	21	23					29	18		10	3		8			3			22						1	0	0										138
8:30 - 8:45 a.m	33	7					24	8		7	0		6			2			2							0	0										89
8:45 - 9:00 a.m	22	9					20	9		6	0		4			1			1							0	0										72
PARCIAL	0	202	91	0	0	0	0	194	87	0	117	4	0	93	0	0	46	0	0	75	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	912
SUMATORIA	293			0			281			121			93			46			75			0			2			1			0			0			
TARDE	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	
12:00 - 12:15	26	19					25	19		18	1		1						2	1																	112
12:15 - 12:30	30	24					33	20		19	4		8						2	1																	141
12:30 - 12:45	52	14					33	19		22	8		5						3																		156
12:45 - 13:00	67	21					68	18		45	1		1			5			17	1																	244
13:00 - 13:15	25	20					26	15		23	4		8						6	1																	128
13:15 - 13:30	40	19					46	12		14	2		3						0						1												137
13:30 - 13:45	22	25					22	12		11	3		1	1					3	1																	101
13:45 - 14:00	30	17					11	5		8	3		2						1																		77
PARCIAL	0	292	159	0	0	0	0	264	120	0	160	26	0	29	1	0	5	0	0	34	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1096
SUMATORIA	451			0			384			186			30			5			39			0			1			0			0			0			
NOCHE	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	
18:00 - 18:15	26	8					21	8		18	4		3	2		0	0		1	0						0	0										91
18:15 - 18:30	30	6					23	10		17	6		4	1		1	1		1	0						0	0										100
18:30 - 18:45	31	4					33	8		22	8		1	1		2	0		1	0						0	0										111
18:45 - 19:00	36	8					36	9		23	10		6	2		0	0		0	0						0	0		1								131
19:00 - 19:15	41	9					40	13		21	6		4	0		1	0		1	0						1	0										137
19:15 - 19:30	58	8					66	15		42	18		2	0		0	0		1	1						0	0										211
19:30 - 19:45	42	4					33	11		27	17		1	1		0	0		1	1						0	0										138
19:45 - 20:00	33	6					36	8		30	5		2	1		0	0		1	1						0	0										123
PARCIAL	0	297	53	0	0	0	0	288	82	0	200	74	0	23	8	0	4	1	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1042
SUMATORIA	350			0			370			274			31			5			10			0			0			1			1			0			

ANEXO 3 . Estación de conteo “1” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.

HORA	AUTO		STATION WAGON		CAMIONETAS								MICRO	BUS		CAMION						SEMI TRAYLER	SUBTOTAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
					SUV		PICK UP		PANEL		RURAL			2 E		2 E		3 E		2S1/2S2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
TURNO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

ANEXO 5 . Estación de conteo “2” día miércoles 14 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.

HORA	AUTO			VOLKSWAGE			STATION WAGON			CAMIONETAS								MICRO			BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			SUBTOTAL								
	SUV	PICK UP	PANEL	RURAL	SUV	PICK UP	PANEL	RURAL	MICRO	2 E	2 E	3 E	2S1/2S2																								
MAÑANA	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→				
7:00 - 7:15 a.m		10	7					17	6		0	0		5			1			3														49			
7:15 - 7:30 a.m		12	5					12	10		11	0		6			2			1			1											60			
7:30 - 7:45 a.m		16	4					14	10		3	0		1			4			3														55			
7:45 - 8:00 a.m		18	8					18	9		2	0		4			3			5									1	0				68			
8:00 - 8:15 a.m		17	6					13	10		8	2		6			8			2									0	0				72			
8:15 - 8:30 a.m		9	2					14	9		5	0		8			3			7									0	0				57			
8:30 - 8:45 a.m		18	5					10	6		7	0		2			2			2									0	0				52			
8:45 - 9:00 a.m		12	5					13	5		6	0		4			1			1									0	0				47			
PARCIAL	0	112	42	0	0	0	0	111	65	0	42	2	0	36	0	0	24	0	0	24	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	460			
SUMATORIA	154			0			176			44			36			24			24			0			1		1			0			0				
TARDE	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	
12:00 - 12:15		9	4					8	5		4	1		1						2	1													35			
12:15 - 12:30		16	8					10	8		10	0		2						0	1													55			
12:30 - 12:45		15	7					10	8		10	1		5						3														59			
12:45 - 13:00		21	9					13	10		19	0		1							1													74			
13:00 - 13:15		20	9					10	8		12	0		0						0	1													60			
13:15 - 13:30		8	7					13	9		14	2		3						0														56			
13:30 - 13:45		12	7					11	4		10	1		1						3	1													50			
13:45 - 14:00		10	7					9	8		8	3		2						1														48			
PARCIAL	0	111	58	0	0	0	0	84	60	0	87	8	0	15	0	0	0	0	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	437			
SUMATORIA	169			0			144			95			15			0			14			0			0		0			0			0				
NOCHE	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	
18:00 - 18:15		9	4					8	5		18	1		3	2		0	0		1	0													51			
18:15 - 18:30		16	8					8	8		17	0		4	1		1	1		1	0													66			
18:30 - 18:45		15	7					10	8		22	1		1	1		2	0		1	0													68			
18:45 - 19:00		18	9					9	10		17	0		6	2		0	0		0	0													72			
19:00 - 19:15		20	9					10	8		20	0		4	0		1	0		1	0													73			
19:15 - 19:30		8	7					13	9		14	2		2	0		0	0		1	1													57			
19:30 - 19:45		12	7					11	4		27	1		1	1		0	0		1	1													66			
19:45 - 20:00		10	7					9	8		10	3		2	1		0	0		1	1													52			
PARCIAL	0	108	58	0	0	0	0	78	60	0	145	8	0	23	8	0	4	1	0	7	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	505			
SUMATORIA	166			0			138			153			31			5			10			0			1		1			0			0				

ANEXO 5 . Estación de conteo “2” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. Gustavo Pinto con Av. coronel Mendoza.

HORA	AUTO			STATION WAGON		CAMIONETAS								MICRO			BUS		CAMION			SEMI TRAYLER		SUBTOTAL									
						SUV		PICK UP		PANEL		RURAL					2 E		2 E		3 E		2S1/2S2										
TURNO																																	
MAÑANA	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→						
7:00 - 7:15 a.m		10	7		17	6		10	3		4	0				0	0					0	0					91					
7:15 - 7:30 a.m		12	5		12	10		16	1		8	0				1	0		1			0	0					101					
7:30 - 7:45 a.m		16	4		14	8		9	0		4	1		1	1						0	0					107						
7:45 - 8:00 a.m		19	7		18	4		8	8		7	0				2	0			1		1	0					85					
8:00 - 8:15 a.m		17	6		13	4		13	5		6	0				1	0		1			0	0					103					
8:15 - 8:30 a.m		9	2		10	3		12	7		6	0				2	0					0	0					104					
8:30 - 8:45 a.m		18	5		10	6		12	0		8	0				0	0					0	0					89					
8:45 - 9:00 a.m		12	5		9	5		8	0		9	0				1	0					0	0					104					
PARCIAL	0	113	41	0	103	46	0	88	24	0	52	1	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	784		
SUMATORIA	154			149		112		53		0		9		0			3		1		0		0										
TARDE	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	SUBTOTAL		
12:00 - 12:15		12	9		12	6		6	1		0	0				0	1											47					
12:15 - 12:30		20	8		11	9		7	0		3	2				2	1											63					
12:30 - 12:45		11	12		12	14		10	1		2	2				3	0			1								68					
12:45 - 13:00		15	11		14	8		13	1		6	1				0	1			1								71					
13:00 - 13:15		22	10		16	11		16	6		4	3				3	2											93					
13:15 - 13:30		12	12		10	12		10	2		3	0				1	0											62					
13:30 - 13:45		7	10		14	7		7	3		6	1				3	1						1					60					
13:45 - 14:00		6	14		9	5		6	3		2	0				1	0						1					47					
PARCIAL	0	105	86	0	98	72	0	75	17	0	26	9	0	0	0	0	13	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	511		
SUMATORIA	191			170		92		35		0		19		0			2		0		2		0										
NOCHE	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	SUBTOTAL		
18:00 - 18:15		8	4		6	6		8			4	1				1												39					
18:15 - 18:30		10	8		10	4		10			3					1												46					
18:30 - 18:45		12	6		12	10		12									1											53					
18:45 - 19:00		14	12		20	13		6	1		2					3							1		1			73					
19:00 - 19:15		20	11		19	6		5	1		9					1						1						74					
19:15 - 19:30		10	9		12	12		6			6					1												56					
19:30 - 19:45		8	7		11	5		11			3	1				1							1					49					
19:45 - 20:00		8	5		15	3		8			2					1												43					
PARCIAL	0	90	62	0	105	59	0	66	2	0	29	2	0	5	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	433
SUMATORIA	152			164		68		31		5		9		0			0		2		2		0										

ANEXO 6 . Estación de conteo “2” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.

HORA	AUTO		STATION WAGON		CAMIONETAS								MICRO			BUS		CAMION			SEMI TRAYLER		SUBTOTAL		
					SUV		PICK UP		PANEL		RURAL					2 E		2 E		3 E		2S1/2S2			
TURNO																									
MAÑANA	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	
7:00 - 7:15 a.m		9	2		10	0		8			5														34
7:15 - 7:30 a.m		12	1		13			6	1		6														39
7:30 - 7:45 a.m		13	1		20	1		10			4														49
7:45 - 8:00 a.m		10	1		23			11			2			1											48
8:00 - 8:15 a.m		22			15	1		12			3	1													54
8:15 - 8:30 a.m		13			14	1		8	1		6														43
8:30 - 8:45 a.m		10	1		10			16			5		1												43
8:45 - 9:00 a.m		9	1		8	1		10			6														35
PARCIAL	0	98	7	0	113	4	0	81	2	0	37	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	345
SUMATORIA	105		117		83		38		1		1		0			0		0		0		0		0	
TARDE	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	
12:00 - 12:15		9	3		12	8		8			4	2													46
12:15 - 12:30		16	6		23	6		10			8	6													75
12:30 - 12:45		13	4		20	10		12			6	1		1				1			1				69
12:45 - 13:00		10	6		15	6		14	2		6	8													67
13:00 - 13:15		16	3		10	5		16	3		7	10		1			1								72
13:15 - 13:30		13	4		12	4		22	3		6	6													70
13:30 - 13:45		10	4		8	8		9			10	9		3			2				1				64
13:45 - 14:00		9	6		9	8		5			9	2			1										49
PARCIAL	0	96	36	0	109	55	0	96	8	0	56	44	0	4	1	0	4	0	0	0	0	1	0	0	512
SUMATORIA	132		164		104		100		5		4		0			1		2		0		0		0	
NOCHE	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	↶	↑	↷	
18:00 - 18:15		9	3		12	8		8			2	1		1			2								46
18:15 - 18:30		16	6		23	6		10			3			1						1					66
18:30 - 18:45		13	4		20	10		12																	59
18:45 - 19:00		10	9		15	11		14	2		1	1					2								65
19:00 - 19:15		10	3		20	5		20	3		9			1			1			1					73
19:15 - 19:30		13	4		12	4		22	3		1														59
19:30 - 19:45		10	4		8	9		9			3	1		2			1								47
19:45 - 20:00		9	6		9	8		5			2						1								40
PARCIAL	0	90	10	0	119	61	0	100	8	0	21	3	0	5	0	0	7	0	0	0	0	1	0	0	455
SUMATORIA	100		180		108		24		5		7		0			1		1		0		0		0	

ANEXO 8 . Estación de conteo “3” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. Gustavo Pinto con Av. Coronel Mendoza.

HORA	AUTO		STATION WAGON		CAMIONETAS								MICRO		BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			SUBTOTAL																			
					SUV		PICK UP		PANEL		RURAL				2 E			2 E			3 E				2S1/2S2																		
TURNO																																											
MAÑANA	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪													
7:00 - 7:15 a.m		45	6		20	4		5	1		5	2					17	1		27													91										
7:15 - 7:30 a.m		48	5		26	6		10	5		7	1					20			28						2							101										
7:30 - 7:45 a.m		52	6		30	8		15	3		3				1		22			26						2		1					107										
7:45 - 8:00 a.m		48	4		25	6		13	3		8	5					24			29						2							85										
8:00 - 8:15 a.m		47	12		25	5		8	2		5	2			1		29			29						1							103										
8:15 - 8:30 a.m		54	4		27	2		12	4		7	1					24	2		28													104										
8:30 - 8:45 a.m		46	1		36	4		13	2		4	1			1		24			27						3							89										
8:45 - 9:00 a.m		48	2		32	3		5	2		3	2					24			32						4		1					104										
PARCIAL	0	388	40	0	221	38	0	81	22	0	42	14	0	2	1	0	184	3	0	226	0	0	0	0	0	0	14	4	0	0	0	0	0	0	784								
SUMATORIA	428		259		103		56		3		187		226		0			18			0			0			784																
TARDE	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	SUBTOTAL
12:00 - 12:15		54	10		21	10		4	1		3	1					15			26						1										146							
12:15 - 12:30		47	15		14	13		2			1	1					18			25						1										137							
12:30 - 12:45		48	12		24	18		5	2		4	2					17			24																156							
12:45 - 13:00		49	9		28	16		3	1		4	1			1		14			22						2										150							
13:00 - 13:15		41	22		24	17		11	7		5				2		14			23						5		1								172							
13:15 - 13:30		47	8		28	7		4	4		3	4					16	2		26																149							
13:30 - 13:45		40	16		20	12		9	4		5	5			7	2	18	1		23						2										164							
13:45 - 14:00		40	19		24	26		11	1		7	3			2		14	1		22						1		1								173							
PARCIAL	0	366	111	0	183	119	0	49	20	0	32	17	0	12	2	0	126	4	0	191	0	0	0	1	0	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1247					
SUMATORIA	477		302		69		49		14		130		191		1			14			0			0			1247																
NOCHE	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	SUBTOTAL
18:00 - 18:15		82	18		13	5		7	2		4	3					15			23																			172				
18:15 - 18:30		89	19		6	10		7	3		7				3		12			34						1													191				
18:30 - 18:45		67	20		16	11		10	2		6	1					13	1		32						1													180				
18:45 - 19:00		84	29		4			10	4		4	1			1		7			24						1													169				
19:00 - 19:15		96	30		1	15		11	6		8	1			1		17			32						3													221				
19:15 - 19:30		84	26		5			10	2		7						12			25																			171				
19:30 - 19:45		86	30		5			13	4		3	4					8	1		23						2													180				
19:45 - 20:00		86	40		15			5	3		2	2			1		11	1		27																			193				
PARCIAL	0	674	212	0	36	70	0	73	26	0	41	12	0	6	1	0	95	3	0	220	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1477					
SUMATORIA	886		106		99		53		7		98		220		0			8			0			0			1477																

ANEXO 21 . Estación de conteo “3” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía.

HORA	AUTO		STATION WAGON		CAMIONETAS								MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER	SUBTOTAL											
					SUV	PICK UP	PANEL	RURAL		2 E		2 E		3 E		2S1/2S2															
TURNO																															
MAÑANA	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→				
7:00 - 7:15 a.m		46	13		36	1																							96		
7:15 - 7:30 a.m	1	40	14		26	2	1																						84		
7:30 - 7:45 a.m		26	13		16	4		1						1			1												65		
7:45 - 8:00 a.m		32	12		26	4								3															77		
8:00 - 8:15 a.m		33	8		17	3								1															66		
8:15 - 8:30 a.m		42	8		16	2		2						1			1												72		
8:30 - 8:45 a.m		40	11		29	1		6																					88		
8:45 - 9:00 a.m		38	12		40	4																							94		
PARCIAL	1	297	91	0	206	21	1	12	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	0	642		
SUMATORIA		389			227			13			3			2			6			2			0			0					
TARDE	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	
12:00 - 12:15		92	12		15	10																							129		
12:15 - 12:30		84	14		10	8																							116		
12:30 - 12:45		80	13		8	6		2			1			1															112		
12:45 - 13:00		60	8		6	2		2																					78		
13:00 - 13:15		56	9		12	2												1		1									81		
13:15 - 13:30		80	14		10	7		4			2			2															119		
13:30 - 13:45		82	8		10	6		1			1			1										1					110		
13:45 - 14:00		83	19		10	8						1																	121		
PARCIAL	0	617	97	0	81	49	0	9	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	1	0	1	1	0	866		
SUMATORIA		714			130			9			4			2			4			1			2			0					
NOCHE	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	
18:00 - 18:15		120	14		37				14																				185		
18:15 - 18:30		110	12		36				5			1																	164		
18:30 - 18:45		140	8		23			1	6					1															179		
18:45 - 19:00		120	6		20			1	7					1				1											156		
19:00 - 19:15		80	9		26				9		1			1															127		
19:15 - 19:30		98	12		20			1	12			1														1			146		
19:30 - 19:45		100	13		16			2	10		1				3														145		
19:45 - 20:00	1	100	21		30			1	6						1														160		
PARCIAL	1	868	95	0	208	0	0	6	69	0	2	0	0	6	0	0	2	0	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	1262		
SUMATORIA		964			208			75			2			6			2			3			1			1					

ANEXO 23 . Estación de conteo “4” día viernes 16 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía.

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS								MICRO			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			SUBTOTAL					
	SUV	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E	3 E	2S1/2S2																								
MAÑANA	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔		
7:00 - 7:15 a.m	0	5	1	0	8	2	0	6		0	5		2	1	0	4	1		12	1											91	
7:15 - 7:30 a.m	0	7	2	0	11	1	0	4		0	2		5	1	0	5	1		10	2											101	
7:30 - 7:45 a.m	0	3	3	0	6	2	0	9	1	0	4		3		0	7	2		9	1			1								107	
7:45 - 8:00 a.m	0	5	1	0	9	1	0	5	0	0	3		2	2	0	7	2		7	2											85	
8:00 - 8:15 a.m	0	6	1	0	7	1	0	4		0	2	1	2	3	0	6	1		8	1											103	
8:15 - 8:30 a.m	0	3	1	0	7	2	0	4	0	0	3	1	7	2	0	2	1		15	1											104	
8:30 - 8:45 a.m	0	4	1	0	6	1	0	6	2	0	6	2	4		0	3	2		12	0			1								89	
8:45 - 9:00 a.m	0	3	0	0	3	1	0	7	2	0	4	1	2	1	0	8	1		16	1											104	
PARCIAL	0	36	10	0	57	11	0	45	5	0	29	5	0	27	10	0	42	11	0	89	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
SUMATORIA		46			68			50			34			37			53			98			0			2			0		784	
TARDE	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔		
12:00 - 12:15	0	3	1	0	7	2	0	1	1	0	4	1	0	6		0	3		13					3							45	
12:15 - 12:30	0	4	3	0	10	6	0	2	1	0	4	2	0	8	5	0	3		7		1			6							62	
12:30 - 12:45	0	2	2	0	9	4	0	1	2	0	7	5	0	5	2	0	4	1	8	2				2							56	
12:45 - 13:00	0	4	3	0	6	8	0	3	2	0	8	2	0	6	5	0	4		9		1			1							62	
13:00 - 13:15	0	3	4	0	6	2	0	2	3	0	7	6	0	6	1	0	5	1	10	1	1	1		3	2							64
13:15 - 13:30	0	2	3	0	8	6	0	1	5	0	5	5	0	8	5	0	2		9	3		2		5							69	
13:30 - 13:45	0	3	2	0	10	6	0	1	1	0	9	5	0	5	2	0	5	2	8		1	1		2	1							64
13:45 - 14:00	0	5	1	0	9	2	0	1	3	0	5	9	0	1	1	0	3	1	8		1										50	
PARCIAL	0	26	19	0	65	36	0	12	18	0	49	35	0	45	21	0	29	5	0	72	6	0	3	6	0	18	7	0	0	0	0	
SUMATORIA		45			101			30			84			66			34			78			9			25			0		472	
NOCHE	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔	↔	↑	↔		
18:00 - 18:15	0	7	1	0	9	1	0	4	0	0	6	2	0	5	0	6	2	0	7	1	0	3		0		1						
18:15 - 18:30	0	6	2	0	8	2	0	5	1	0	6	1	0	3		0	8	1	0	8		0	1		1	3	2	1	1			
18:30 - 18:45	0	7	1	0	7	1	0	4		0	5	1	0	4	1	0	9	0	0	7	1	0	2	1	1	3	2		4			
18:45 - 19:00	0	5	0	0	9	1	0	2	1	0	3	1	0	7	2	0	7	2	0	6	1	0	2	0	1	0	0		1			
19:00 - 19:15	0	3	1	0	8	0	0	6	2	0	2	1	0	4	1	0	6	1	0	7	0	0	1	1	1	2	1		2			
19:15 - 19:30	0	4	0	0	10	0	0	8	1	0	1	0	0	5	1	0	9	1	0	6	0	0	0	2	0	2	2					
19:30 - 19:45	0	3	1	0	7	1	0	7	1	0	3	1	0	2	1	0	5	0	0	5	2	0	3		0	1	0		1			
19:45 - 20:00	0	4	0	0	9	0	0	2	0	0	2	1	0	1	1	0	8	0	0	9	3	0		0	0	1			1			
PARCIAL	0	39	6	0	67	6	0	38	6	0	28	8	0	31	7	0	58	7	0	55	8	0	12	4	4	12	8	1	10	0	0	
SUMATORIA		45			73			44			36			38			65			63			16			24			11		415	

ANEXO 24 . Estación de conteo “4” día sábado 17 de diciembre 2022– Intersección Av. Av. Gustavo Pinto con Av. Leguía.

HORA	AUTO			STATION WAGON			CAMIONETAS								MICRO			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			SUBTOTAL											
	SUV	PICK UP	PANEL	RURAL	2 E	2 E	3 E	2S1/2S2																														
MAÑANA	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪					
7:00 - 7:15 a.m	0	3	3	0	4	3		3						2			9						2											29				
7:15 - 7:30 a.m	0	4	1	0	5	2		1				2		2		8	1						1											28				
7:30 - 7:45 a.m	0	5	2	0	4	3		2	0			1		3				1					1											29				
7:45 - 8:00 a.m	0	6	1	0	5	2	0	1				2	1	1	1		6																	28				
8:00 - 8:15 a.m	0	5	1	0	4	1		3				1		1			6			1						1								24				
8:15 - 8:30 a.m	0	3	3	0	3	2		2	0			2	1	2	0		5	1									2							25				
8:30 - 8:45 a.m	0	4	3	0	6	1		1				2		1			5	2																28				
8:45 - 9:00 a.m	0	4	1	0	6	1		0						2	1		4						1											20				
PARCIAL	0	34	15	0	37	15	0	13	0	0	6	1	0	8	2	0	14	2	0	50	4	0	1	1	0	6	2	0	0	0	0	0	0	211				
SUMATORIA	49			52			13			7			10			16			54			2			8			0			0			211				
TARDE	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪		
12:00 - 12:15	0	8	4	0	5	2		5				5	1	3	1		5	1		11																	50	
12:15 - 12:30	0	6	5	0	10	5		6	1			6	1	1	1		2	2		12						1											58	
12:30 - 12:45	0	7	2	0	4	5		5	6			2		4			3	1		10	2						3										54	
12:45 - 13:00	0	5	3	0	5	1		5	5			3	1	1	0		4	2		12			1														48	
13:00 - 13:15	0	5	1	0	8	6		6				1	2	5			3	1		13																	51	
13:15 - 13:30	0	6	5	0	9	2		2	4			4	3	0	6		0	2	2	14	1					2											62	
13:30 - 13:45	0	9	2	0	7	4		1	1			6	1	2	1		2	0		12																	48	
13:45 - 14:00	0	5	3	0	6	2		2				4					2			13																	37	
PARCIAL	0	51	25	0	54	27	0	32	17	0	31	8	0	21	3	0	23	9	0	97	3	0	1	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	408				
SUMATORIA	76			81			49			39			24			32			100			1			6			0			0			408				
NOCHE	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪	↩	↑	↪		
18:00 - 18:15	0	5	2	0	6	0		4	3			5	1	4	0		5	1		6																	42	
18:15 - 18:30	0	6	1	0	6	1		6	2			0	5	1	2		6			5	1					1											43	
18:30 - 18:45	0	6	3	0	5	1	0	4				6	1	0	5	1	0	7		5	0					1	0										45	
18:45 - 19:00	0	6	1	0	6	1		5	1			0	3	1	0	3	1		6	1					4	1		1			2	1				44		
19:00 - 19:15	0	2	1	0	8	1		3	1			0	5	2	6	0	0	7		3	2					1											42	
19:15 - 19:30	0	4	2	0	6	2	0	2				0	2	1	5	0		5	1		2						1	1										34
19:30 - 19:45	0	3	1	0	5	1		4	3			4	1	0	4	1		8			5			1			2											43
19:45 - 20:00	0	4	2	0	4	3		6				2	1	0	2	1		10			4																	39
PARCIAL	0	36	13	0	46	10	0	34	10	0	32	9	0	31	4	0	54	3	0	34	4	0	2	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	332				
SUMATORIA	49			56			44			41			35			57			38			2			10			0			0			332				