

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA  
CARRETERA PE. 3SB**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. MISARI SALAZAR, Luis Orlando**

**Línea de investigación institucional**

Transporte y Urbanismo

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO CIVIL

**HUANCAYO – PERÚ**

**2020**

**FALSA PORTADA**

---

**Ing. Julio Cesar Llallico Colca**  
**ASESOR**

### **DEDICATORIA**

A mí madre Doris, y hermanos Rocio y Jesus, por su ejemplo, apoyo y comprensión.

Bach. Luis Orlando Misari Salazar

## **AGRADECIMIENTO**

AL Ing. Julio Buyu Nakandakare Santana, por su infinita paciencia y su constante exigencia y orientación para culminar este proyecto

Al Ing. Alfred Ruiz Mendoza, por la orientación y apoyo constante.

A Karen Paola Guerra Paucar, por su apoyo.

## HOJA DE CONFORMIDAD MIEMBROS DEL JURADO

---

**Dr. Rubén TAPIA SILGUERA  
PRESIDENTE**

---

**ING. ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ**

---

**ING. RANDO PORRAS OLARTE**

---

**ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA**

---

**ING. Mg. Leonel Untiveros PEÑALOZA  
SECRETARIO DOCENTE**

## INDICE

<b>FALSA PORTADA</b> -----	<b>II</b>
<b>ASESOR</b> -----	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b> -----	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> -----	<b>V</b>
<b>HOJA DE CONFORMIDAD MIEMBROS DEL JURADO</b> -----	<b>VI</b>
<b>INDICE</b> -----	<b>VII</b>
<b>RESUMEN</b> -----	<b>XV</b>
<b>ABSTRACT</b> -----	<b>XVI</b>
<b>INTRODUCCION</b> -----	<b>XVII</b>
<b>CAPITULO I</b> -----	<b>19</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACION</b> -----	<b>19</b>
1.1. Planteamiento del problema -----	19
1.2. Formulación del problema -----	21
1.2.1. Problema General -----	21
1.2.2. Problemas Específicos -----	21
1.3. Justificación -----	21
1.3.1. Practica o social -----	21
1.3.2. Científica o teórica -----	21
1.3.3. Metodológica -----	22
1.4. Delimitaciones de la investigacion -----	22
1.4.1. Espacial -----	22
1.4.2. Temporal -----	22
1.4.3. Económica -----	22
1.5. Limitaciones -----	22
1.5.1. Limitación económica -----	22
1.6. Objetivos -----	23
1.6.1. Objetivo General -----	23
1.6.2. Objetivos Específicos -----	23
<b>CAPITULO II</b> -----	<b>24</b>
<b>MARCO TEORICO</b> -----	<b>24</b>
2.1. Antecedentes de la investigación -----	24
2.1.1. Antecedentes Internacionales -----	24
2.1.2. Antecedentes Nacionales -----	28

2.2.	Marco conceptual-----	31
2.2.1.	Capacidad vial-----	31
2.2.1.1.	Condiciones de trafico-----	32
2.2.1.1.1.	Aforo vehicular y composición del trafico -----	32
2.2.1.1.2.	Factor horario de máxima demanda -----	32
2.2.1.1.3.	Distribución del tráfico por carril-----	33
2.2.1.1.4.	Velocidad -----	33
2.2.1.2.	Características geométricas de una vía-----	34
2.2.1.2.1.	Calzada -----	34
2.2.1.2.2.	Carril -----	34
2.2.1.2.3.	Berma -----	34
2.2.1.2.4.	Porcentaje de zonas de no rebase -----	34
2.2.1.2.5.	Puntos de acceso-----	35
2.2.1.2.6.	Porcentaje de pendiente promedio -----	35
2.2.1.3.	Volumen vehicular-----	35
2.2.1.3.1.	Volumen horario de máxima demanda -----	35
2.2.1.3.2.	Volumen máximo permitido -----	35
2.2.1.3.3.	Transito diario -----	36
2.2.2.	Flujo vehicular -----	36
2.2.2.1.	Flujo-----	36
2.2.2.1.1.	Tasa de flujo -----	36
2.2.2.1.2.	Volumen-----	37
2.2.2.1.3.	Intervalo simple entre vehículos consecutivos-----	37
2.2.2.1.4.	Intervalo promedio entre varios vehículos -----	37
2.2.2.2.	Velocidad -----	38
2.2.2.2.1.	Velocidad instantánea -----	38
2.2.2.2.2.	Velocidad medio temporal -----	38
2.2.2.2.3.	Velocidad medio espacial-----	38
2.2.2.3.	Densidad-----	39
2.2.2.3.1.	Concentración -----	39
2.2.2.3.2.	Espaciamiento simple entre varios vehículos consecutivos -----	40
2.2.2.3.3.	Espaciamiento promedio entre varios vehículos -----	40
2.2.3.	La vía-----	40

2.2.3.1. Clasificación de las vías-----	40
2.2.3.1.1. Según su competencia: -----	40
2.2.3.1.2. Según sus características:-----	41
2.2.3.1.3. Según el tipo de terreno: -----	41
2.2.3.1.4. Según su función:-----	42
2.2.3.1.5. Según la velocidad de diseño-----	42
2.2.4. Nivel de servicio:-----	44
2.2.4.1. Nivel de servicio clase A: -----	45
2.2.4.2. Nivel de servicio clase B: -----	46
2.2.4.3. Nivel de servicio clase C: -----	46
2.2.4.4. Nivel de servicio clase D: -----	46
2.2.4.5. Nivel de servicio clase E: -----	47
2.2.4.6. Nivel de servicio clase F: -----	48
2.2.5. Flujo de saturación: -----	48
2.2.6. Carretera de dos carriles-----	48
2.2.7. Ancho de carril -----	49
2.2.8. Equivalencia de vehículos-----	49
2.2.9. Análisis del nivel de servicio de intersecciones con semáforo-----	50
2.2.9.1. Nivel de servicio A-----	50
2.2.9.2. Nivel de servicio B-----	50
2.2.9.3. Nivel de servicio C-----	51
2.2.9.4. Nivel de servicio D-----	51
2.2.9.5. Nivel de servicio E-----	51
2.2.9.6. Nivel de servicio F-----	51
2.3. Definición de términos-----	53
2.4. Hipótesis-----	58
2.4.1. Hipótesis General-----	58
2.4.2. Hipótesis Específicas -----	58
2.5. Variables-----	58
2.5.1. Definición conceptual de las variables-----	58
2.5.2. Definición operacional de las variables-----	59
2.5.3. Operacionalización de las variable -----	60
<b>CAPITULO III -----</b>	<b>61</b>

<b>METODOLOGIA</b>	<b>61</b>
3.1. Método de la investigacion	61
3.2. Tipo de investigacion	61
3.3. Nivel de investigacion	61
3.4. Diseño de la investigacion	62
3.5. Población y muestra	62
3.5.1. Población	62
3.5.2. Muestra	63
3.5.3. Muestreo	63
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	63
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	64
3.7. Procesamiento de la información	64
3.8. Técnicas y análisis de datos	64
<b>CAPITULO IV</b>	<b>66</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>66</b>
4.1. Intersección Las Américas y coronel Parra	66
4.1.1. Aforo vehicular	66
4.1.2. Volumen y factor horario de máxima demanda	66
4.1.3. Procesamiento de la velocidad	67
4.1.4. Clasificación de la vía y tipo de terreno	68
4.1.5. Características geométricas y composición del trafico	68
4.1.6. Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno	69
4.1.7. Determinación del flujo actual	69
4.1.8. Determinación del nivel de servicio	69
4.1.9. Densidad, velocidad, intervalo y espacio promedio de vehículos	70
4.2. Intersección Las Américas – San Martin	70
4.2.1. Aforo vehicular	70
4.2.2. Volumen y factor horario de máxima demanda	70
4.2.3. Procesamiento de la velocidad	71
4.2.4. Clasificación de la vía y tipo de terreno	72
4.2.5. Características geométricas y composición del trafico	73
4.2.6. Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno	73

4.2.7.	Determinación del flujo actual -----	73
4.2.8.	Determinación del nivel de servicio -----	73
4.2.9.	Densidad, velocidad, intervalo y espacio promedio de vehículos -----	74
4.3.	Intersección Las Américas – Mariscal Cáceres -----	75
4.3.1.	Aforo vehicular -----	75
4.3.2.	Volumen y factor horario de máxima demanda -----	75
4.3.3.	Procesamiento de la velocidad -----	76
4.3.4.	Clasificación de la vía y tipo de terreno -----	77
4.3.5.	Características geométricas y composición del trafico -----	77
4.3.6.	Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno -----	78
4.3.7.	Determinación del flujo actual -----	78
4.3.8.	Determinación del nivel de servicio -----	78
4.3.9.	Densidad, velocidad e intervalo y espacio promedio de vehículos -----	79
4.4.	Medición de las variables -----	79
4.4.1.	Medición de la variable capacidad vial -----	79
4.4.2.	Medición de la variable flujo vehicular -----	80
4.4.3.	Dimensión Condiciones de tráfico -----	81
4.4.4.	Dimensión Características geométricas -----	82
4.4.5.	Dimensión Volumen vehicular -----	83
4.5.	Pruebas de hipótesis -----	84
4.5.1.	Prueba de hipótesis general -----	85
4.5.2.	Prueba de hipótesis específicas -----	87
4.5.2.1.	Prueba de la primera hipótesis específica -----	87
4.5.2.2.	Prueba de la segunda hipótesis específica -----	88
4.5.2.3.	Prueba de la tercera hipótesis específica -----	90
<b>CAPITULO V</b>	-----	<b>92</b>
<b>DISCUSION DE RESULTADOS</b>	-----	<b>92</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	-----	<b>97</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	-----	<b>98</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	-----	<b>99</b>
<b>ANEXOS</b>	-----	<b>105</b>
• <b>Anexo_01</b>	Matriz de consistencia -----	<b>105</b>
• <b>Anexo_02</b>	Cuadro de operacionalización de variables -----	<b>105</b>

- **Anexo\_03** Memorias de calculo ----- 105
- **Anexo\_04** Gráficos de conteo vehicular ----- 105
- **Anexo\_05** Solicitud y fichas de Juicio de expertos----- 105
- **Anexo\_06** Simulación con software Synchro: situación actual----- 105
- **Anexo\_07** Simulación con software Synchro: modelo de propuesta ----- 105
- **Anexo\_08** Panel fotográfico ----- 105
- **Anexo\_09** Ubicación de intersecciones en estudio-----106

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de las carreteras según la velocidad de diseño _____	43
Tabla 2 Valores de la relación v/c para pendientes especificas _____	44
Tabla 3 Nivel de servicio para segmentos generales de carreteras de dos carriles _____	45
Tabla 4. Valores de capacidad en función a la distribución direccional _____	48
Tabla 5. Valores de capacidad _____	48
Tabla 6. Factores de ajuste por el efecto combinado de ancho de carriles y hombros _____	49
Tabla 7. Equivalencia de vehículos _____	50
Tabla 8. Criterios de nivel de servicio para intersecciones reguladas por semáforos _____	52
Tabla 9. Factor de vehículos pesados _____	52
Tabla 10. Factor de ajuste por pendiente de acceso _____	53
Tabla 11. Factor de vehículos pesados _____	53
Tabla 12. Cantidad de vehículos mixtos _____	66
Tabla 13. Volumen de vehículos mixtos _____	66
Tabla 14. Volumen horario y factor horario _____	67
Tabla 15. Volumen horario en unidades de flujo _____	67
Tabla 16. Tiempo en segundos _____	67
Tabla 17. Velocidad expresado en km/h _____	68
Tabla 18. Clasificación de la vía _____	68
Tabla 19. Características geométricas y composición del trafico _____	68
Tabla 20. Equivalencia de vehiculos _____	69
Tabla 21. Flujo vehicular _____	69
Tabla 22. Factor de vehículos pesados _____	69
Tabla 23. Flujo para cada nivel de servicio _____	69
Tabla 24. Cálculo de densidad, velocidad espacial, temporal e intervalo, espaciamiento promedio	70
Tabla 25. Cantidad de vehículos mixtos _____	70
Tabla 26. Volumen de vehículos mixtos _____	71
Tabla 27. Volumen horario y factor horario _____	71

Tabla 28. Volumen horario en unidades de flujo _____	71
Tabla 29. Tiempo en segundos _____	71
Tabla 30. Velocidad expresado en km/h _____	72
Tabla 31. Clasificación de la via _____	72
Tabla 32. Características geométricas y composición del trafico _____	73
Tabla 33. Equivalencia de vehiculos _____	73
Tabla 34. Flujo vehicular _____	73
Tabla 35. Factor de vehículos pesados _____	74
Tabla 36. Flujo para cada nivel de servicio _____	74
Tabla 37. Densidad, velocidad espacial, temporal e intervalo, espaciamiento promedio _____	74
Tabla 38. Cantidad de vehículos mixtos _____	75
Tabla 39. Volumen de vehículos mixtos _____	75
Tabla 40. Volumen horario y factor horario _____	76
Tabla 41. Volumen horario en unidades de flujo _____	76
Tabla 42. Tiempo en segundos _____	76
Tabla 43. Velocidad expresado en km/h _____	77
Tabla 44. Clasificación de la via _____	77
Tabla 45. Características geométricas y composición del trafico _____	77
Tabla 46. Equivalencia de vehiculos _____	78
Tabla 47. Flujo vehicular _____	78
Tabla 48. Factor de vehículos pesados _____	78
Tabla 49. Flujo para cada nivel de servicio _____	78
Tabla 50. Densidad, velocidad espacial, temporal e intervalo, espaciamiento promedio _____	79
Tabla 51. Flujos máximos por cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB, _____	79
Tabla 52. Medidas estadísticas de la variable “Capacidad Vial” _____	80
Tabla 53. Flujos máximos por cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB, _____	80
Tabla 54. Medidas estadísticas de la variable “Flujo vehicular” _____	81
Tabla 55. FHMD por cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB, _____	81
Tabla 56. Medidas estadísticas de la dimensión “condiciones de tráfico” _____	82
Tabla 57. Ancho de calzada por cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB, _____	82
Tabla 58. Medidas estadísticas de la dimensión “características geométricas” _____	83
Tabla 59. VHMD por cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB, _____	83
Tabla 60. Medidas estadísticas de la dimensión “volumen vehicular” _____	84
Tabla 61. Valores de Coeficiente de Correlación _____	84

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Capacidad de la vía en cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB _____	80
Gráfico 2. Flujo Vehicular en cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB _____	81
Grafico 3. FHMD en cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB _____	82
Grafico 4. Ancho de calzada en cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB _____	83
Gráfico 5. Ancho de calzada en cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB _____	84
Grafico 6. Correlación entre las variables: Capacidad vial y Flujo vehicular _____	86
Grafico 7. Correlación entre la dimensión: Condiciones de tráfico y variable Flujo vehicular _____	88
Grafico 8. Correlación entre la dimensión: Características geométricas y variable Flujo vehicular _____	89
Gráfico 9. Correlación entre la dimensión: Volumen vehicular y variable Flujo vehicular _____	91

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo de vehiculos _____	20
------------------------------------	----

## RESUMEN

La presente investigación abarca el tema de Capacidad Vial y su relación con el flujo Vehicular, con la que tiene como problema general: ¿Cuál es la relación que se da entre capacidad vial y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB?; Siendo el objetivo principal “Establecer la relación entre la capacidad vial y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB”, la hipótesis general que se verifico es “Existe una relación directa entre la capacidad vial y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB”

El método de investigación que se utilizo es el método científico, el tipo de investigación es aplicada con un nivel descriptivo-correlacional y de diseño no experimental, la población es la carretera PE. 3SB, teniéndose como muestra la carretera P.E 3SB desde la progresiva 116+515.4 km a la progresiva 117+131.54 km.

Se concluyo que existe una relación directa entre la Capacidad Vial y el flujo Vehicular de la carretera PE. 3SB, con un coeficiente de Pearson de 0.41 donde se estableció que el 41% de la variable “Flujo Vehicular” está en función de la variable “Capacidad Vial

Palabras clave: Flujo vehicular, Capacidad vial

## **ABSTRACT**

This research covers the subject of Road Capacity and its relationship with Vehicular flow, with which it has as a general problem: What is the relationship between road capacity and vehicular flow on the road PE. 3SB? The main objective being "Establish the relationship between road capacity and vehicular flow on the road PE. 3SB", the general hypothesis that was verified is "There is a direct relationship between road capacity and vehicular flow on the road PE. 3SB "

The research method used is the scientific method, the type of research is applied with a descriptive-correlational level and non-experimental design, the population is the road PE. 3SB, taking as a sample the road from the progressive 116 + 515.4 km to the progressive 117 + 131.54 km.

It was concluded that there is a direct relationship between the Road Capacity and the Vehicular flow on the road PE. 3SB, with a Pearson coefficient of 0.416 Where it was established that the 41.6% Of the variable "Vehicular flow" is a function of the variable "Road Capacity

Keywords: vehicular flow, Road capacity

## INTRODUCCION

Actualmente el incremento en número y velocidad del tráfico motorizado contribuye a satisfacer los deseos y las necesidades de los habitantes de las ciudades, sin detenerse a analizar que ese es también el causante de uno de los aspectos más conflictivos (TAPIA, y otros, 2006 pág. 4).

En el presente trabajo de investigación titulada: “Capacidad vial y flujo vehicular en la carretera PE. 3SB” se analizará la relación que existe entre capacidad vial y el Flujo vehicular para lo cual se hizo el aforo vehicular de la carretera PE. 3SB desde la progresiva 116+515.4 km hacia la progresiva 117+131.5 km.

La infraestructura vial es deficiente con respecto al diseño, señales de tráfico y semaforización, este trabajo de investigación se desarrolló con el fin de establecer una relación entre la capacidad vial y flujo vehicular, y a nivel descriptivo dar a conocer una posible solución para disminuir el alto flujo de vehículos.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación contiene 5 capítulos el cual se detalla:

Capítulo I, se plasma el planteamiento del problema, describiendo el contexto a nivel continental, nacional y local, así mismo se definen los objetivos de la investigación, también se da a conocer la justificación de la investigación en lo social, científico y metodológico y para finalizar este capítulo se realizó las delimitaciones y limitaciones de la investigación.

Capítulo II, trata del aspecto teórico como pilar de la investigación, inicia con los antecedentes del estudio y para una mayor comprensión del contexto se tomará el manejo de conceptos y términos esenciales, finalmente se propone las hipótesis e identificación de las variables de investigación.

Capítulo III, se sustenta el marco metodológico donde se plasma el tipo de investigación, nivel de investigación, el diseño de investigación la población y

muestra de estudio, técnicas e instrumentos de la recolección de datos, procesamiento de datos tomados y el análisis de los datos.

Capítulo IV, se explica y se da a conocer el procedimiento y desarrollo de los resultados del trabajo de investigación haciendo mayor foco en las ventajas y desventajas de los diferentes métodos que se utilizaran.

Capítulo V, empieza con la discusión de resultados obtenidos del procesamiento y análisis de datos y finalmente se plasma las conclusiones, recomendaciones del trabajo de investigación, también las referencias bibliográficas y se adjuntan los anexos.

Bach. MISARI SALAZAR, Luis Orlando

# CAPITULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

### 1.1. Planteamiento del problema

El flujo vehicular (congestión) es un problema que se encuentra siempre presente en la sociedad. Según el informe de la CNN español, (2018). Señala que la ciudad con peor flujo vehicular del mundo es Moscú en Rusia, según INRIX (puesto que también ocupó en el 2017) y allí las personas pasan actualmente 210 horas en atascos vehiculares. En América Latina, según el informe de la BBC mundo, (2019). Señala que los conductores de la ciudad de Bogotá pierden 272 horas de su vida atrapados en medio del tráfico vehicular al año, es la ciudad con peor flujo vehicular, según Global traffic Scorecard elaborado por la consultoría INRIX. En un año nuestra capital pasó de noveno puesto a ser la tercera ciudad del mundo con más flujo vehicular, según un estudio de monitoreo holandés por GPS, un viaje en Lima de 60 minutos en condiciones normales dura en promedio casi 95 minutos, Las cosas empeoran en las mañanas y las tardes.

Según el diario el correo, (2017). Manejar en las vías principales de Huancayo es entrar en una competencia diaria entre los autos privados, camiones, buses, cústeres y combis que luchan por avanzar al menos una cuadra, advirtió el ingeniero civil y arquitecto, Narcizo Isaías Torpoco Ponce. El flujo vehicular de la ciudad de Huancayo está compuesto principalmente por automóviles, que representan entre el 65 y 75% del flujo total. Luego, se encuentran las camionetas rurales, con un porcentaje entre el 5 y 20%. El 20% restante lo constituyen las motocicletas (3%); camionetas Pick Up, CUV o similares (5%); los buses de transporte público (4 a 5%) y los vehículos de carga y buses interprovinciales (de 4 a 6%). El flujo más denso ocurre

entre las 7 y 9 de la mañana, por las tardes de 1 a 3 p.m. Y en las noches de 6 a 8 p.m.

RPP noticias, (2017). Nos dice que, cientos de vehículos se encuentran varados por más de tres horas en el Puente Breña, conexión entre las provincias de Huancayo y Chupaca y una de las principales salidas a la ciudad de Lima.

*Figura 1 Flujo de vehiculos*



**Fuente: RPP noticias**

Debido a las características viales y de tránsito, a la demanda de transporte, como a la circulación completamente dispersa de los vehículos y no contar con una adecuada señalización horizontal y vertical, la falta de cultura vial y desconocimiento básico de la red de vías, así como el acoplo de diferentes alimentadores de vehículos a la vía (BULL, 2003).

Por consiguiente, ocurrirá parálisis a nivel de red, sobreexplotación de la vialidad existente así pues generando daño a la estructura vial, desgaste del vehículo, generando gasto para el mantenimiento.

Se aplicará la metodología del HCM 2010 (Highway Capacity Manual 2010), que es empleado en países desarrollados, para medir el tránsito y proponer la alternativa más viable.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la relación que se da entre capacidad vial y flujo vehicular en la carretera PE. 3SB?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

¿Cuál es la relación entre las condiciones de tráfico y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB?

¿Cuál es la relación entre las características geométricas y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB?

¿Cuál es la relación entre volumen vehicular y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Practica o social**

Se comenzará por ir a la zona de estudio y analizar la situación actual basado en el levantamiento de datos (aforos vehiculares, peatonales, condiciones geométricas y características del tránsito), se procesarán los datos y determinare la relación que existe entre las dos variables, para cada una de las intersecciones a analizar, presentando un cuadro de resumen de los escenarios analizados en la situación actual y posteriormente con en el programa Sinchro v8 se simulara.

### **1.3.2. Científica o teórica**

La presente investigación está basada en el HCM (Highway Capacity Manual 2010), que proporcionara las metodologías para solucionar el problema de flujo vehicular.

### **1.3.3. Metodológica**

La presente investigación propone una metodología para la determinación de las dimensiones de la variable Capacidad vial y Flujo Vehicular en la carretera 3SB desde la progresiva 116+515.4 km hacia la progresiva 117+131.5 km.

Esta investigación permitirá usar una nueva técnica de recolección de datos a través de varias ficha de observación que elaborare y ello servirá para las futuras investigaciones de otros tramos de la carretera 3SB

## **1.4. Delimitaciones de la investigacion**

### **1.4.1. Espacial**

El estudio se realizará en el departamento de Junín en la carretera PE. 3SB, Oroya – Huancayo, margen derecha de la progresiva 116+515.4 km a la progresiva 117+131.54 km.

### **1.4.2. Temporal**

La presente investigacion recopila datos estadísticos del parque vehicular estimado según departamento desde 12 años antes desde el 2018 del Ministerio de Transportes - OGPP - oficina de estadística por considerar ser un periodo que permita obtener una mejor visión del crecimiento del parque automotor y determinar la tasa de incremento de los vehículos, sin embargo, la tesis fue desarrollada para el año 2020

### **1.4.3. Económica**

Para el proyecto el investigador conto con los recursos necesarios para realizar los aforos vehiculares.

## **1.5. Limitaciones**

### **1.5.1. Limitación económica**

Para el estudio de toda la carretera 3SB se tendría que contar con un presupuesto financiado, y no se cuenta con tal presupuesto, por ello se plantea una simulación a nivel de propuesta.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Establecer la relación entre la capacidad vial y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

Establecer la relación entre las condiciones de tráfico y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

Establecer la relación entre las características geométricas y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

Establecer la relación entre volumen vehicular y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales**

(VICENTE, y otros, 2016), en su trabajo de investigación “**Diagnóstico de las condiciones de flujo vehicular en intersecciones con giro a la izquierda cuando se ocupa el carril contiguo al de giro, de manera indebida en la ciudad de Bogotá**”, Universidad de la Salle, Colombia, llegaron a las siguientes conclusiones:

1. El diagnóstico realizado para las condiciones críticas del escenario actual, como en el escenario simulado, es decir, en el conteo donde mayor número de vehículos se registraron, los resultados representan niveles de servicio en el escenario actual 2 intersecciones con nivel de servicio F, y 6 intersecciones con nivel de servicio E, mientras que en el escenario simulado 5 intersecciones con nivel de servicio F, y 3 intersecciones con nivel de servicio E, el nivel de servicio mejorara para el escenario actual ya que es más rápido el segundo carril cuando la formación de fila es indebida, pero que con respecto al primer carril de giro, la diferencia en cuanto a ciclos de espera por vehículo y nivel de servicio; no presenta mayores diferencias para los dos escenarios en cuanto incomodidad de quienes si respetan la fila al momento de girar, como la continua obstaculización de los demás carriles que no pretenden realizar el giro.
2. Los resultados permitieron demostrar el impacto que se generó de acuerdo a la simulación de formación de única fila de giro a izquierda, pues los vehículos perdieron menos tiempo para lograr maniobrar. En la calle 6º con carrera 4º el intervalo en el carril de giro a la izquierda en fase verde es de 5,04 segundos para el primer carril, y 12.93 segundos para el segundo carril en el escenario actual, respecto a

3,49 segundos con el escenario simulado en la tasa de salida combinada de carril 1 y 2 en fase verde, y se demuestra que para todos los casos es menor la demora con el escenario simulado.

3. Los tiempos que se obtuvieron manifiesta que un usuario en el escenario simulado mejora notoriamente el tiempo de servicio en el semáforo, pues indica que tiene un beneficio al respetar la norma de carril exclusivo de giro a la izquierda. Este beneficio se ve reflejado en el intervalo de paso ya que el tiempo es menor comparado con el escenario actual y el usuario que se quiere filtrar delante de la fila de giro se ve obligado a respetar la norma, ya que tiene que esperar su momento para girar, dándole un mejor nivel de servicio a la intersección.

(HERNANDEZ, y otros, 2019) en su trabajo de investigación **“Alternativa para mejorar el tránsito vehicular en la intersección de la autopista sur con calle 63 sur, localidad de bosa en la ciudad de Bogota d.c”**, Universidad católica de Colombia, Colombia, llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Por medio del desarrollo de aforos de tránsitos promedio, se realiza la debida profundización y evaluación de la posible mejora en la intersección; las modelaciones basadas en el programa PTV VISSIM, demuestran que las alteraciones que se realicen generan evidentes flujo por tal razón se identifica la necesidad de garantizar la fluidez vial de manera continua
2. Para la elaboración del diseño geométrico de la intersección que se presentó, con criterios de seguridad, comodidad y funcionalidad es necesario contar con el espacio necesario y bajo los parámetros que tiene el manual del IDU

(TEJADA, 2018), en su trabajo de investigación **“Soluciones para mejorar el flujo vehicular en una ciudad inteligente: modelo de flujo, métrica de sinuosidad y plataforma de ruteo vehicular.”**,

Universidad católica de Chile, Chile, llego a las siguientes conclusiones:

1. Al comparar el rendimiento del modelo propuesto con otros trabajos recientes, se destaca que con este el movimiento de los vehículos es más fluido, además de incorporar el MSA que se activa en función de la dinámica de los mismos.
2. De igual forma, el modelo comparado mostró signos de discontinuidades en la velocidad, atribuidas a desaceleraciones abruptas que en la práctica son poco realistas, ya sea por las capacidades de los vehículos, o por la integridad de sus pasajeros. En el modelo propuesto, la aceleración autorregresiva produce un movimiento fluido y realista de los nodos.

(SARANGO, y otros, 2020). En su trabajo de investigación: **Sistema web y móvil híbrido para la recolección muestral de datos sobre flujo vehicular en la zona de regeneración urbana de la ciudad de Loja, Ecuador**, llego a las siguientes conclusiones

1. La determinación matemática del flujo vehicular en una vía o sistema vial requiere de la medición de tres variables fundamentales: volumen, densidad y velocidad promedio. Para la medición de estas variables se precisa de: un equipo de personas capacitadas; un vehículo o vehículos, dependiendo de la extensión del sistema vial; y, de equipos de medición. Dependiendo del grado de exactitud que se busque en los datos se pueden emplear equipos de geo-referenciación con mayor o menor grado de precisión. El estudio completo, que incluya las tres variables, requiere de una inversión, en personal, equipos y logística, elevada
2. La automatización de la medición de la variable de estudio, del flujo vehicular, del presente trabajo, velocidad promedio, permite la reducción de costos en concepto de equipos de medición y personal capacitado, mas no en vehículos. El conocimiento de esta variable contribuye a determinar la calidad de servicio de tráfico proporcionado al conductor

(CARPIO, y otros, 2018). En su trabajo de investigación: **Determinación de capacidad de carreteras en Cuenca (Ecuador) y comparación con el manual de capacidad HCM**, llegó a las siguientes conclusiones

1. Los resultados del presente trabajo reflejan valores inferiores de capacidad vial en comparación con los resultados de la HCM (63%). Similar situación a la encontrada en Autopistas de Argentina (Maldonado al 2012). Además, investigaciones sugieren que las diferencias se deben a que los conductores no están acostumbrados a circular a velocidades altas (Thenoux Zeballos, 2004). HCM advierte que sus ecuaciones deben ser comprobadas para vías donde la FFS es inferior a 60 kph (Tabla 23-5, TRB, 2000b) como es el caso de estudio, sin embargo, anticipa que la FFS será mayor que el límite de velocidad. Opuesto a ello, los resultados obtenidos llevan a concluir que es menor en 6 kph.
2. Las velocidades de flujo libre calculadas el método HCM, son semejantes a las obtenidas en el campo con desviaciones en el orden de 6 kph, sin embargo, las capacidades de las vías son inferiores. Esto nos lleva necesariamente a la conclusión de que las curvas propuestas no se ajustan a la realidad local y deben ser ajustadas.

(VASQUEZ, y otros, 2018) en su trabajo de investigación: **Estudio del flujo vehicular mediante un modelo de Lighthill – Whitham – Richards**, llegó a las siguientes conclusiones

1. la solución obtenida por el método LWR y el esquema de diferencias finitas converge a la solución teórica obtenida por el método de las características.
- 2 Con este método podremos simular en un siguiente estudio el comportamiento del flujo vehicular de una carretera como la vía

Cincuentenario de forma que se tenga una herramienta barata para la toma de decisiones como podría ser ampliar un carril o modificar la infraestructura existente

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

(ALVARADO, 2018). En su trabajo de investigación “**Propuesta de solución al aumento del flujo vehicular en un área de estudio**”, universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú, llego a las siguientes conclusiones:

1. En la recolección de toma de datos se pudo constatar que la cultura del peatón en el Perú es muy diferente a la realidad estadounidense, esto se debe que dentro de la metodología del HCM 2010 no considera que los peatones crucen la vía fuera del cruce peatonal lo cual no se adapta a una realidad Peruana. Este tipo de comportamiento particular de los peatones genera diferencia en los resultados de los grados de saturación y los niveles de servicio.
2. Durante la aplicación del HCM 2010 se pudo observar, que esta metodología no considera las dimensiones del radio de giro realizado por los buses presentes en la zona. Este bloqueo de la vía genera largas colas que incrementan la demora del sistema y hace que decaiga los niveles de servicio en la intersección de la calle Sánchez Cerro y la Av. Tupac Amaru.

(URBINA, y otros, 2018). En su trabajo de investigación “**Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna**”, Universidad Privada de Tacna, Perú, llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Se mejoro notablemente el comportamiento del flujo vehicular y disminuyo el flujo vehicular en la intersección de la Av. Bolognesi con Av. Gustavo Pinto, con la propuesta de mejora 2, mediante el cambio de distribución de 4 fases a 2 fases de semaforización siendo en

nuestro criterio la propuesta de mejora más factible, ya que se trató de una programación técnica de dos semáforos lo cual podría ser llevado a cabo de forma inmediata, teniéndose en cuenta la prohibición del giro ala izquierda a los vehículos en general en los cuatro accesos para evitar posibles colisiones.

(ROMERO, y otros, 2017). En su trabajo de investigación **“Evaluación de la capacidad vial y el nivel de servicio en la intersección de las avenidas: av. húsares de Junín, av. Fátima - los ángeles”**, Universidad Privada Antenor Orrego, Perú, llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Una vez realizado el aforo vehicular y su análisis respectivo, se concluye que los vehículos predominantes dentro de las vías en estudio son las automóviles
2. Se determine que la hora de máxima demanda por la noche durante las 19: 00 a la 20:00, hora en que por motivos de retorno de la población a sus viviendas (termino de labores).
3. Los factores horarios de máxima demanda de las vías estudiadas oscilan entre 0.80 y 0.97, estos se aproximan a la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora.
4. En la comparación entre el volumen horario y la tasa de flujo máximo, se determine que  $q > Q$  (en todas las avenidas), lo cual implica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en periodos cortos es mayor a la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva. Esto muestra la concentración de vehículos en intervalos de tiempos cortos y ya que se trata del periodo de máxima demanda, se traduce a problemas de flujo. Por lo que se puede afirmar que, en la hora de máxima demanda de cada avenida, se genera la flujo vehicular.

(FLORES, y otros, 2018) En su trabajo de investigación “**Análisis del comportamiento del flujo vehicular y nivel de servicio de la Av. Javier Prado – Lima, Perú**” llego a las siguientes conclusiones

1. La infraestructura vial de la Vía Expresa es utilizada entre el 60% y 90% de su capacidad. Los mayores picos se observan en períodos sin flujo. El flujo provoca una disminución de la capacidad vial de la infraestructura.
2. La vía auxiliar de la Av. Javier Prado es subutilizada, haciendo uso entre el 30% - 50% de su capacidad máxima observada, siendo este caso más crítico que el de la vía expresa.

(PARI, y otros, 2019). En su trabajo de investigación: “**Nivel de congestionamiento del tráfico vehicular de la zona comercial de la avenida Bolognesi, Tacna -2019**” Llego a las siguientes conclusiones:

1. Se comprobó el efecto de la flujo vehicular mediante encuestas a transeúntes y conductores. Las medidas de control realizadas por la Municipalidad de Tacna (dividir en dos carriles la vía de subida de la zona y la construcción de una demarcación peatonal de 15 m) no son suficientes para resolver los problemas de flujo vehicular, la población exige medidas más estrictas
2. La parte superior de la zona comercial de la avenida Bolognesi presenta un alto nivel de flujoamiento, lo cual genera bloqueo de demarcaciones de uso peatonal y vehicular

(CHAMORRO, 2010) en su trabajo de investigación: “**El transporte en las ciudades del Perú**”

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Capacidad vial**

La capacidad se define como el máximo número de vehículos que pueden circular por una vía en un periodo determinado bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control. Refleja la habilidad de la vía para acomodar una corriente de movimiento de vehículos (TAPIA, y otros, 2006 pág. 93).

Está definida como el valor de flujo máximo horario en el cual, de manera razonable, Puede esperarse que las personas y los vehículos pasen por un punto o una rama uniforme de un carril o de un camino durante un período de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, del camino y de los controles (APAZA, 2017 pág. 118)

Según (MDGVU, 2005) Capacidad ( $Q$  máx.) se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una vía o calle. De manera particular, la capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos (peatones) que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado (RAMIREZ, 2016 pág. 37).

Se define como la tasa máxima de flujo que soporta la via, es decir, el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un intervalo de tiempo, bajo las condiciones de la infraestructura vial y los dispositivos de control (CORCHUELO, y otros, 2015 pág. 41).

Es el flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un período de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía del control y del tránsito. La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular o de personas durante un período de tiempo, que muy a menudo es el período de 15 minutos pico (BAYONA, y otros, 2015 pág. 17).

### **2.2.1.1. Condiciones de tráfico**

Se refieren a los volúmenes de tránsito para cada movimiento en cada acceso de la intersección. Deben considerar tanto la distribución de los tipos de vehículos, como el tránsito de peatones y bicicletas que interfieren con los giros ya sea a la izquierda o a la derecha (VERA, 2012 pág. 17).

Se refiere a la distribución del tránsito en el tiempo y en el espacio, a su composición en tipos de vehículos como livianos, camiones, autobuses y vehículos recreativos a la distribución direccional en carreteras de dos carriles dos sentidos; y a la distribución por carril en carreteras de carriles múltiples (ALVARADO, 2018 pág. 36).

#### **2.2.1.1.1. Aforo vehicular y composición del tráfico**

Los aforos de volumen realizados en un punto o sección de una vía nos permiten obtener datos relacionados con el movimiento de automóviles respecto al tiempo y espacio, las características de los aforos dependen del tipo de análisis solicitado en una vía. Los aforos de volumen sirven para efectuar (TAPIA, y otros, 2006 pág. 67).

Se usa uno o más aforadores (personas) para recopilar datos en lugares específicos, puede emplearse de manera que se observe y obtenga la información detallada de clasificación vehicular, movimientos direccionales, etc. En su forma más simple el aforo manual, requiere una persona con un lápiz para anotar mediante rayas los vehículos en una hoja de campo (MAQUERA, 2019 pág. 40).

#### **2.2.1.1.2. Factor horario de máxima demanda**

“Se llama FHMD a la relación existente entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el volumen máximo  $q_{máx}$  que se da en un periodo determinado dentro de la hora pico (el valor mayormente usado es 15 minutos)” (URBINA, y otros, 2018 pág. 30).

El FHP representa la variación del tránsito dentro de la hora. Las máximas relaciones de flujo se consideran en los volúmenes horarios con el uso del factor de hora pico. Este factor se define como la relación entre el volumen horario total y la máxima relación de flujo durante la hora (FELIZIA, y otros, 2015 pág. 13).

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

Donde:

FHMD= factor horario de máxima demanda

VHMD= volumen horario de máxima demanda

N= número de periodos durante la hora de máxima demanda

qmax= flujo máximo

#### **2.2.1.1.3. Distribución del tráfico por carril**

De acuerdo con la metodología establecida en el HCM 2000, para el cálculo del nivel de servicio se debe tomar en cuenta la distribución del tráfico por cada carril. Esta distribución se obtiene de los aforos vehiculares semanales y permiten la comparación del volumen vehicular por cada carril. Sin embargo, el HCM ha establecido distribuciones de tráfico en el orden de 50/50, 60/40, 70/30, 80/20 y 90/10 (VEGA, 2018 pág. 73).

#### **2.2.1.1.4. Velocidad**

Llamada también velocidad global de viaje, es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde principio a fin de viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla. En el tiempo total de recorrido están incluidos todas aquellas demoras operacionales por reducción de velocidad y paradas provocadas por la vía, el tránsito y los dispositivos de control, ajenos a la voluntad del conductor (Mendez, 2009 pág. 11).

La velocidad es definida como una razón de movimiento en distancia por unidad de tiempo, generalmente como kilómetros por hora (km/h). Se usa la velocidad promedio de viaje como la medida de velocidad, ya que es fácil

de calcular observando cada vehículo dentro del tránsito y es la medida estadística más relevante en relación con otras variables (APAZA, 2017 pág. 157).

La velocidad considerada como una razón de movimiento por unidad de tiempo, regularmente medido en Kilómetros por hora (km/h), en el HCM 2010 utilizan una velocidad promedio de viaje como la medida de velocidad (velocidad promedio de viaje). Debido a que ya que es fácil de calcular observando cada vehículo dentro del tránsito y es la medida estadística más relevante en relación con otras variables (ALVARADO, 2018 pág. 25).

#### **2.2.1.2. Características geométricas de una vía**

“Es el camino o calle que comprende la plataforma por donde se circula y sus obras complementarias tales como la calzada, el número de carril, la berma y sus puntos de acceso, etc.” (RNGIV, 2006 pág. 50).

##### **2.2.1.2.1. Calzada**

“Considerada como una faja que se ha acondicionado especialmente para el tránsito de vehículos” (ALVARADO, 2018 pág. 19).

##### **2.2.1.2.2. Carril**

“Parte de una calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos” (ALVARADO, 2018 pág. 19).

##### **2.2.1.2.3. Berma**

“Son fajas laterales que sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento y que eventualmente puede usarse como estacionamiento provisional para alojar vehículos en caso de emergencia” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 27).

##### **2.2.1.2.4. Porcentaje de zonas de no rebase**

Toda vez que no se disponga la visibilidad de adelantamiento mínima, por restricciones causadas por elementos asociados a la planta o elevación o

combinaciones de éstos, la zona de adelantamiento prohibido, deberá quedar señalizada mediante pintura en el pavimento y/o señalización vertical correspondiente (D.G., 2018 pág. 168).

#### **2.2.1.2.5. Puntos de acceso**

“Entrada o paso a un camino, vía urbana, localidad área de terreno u otro similar” (RNGIV, 2006 pág. 3).

#### **2.2.1.2.6. Porcentaje de pendiente promedio**

“Es la Inclinação del eje de la vía o carretera, en el sentido de avance vehicular” (MTC, 2013 pág. 37).

#### **2.2.1.3. Volumen vehicular**

se define como el número de vehículos que circulan por un punto en alguna vía, ya sea por un sentido de vía, un cruce o intersección esto en una fracción de tiempo determinado. La unidad mayormente empleada es la unidad vehículos por hora y vehículo por día (URBINA, y otros, 2018 págs. 17, 18).

##### **2.2.1.3.1. Volumen horario de máxima demanda**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular (RAMIREZ, 2016 pág. 53).

“Es el número de vehículos que circulan por un punto de la intersección vial durante un intervalo de tiempo determinado, el cual puede variar desde 15 minutos hasta 01 año, dependiendo del criterio que se vaya a tomar” (URBINA, y otros, 2018 pág. 30).

##### **2.2.1.3.2. Volumen máximo permitido**

El máximo volumen horario de personas o vehículos que razonablemente se pueda esperar pasen por un punto o tramo uniforme de un carril o

calzada durante un período de tiempo dado (generalmente 15 minutos) en condiciones imperantes de vía, tránsito y control dentro de un nivel de servicio especificado. Se expresan en vehículos por hora o vehículos por hora y por carril (CERRQUERA, 2007 pág. 17).

#### **2.2.1.3.3. Transito diario**

“Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso  $T = 1$  día” (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 171).

#### **2.2.2. Flujo vehicular**

Describe la forma como se desplazan los vehículos de un lugar a otro, la cual permite determinar la cantidad de vehículos que utilizan la vía.

Las variables de flujo vehicular relacionadas con la velocidad son: La velocidad de recorrido, la media temporal, velocidad de marcha, a media espacial. Para el caso de la troncal Caracas en la zona de estudio, la velocidad que concierne estudiar es la velocidad de recorrido. Sin embargo, es preciso consignar las diferentes clasificaciones de la velocidad (PTOLOMEO págs. 12,15).

Se le conoce como flujo vehicular a la cantidad de vehículos pesados, medianos o livianos que transitan por una vía, carretera, o trocha carrozar en un determinado periodo de tiempo, el cual es utilizado para calcular la tasa de volumen en fracciones que pueden ser de: una hora, un día, una semana, un mes o un año (TORREJON, 2019 pág. 17).

##### **2.2.2.1. Flujo**

“Se define flujo como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal, de un carril o de una calzada durante un periodo determinado” (ALVARADO, 2018 pág. 20).

##### **2.2.2.1.1. Tasa de flujo**

Tasa de flujo o flujo ( $q$ ) es la frecuencia en la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de carril o calzada. La tasa de flujo es

entonces el número de vehículos N que pasan por un punto durante un tiempo específico T, menor a una hora, expresado en vehículos por minuto, veh/min, o vehículos por segundo, veh/seg (PTOLOMEO pág. 5).

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

Donde:

q= tasa de flujo (veh/periodo)

N= número de vehículos que pasan (veh)

T= tiempo o periodo determinado (unidad de tiempo)

#### 2.2.2.1.2. Volumen

“Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo determinado. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales” (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 170).

#### 2.2.2.1.3. Intervalo simple entre vehículos consecutivos

“Es el intervalo de tiempo entre el paso de dos vehículos consecutivos, generalmente se expresa en segundo y se mide entre puntos homólogos del par de vehículos” (MENDOZA, y otros, 2019 pág. 18)

#### 2.2.2.1.4. Intervalo promedio entre varios vehículos

“Es el promedio de todos los intervalos simples,  $h_i$ , existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en segundos por vehículo (s/veh)” (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 277).

$$h = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} h_i}{N - 1}$$

Donde:

h= intervalo promedio (seg/veh)

N= número de vehículos (veh)

Hi= intervalo simple entre el vehiculo

### 2.2.2.2. Velocidad

“El término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarde en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h)” (Mendez, 2009 pág. 5).

#### 2.2.2.2.1. Velocidad instantánea

“Es la velocidad en el instante de paso del vehículo a lo largo de un tramo” (MENDOZA, y otros, 2019 pág. 18).

#### 2.2.2.2.2. Velocidad medio temporal

“Es la media aritmética de las velocidades de punto” (NAVARRO, 2009 pág. 4).

$$v_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$$

Donde:

V<sub>t</sub>= velocidad media temporal

V<sub>i</sub>= velocidad del vehículo i

n= número total de vehículos observados

“Es la velocidad media de todos los vehículos que pasan por un perfil fijo de la carretera en un cierto periodo de tiempo” (GONZALES, 1999 pág. 6).

#### 2.2.2.2.3. Velocidad medio espacial

Es la media aritmética de las velocidades instantánea de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle. Según la estadística descriptiva es el indicador más apropiado a ser utilizado en el análisis de flujo de flujos vehiculares (NAVARRO, 2009 pág. 4).

“La evaluación trata entonces de calcular las velocidades de todos los automóviles que atraviesan un tramo determinado. A partir de ello la media

aritmética de dichas velocidades es considerada como velocidad media espacial” (LAYZA, 2017 pág. 17).

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$$

Donde:

Ve= velocidad media espacial

d= distancia dada o recorrida

t=tiempo promedio de recorrido

n= número total de vehículos observados

“Es la velocidad media de todos los vehículos que en un instante determinado están en un tramo de carretera dado” (GONZALES, 1999 pág. 6).

### 2.2.2.3. Densidad

“La densidad describe la proximidad de otros vehículos dentro del tránsito, es una medida sustituta para el confort del conductor y para la habilidad de maniobrar dentro del tránsito” (ALVARADO, 2018 pág. 35).

$$k = \frac{N}{d} = \frac{q}{v}$$

Donde:

K= densidad o concentración de trafico (veh/km)

N= número de vehículos (veh)

d= distancia o longitud (km)

q= intensidad o flujo (veh/h)

v= velocidad (km/h)

#### 2.2.2.3.1. Concentración

Es el número, N, de vehículos que ocupan una longitud específica, d , de una vialidad en un momento dado. Generalmente se expresa en vehículos por kilómetro (veh/km), ya sea referido a un carril o a todos los carriles de una calzada (CAL Y MAYOR, y otros, 2007 pág. 283).

$$k = \frac{N}{d} = \frac{q}{v}$$

Donde:

K= densidad o concentración de tráfico (veh/km)

N= número de vehículos (veh)

d= distancia o longitud (km)

q= intensidad o flujo (veh/h)

v= velocidad (km/h)

### 2.2.2.3.2. Espaciamiento simple entre varios vehículos consecutivos

“Es la distancia entre el paso de dos vehículos consecutivos, usualmente expresada en metros y medida entre sus defensas traseras” (MENDOZA, y otros, 2019 pág. 19).

### 2.2.2.3.3. Espaciamiento promedio entre varios vehículos

“Es el promedio de todos los espaciamentos simple existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vía. Se expresa en metros por vehículo (m/veh)” (MENDOZA, y otros, 2019 pág. 19).

$$s = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} S_i}{N - 1}$$

Donde:

s= espaciamiento promedio (m/veh)

N= número de vehículos (veh)

Hi= espaciamiento simple entre el vehiculo

## 2.2.3. La vía

La vía es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. El elevado nivel de vida de un país se relaciona con su excelente sistema vial o viceversa (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25).

### 2.2.3.1. Clasificación de las vías

#### 2.2.3.1.1. Según su competencia:

- Carreteras nacionales, son aquellas a cargo del servicio nacional de caminos (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25).
- Carreteras departamentales, son aquella de propiedad de los departamentos y forman la red secundaria de carreteras (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25).
- Carreteras veredales o vecinales, son aquellas vías a cargo del Servicio de Caminos Vecinales y forman la red terciaria de carreteras (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25).
- Carreteras distritales y municipales, son aquellas vías urbanas y/o suburbanas y rurales a cargo del distrito o municipio (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25).

#### **2.2.3.1.2. Según sus características:**

- Autopistas, “es una vía de calzadas separadas cada una con dos o más carriles, con control total de accesos. Las entradas y salidas de las autopistas se realizan únicamente a través de intersecciones a desnivel comúnmente llamados distribuidores” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25).
- Carreteras multicarril, “son carreteras divididas o no, con dos o más carriles por sentido, con control parcial de accesos. Las entradas y salidas se realizan a través de intersecciones a desnivel y nivel” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25).
- Carreteras de dos carriles, “constan de una sola calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, con intersecciones a nivel y acceso directo desde sus márgenes” (TAPIA, y otros, 2006 págs. 25,26).

#### **2.2.3.1.3. Según el tipo de terreno:**

- Carreteras en terreno plano, “es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26).

- Carreteras en terreno ondulado, “es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en pendiente por un intervalo de tiempo largo (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26).
- Carreteras en terreno montañoso, “es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidad sostenida en pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26).
- Carreteras en terreno escarpado, “es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente que aquellas a la que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o intervalos muy frecuentes” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26).

#### **2.2.3.1.4. Según su función:**

- Carreteras principales o de primer orden, son aquellas vías troncales y de accesos a capitales de departamento, que cumplen la función básica de integrar las principales zonas de producción y de consumo del país de este con los demás países (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26).
- Carreteras secundarias o de segundo orden, “son aquellas vías que unen cabeceras municipales entre si y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una principal”. (Tapia & Veizaga, 2006, p.26).
- Carreteras terciarias o de tercer orden, “son aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas entre si (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26).

#### **2.2.3.1.5. Según la velocidad de diseño**

La velocidad de diseño o velocidad de proyecto se define como la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en un tramo

determinado de una vía, cuando las condiciones son tan favorables (TAPIA, y otros, 2006 pág. 26).

En la tabla 1, se puede visualizar la velocidad de diseño de la vía según el tipo de carretera

*Tabla 1 Clasificación de las carreteras según la velocidad de diseño*

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Carretera principal de dos calzadas	Plano								■	■	■	■
	Ondulado						■	■	■	■	■	■
	Montañoso						■	■	■	■	■	■
	escarpado						■	■	■	■	■	
Carretera principal de una calzada	Plano					■	■	■	■	■		
	Ondulado				■	■	■	■	■	■		
	Montañoso				■	■	■	■	■			
	escarpado				■	■	■	■				
Carretera secundaria	Plano			■	■	■	■	■				
	Ondulado		■	■	■	■	■	■				
	Montañoso		■	■	■	■	■					
	escarpado	■	■	■	■	■						
Carretera terciaria	Plano		■	■	■	■						
	Ondulado	■	■	■	■	■						
	Montañoso	■	■	■	■							
	escarpado	■	■	■	■							

**Fuente:** (Tapia & Veizaga, 2006)

En la tabla 2 se aprecia la Velocidad promedio en pendiente para cada porcentaje de zonas de no adelantamiento y para pendientes en específicas

Tabla 2 Valores de la relación v/c para pendientes específicas

Porcentaje de pendiente	Velocidad promedio en la pendiente (mi/h)	Porcentaje de zonas de No Adelantamiento para Pendientes específicas					
		0	20	40	60	80	100
3	55.0	0.27	0.23	0.19	0.17	0.14	0.12
	52.5	0.42	0.38	0.33	0.31	0.29	0.27
	50.0	0.64	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47
	45.0	1.00	0.95	0.91	0.88	0.86	0.84
	42.5	1.00	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
	40.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	55.0	0.25	0.21	0.18	0.16	0.13	0.11
	52.5	0.40	0.36	0.31	0.29	0.27	0.25
	50.0	0.61	0.56	0.52	0.49	0.47	0.45
	45.0	0.97	0.92	0.88	0.85	0.83	0.81
	42.5	0.99	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92
	40.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	55.0	0.21	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08
	52.5	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20
	50.0	0.57	0.49	0.45	0.41	0.39	0.37
	45.0	0.97	0.84	0.79	0.75	0.72	0.70
	42.5	0.97	0.90	0.87	0.85	0.83	0.82
	40.0	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92
6	35.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	55.0	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04
	52.5	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.13
	50.0	0.48	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26
	45.0	0.85	0.76	0.68	0.63	0.59	0.55
	42.5	0.93	0.84	0.78	0.74	0.70	0.67
7	40.0	0.97	0.91	0.87	0.83	0.81	0.78
	35.0	1.00	0.96	0.95	0.93	0.91	0.90
	30.0	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98
	55.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	52.5	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05	0.04
	50.0	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15	0.12
7	45.0	0.77	0.65	0.55	0.46	0.40	0.35
	42.5	0.86	0.75	0.67	0.60	0.54	0.48
	40.0	0.93	0.82	0.75	0.69	0.64	0.59
	35.0	1.00	0.91	0.87	0.82	0.79	0.76
	30.0	1.00	0.95	0.92	0.90	0.88	0.86

Fuente: (Tapia & Veizaga, 2006)

#### 2.2.4. Nivel de servicio:

La medida principal de la calidad de servicio es el porcentaje de tiempo de retraso, con la utilización de la velocidad y capacidad como medidas secundarias. El criterio de nivel de servicio está definido para periodos pico flujo de 15 minutos, y está pensado para aplicaciones en segmentos significativamente largos (TAPIA, y otros, 2006 pág. 269).

En la tabla 3, nos resume Tapia y Veizaga la relación v/c, para cada nivel de servicio establecido para cada tipo de terreno

**Tabla 3 Nivel de servicio para segmentos generales de carreteras de dos carriles**

*Tabla 3 Nivel de servicio para segmentos generales de carreteras de dos carriles*

		Relación v/c							
		Terreno llano							
NS	% de tiempo de retraso	Vel. Prom.	Porcentaje de zona de no adelantamiento						
			0	20	40	60	80	100	
A	≤30	≥58	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	
B	≤45	≥55	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	
C	≤60	≥52	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	
D	≤75	≥50	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	
E	>75	≥45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
F	100	<45	--	--	--	--	--	--	
		Terreno ondulado							
A	≤30	≥57	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	
B	≤45	≥54	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	
C	≤60	≥51	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	
D	≤75	≥49	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43	
E	>75	≥40	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90	
F	100	<40	--	--	--	--	--	--	
		Terreno montañoso							
A	≤30	≥56	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01	
B	≤45	≥54	0.25	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10	
C	≤60	≥49	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16	
D	≤75	≥45	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33	
E	>75	≥35	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78	
F	100	<35	--	--	--	--	--	--	

**Fuente:** (Tapia & Veizaga, 2006)

#### 2.2.4.1. Nivel de servicio clase A:

Ocurre cuando los motoristas están posibilitados de manejar a su velocidad deseada (60mi/h) en carreteras de dos carriles. La demanda de adelantamiento está bien por debajo de la capacidad de adelantamiento, y casi no se observan grupos de tres o más vehículos. Los conductores no deberían estar retrasados por más de 30% del tiempo por vehículos de

movimiento lento. Un máximo flujo de 420 veh/h, total en ambas direcciones puede ser logrado bajo condiciones ideales (TAPIA, y otros, 2006 pág. 271).

#### **2.2.4.2. Nivel de servicio clase B:**

Caracteriza la región de flujo de tráfico donde se esperan velocidades de 55mi/h (88km/h) o un poco mayores en terreno llano, la demanda de adelantamiento que sé que se necesita para mantener la velocidad deseada se vuelve significativa y cercanamente igual a la capacidad de adelantamiento al límite inferior del nivel de servicio B. los conductores están retrasados hasta un 45% del tiempo en promedio. Flujo de servicio de 750 veh/h. total en ambas direcciones pueden ser logradas bajo condiciones ideales. Bajo este flujo, el número de grupos formándose en el flujo de tráfico empieza a incrementarse dramáticamente (TAPIA, y otros, 2006 pág. 271).

#### **2.2.4.3. Nivel de servicio clase C:**

Se caracteriza por incrementos adicionales en el flujo, dando como resultado un notable incremento de formación de grupos, el tamaño de grupo y la frecuencia de impedimento de adelantamiento. El promedio de velocidad aun excede 52 mi/h (84km/h) en terreno llano, aun así, la demanda de adelantamiento irrestricto excede la capacidad de adelantamiento. A altos niveles de volumen, cadenas de grupo y reducciones significativas de capacidad de adelantamiento están listos a ocurrir. Mientras el flujo de tráfico sea estable, este se convierte susceptible de congestión debido a los giros de tráfico y vehículos de movimiento lento. El porcentaje de tiempo de retraso llega hasta un 60%. Un flujo de servicio de hasta 1200 veh/h, total en ambas direcciones puede ser acomodado bajo condiciones ideales (TAPIA, y otros, 2006 pág. 272).

#### **2.2.4.4. Nivel de servicio clase D:**

Se alcanza un flujo de tráfico inestable. Los dos flujos opuestos del tráfico empiezan esencialmente a operar por separado a grandes volúmenes de servicio, en cuanto que el adelantamiento se vuelve extremadamente difícil,

la demanda de adelantamiento es muy alta mientras la capacidad de adelantamiento se aproxima a cero. Grupos del tamaño de 5 o 6 vehículos son comunes, y la velocidad de 50 mi/h (80km/h) puede aún ser mantenida en condiciones ideales. La fracción de zonas de no adelantamiento a lo largo de la sección del camino usualmente tiene una pequeña influencia en el adelantamiento. Giros de vehículos y/o distracciones a los lados del camino causa mayores ondas de choque en el flujo de tráfico. El porcentaje de tiempo que los motoristas están retrasados se acerca al 75%. Un flujo de servicio de 1800 veh/h, total en ambas direcciones puede ser mantenido bajo condiciones ideales. Este es el más alto flujo que puede ser mantenido por cualquier tiempo sobre una sección de terreno llano sin una alta probabilidad de colapso (TAPIA, y otros, 2006 pág. 272).

#### **2.2.4.5. Nivel de servicio clase E:**

Es definido como un flujo de tráfico sobre carreteras de dos carriles que tienen un porcentaje de retraso mayor al 75%. Bajo condiciones ideales, las velocidades caerían por debajo de 50 mi/h (80 km/h). La velocidad promedio de viaje en carreteras son menos que las condiciones ideales serían más lentas, tan bajas como 25 mi/h en subidas sostenidas. El adelantamiento es virtualmente imposible bajo un nivel de servicio E, grupos se vuelven inmensos cuando vehículos lentos u otras interrupciones son encontrados. El mayor volumen asequible bajo el nivel de servicio E define la capacidad de la carretera. Bajo condiciones ideales la capacidad es de 2800 veh/h, total en ambas direcciones. Para otras condiciones la capacidad es más baja. Las condiciones de operación en capacidad son inestables y difíciles de predecir. Las operaciones de tráfico son raramente observadas cercanas a la capacidad en carreteras rurales, principalmente debido a la falta de demanda. La capacidad de las carreteras de dos carriles es afectada por la división del tráfico por direcciones. Como la división direccional se mueve lejos de la condición "ideal" 50/50 la capacidad total de las carreteras de dos carriles es reducida como sigue (TAPIA, y otros, 2006 pág. 272).

En la tabla 4, establecen la capacidad total de vehículos para carreteras de dos carriles en función de la distribución vehicular

*Tabla 4. Valores de capacidad en función a la distribución direccional*

Distribución Direccional	Capacidad Total (veh/h)	Relación de capacidad a capacidad ideal
50/50	2800	1.00
60/40	2650	0.94
70/30	2500	0.89
80/20	2300	0.83
90/10	2100	0.75
100/0	2000	0.71

**Fuente:** (Tapia & Veizaga, 2006)

#### **2.2.4.6. Nivel de servicio clase F:**

Representa una congestionada fluidez con una demanda de tráfico que excede la capacidad (TAPIA, y otros, 2006 pág. 273).

*Tabla 5. Valores de capacidad*

NIVEL DE SERVICIO	TIEMPO DE PARADA POR VEHICULO (seg.)
A	< 10
B	> 10 - 20
C	> 20 - 35
D	> 35 - 55
E	> 55 - 80
F	> 80

**Fuente:** (Tapia & Veizaga, 2006)

#### **2.2.5. Flujo de saturación:**

El flujo de saturación “s”, es la tasa máxima de vehículos que cruzan la línea de ALTO, que se obtiene cuando existen filas y estas aún persisten hasta el final del periodo verde, tal es el caso del periodo de verde complementario saturado (TAPIA, y otros, 2006 pág. 397).

#### **2.2.6. Carretera de dos carriles**

Una carretera de dos carriles puede ser definida como una vía de dos carriles donde se tiene un carril para el uso del tráfico en cada dirección. El adelantar a vehículos lentos requiere el uso de la vía opuesta donde la distancia y el alcance de flujo del tráfico opuesto lo permitan. En la medida

en que el volumen y/o las restricciones geométricas se incrementan, la habilidad para adelantar disminuye, dando como resultado la formación de grupos en el flujo de tráfico, motoristas en estos grupos son sujetos de retraso debido a la inhabilidad de adelantar.

La principal función de las carreteras de dos carriles es la de un transporte eficaz, usadas como arterias primarias de conexión a vías de mayor volumen de tráfico. Para segmentos cortos de carreteras de dos carriles las condiciones de tráfico tienden a ser mejores que la que podría esperarse para segmentos más largos de dos carriles, y las expectativas con respecto a la calidad de servicio por parte de los motoristas es generalmente más alto (TAPIA, y otros, 2006 pág. 266).

### 2.2.7. Ancho de carril

Está representado por la medida de la sección de un carril de la vía medida en metros (TAPIA, y otros, 2006 pág. 266).

*Tabla 6. Factores de ajuste por el efecto combinado de ancho de carriles y hombros*

Ancho de hombro utilizable (pies)	Carriles de 12 pies		Carriles de 11 pies		Carriles de 10 pies		Carriles de 9 pies	
	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E
	>=6	1.00	1.00	0.93	0.94	0.84	0.87	0.70
4	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.64	0.74
2	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

**Fuente:** (Tapia & Veizaga, 2006)

### 2.2.8. Equivalencia de vehículos

El concepto de equivalencia de vehículos está basado en condiciones de observación de autopistas en los cuales la presencia de vehículos pesados, incluyendo camiones, buses y vehículos recreacionales, crean condiciones menores a las ideales, estas condiciones no ideales incluyen más largas y

más frecuentes brechas de excesivo espacio tanto delante como detrás del vehículo pesado (TAPIA, y otros, 2006 pág. 96).

en la tabla 7 se da a conocer los factores de vehículos equivalentes para camiones, vehículos recreacional y buses

*Tabla 7. Equivalencia de vehículos*

Tipo de vehiculo	Nivel de Servicio	Tipo de Terreno		
		Llano	Ondulado	Montañoso
camiones	A	2.0	4.0	2.0
	B y C	2.2	5.0	10.0
	D y E	2.0	5.0	12.0
Vehículos recreacionales	A	2.2	3.2	5.0
	B y C	2.2	3.9	5.2
	D y E	1.6	3.3	5.2
buses	A	1.8	3.0	5.7
	B y C	2.0	3.4	6.0
	D y E	1.6	2.9	6.5

**Fuente:** (Tapia & Veizaga, 2006)

### **2.2.9. Análisis del nivel de servicio de intersecciones con semáforo**

“El nivel de servicio se expresa en términos de la demora medida por vehículo debida a las detenciones para un periodo de análisis de 15 minutos” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 317).

#### **2.2.9.1. Nivel de servicio A**

“Describe operaciones con demoras muy bajas, menores a 5 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos llegan durante la fase verde y no se detienen del todo. Presentan longitudes de ciclo cortas que pueden contribuir a demoras mínimas” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 318).

#### **2.2.9.2. Nivel de servicio B**

“Describe operaciones con demoras mayores a 5 segundos hasta 15 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse causando retrasos” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 318).

### **2.2.9.3. Nivel de servicio C**

Describe operaciones con demoras mayores a 15 segundos hasta 25 segundos por vehiculo. Estos retrasos elevados pueden dar como resultado una progresión de transito regular. Las longitudes de ciclo son largas. Algunos ciclos empiezan a malograrse. El número de vehículos parados es significativo (TAPIA, y otros, 2006 pág. 318).

### **2.2.9.4. Nivel de servicio D**

Describe operaciones con demoras mayores a 25 segundos hasta 40 segundos por vehiculo. En un nivel D la influencia de congestión se vuelve más apreciable. Las demoras son resultado de una progresión de transito mala o llegadas a la fase roja. Las longitudes de ciclo son amplias y las relaciones v/c son altas. Muchos vehículos se detienen, los ciclos malogrados se hacen más notorios (TAPIA, y otros, 2006 pág. 318).

### **2.2.9.5. Nivel de servicio E**

Describe operaciones con demoras mayores a 40 segundos hasta 60 segundos por vehiculo. Este nivel es considerado por muchas agencias de ser el límite de un retraso aceptable. Estos valores altos de retraso generalmente indican una pobre progresión, longitudes de ciclo muy largos y relaciones de v/c altas (TAPIA, y otros, 2006 pág. 319).

### **2.2.9.6. Nivel de servicio F**

Describe operaciones con demoras a 60 segundos por vehiculo. Este nivel, considerado inaceptable para la mayoría de los conductores, a menudo ocurre una sobresaturación, que es, cuando los flujos de llegada exceden la capacidad de la intersección. Presentan muchos ciclos malogrados, una pobre progresión y largas longitudes de ciclo (TAPIA, y otros, 2006 pág. 319).

En la tabla número 8 se establece el nivel de servicio para intersecciones semaforizadas en medida de tiempo

Tabla 8. Criterios de nivel de servicio para intersecciones reguladas por semáforos

NIVEL DE SERVICIO	DEMORA POR PARADA POR VEHICULO (seg.)
A	$\leq 5.0$
B	$> 5.0 - \leq 15$
C	$> 15 - \leq 25$
D	$> 25 - \leq 40$
E	$> 40 - \leq 60$
F	$> 60$

Fuente:(Tapia & Veizaga, 2006)

En la tabla 9. Se establece el factor por porcentaje de vehículos pesados presentes en la vía

Tabla 9. Factor de vehículos pesados

Porcentaje de vehículos pesados % VP	Factor de vehículos pesados $F_{vp}$
0	1.000
2	0.980
4	0.962
3	0.943
8	0.926
10	0.909
15	0.870
20	0.833
25	0.800
30	0.769
35	0.741
40	0.714
45	0.69
50	0.667
75	0.571
100	0.500

Fuente: (Tapia & Veizaga, 2006)

En la tabla 10. Se establece el factor de inclinación por pendiente de bajada o subida de la vía

*Tabla 10. Factor de ajuste por pendiente de acceso*

Inclinación, %		Factor de inclinación
Tipo	Porcentaje	
bajada	-6 ò inferior	1.030
	-4	1.020
	-2	1.010
A nivel	0	1.000
	+2	0.990
	+4	0.980
	+6	0.970
	+8	0.960
subida	+10 superior	0.950

**Fuente:** (Tapia & Veizaga, 2006)

En la tabla 11. Se da a conocer el número de maniobras por estacionamiento de los vehículos en base al número de carriles

*Tabla 11. Factor de vehículos pesados*

Número de carriles en el grupo de carriles N	Sin estacionamiento	Número de maniobras de estacionamiento por hora, Nm				
		0	10	20	30	40 <sup>a</sup>
1	1.000	0.900	0.850	0.800	0.750	0.700
2	1.000	0.950	0.925	0.900	0.875	0.850
3 <sup>a</sup>	1.000	0.967	0.950	0.933	0.917	0.900

**Fuente:** (Tapia & Veizaga, 2006)

## 2.3. Definición de términos

### AFORO VEHICULAR

“Sirven para registrar el número de vehículos o peatones que pasan por un punto, entran a una intersección o usan parte de un camino; como un carril, un paso de peatones o una acera” (ANGASPILCO, 2014 pág. 36).

### AFOROS DE VOLUMEN

Los aforos de volumen realizados en un punto o sección de una vía nos permiten obtener datos relacionados con el movimiento de automóviles respecto al tiempo y espacio, las características de los aforos dependen del tipo de análisis solicitado en una vía (TAPIA, y otros, 2006 pág. 67).

## **CARRIL**

“Es aquella parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 27).

## **DENSIDAD**

“Define la concentración o densidad de tráfico como el número de vehículos que ocupan una longitud específica de una vía en un momento dado. Por lo general se expresa en unidades de vehículos por kilómetro (veh/km)” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 53).

## **FACTOR DE HORA DE MAXIMA DEMANDA**

“Convierte los volúmenes horarios de máxima demanda (VHMD) a tasas de flujo (q)” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 396).

## **FACTOR DE HORA PICO**

“Representa una variación temporal en el flujo durante una hora. En autopistas, el valor de FHP varía desde 0.80 a 0.95” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 103).

## **FLUJO CONTINUO**

Es aquel en que el vehículo que va transitando por la vía solo se ve obligado a detenerse por razones inherentes al tráfico. Es el tráfico de las carreteras. Los vehículos se detienen cuando ocurre algún accidente, cuando llegan a un destino específico, paradas intermedias etc (hcm, 2000).

## **FLUJO DE SATURACION**

El flujo de saturación “s”, es la tasa máxima de vehículos que cruzan la línea de ALTO, que se obtiene cuando existen filas y estas aún persisten hasta el final del periodo verde, tal es el caso del periodo de verde complementario saturado (TAPIA, y otros, 2006 pág. 397).

## **FLUJO DISCONTINUO**

“Es el característico de las calles, donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, siendo una de estas los controles de tránsito de las intersecciones como lo son los semáforos, los cede el paso, etc.” (hcm, 2000).

### **FLUJO O TASA DE FLUJO**

Es la cantidad de vehículos que pasa por un punto o sección transversal de una vía en un tiempo menor a una hora, se puede expresar en unidades de vehiculo/hora teniendo en cuenta que no presenta exactamente el número de vehículos por hora (TAPIA, y otros, 2006 pág. 54).

### **FLUJO VEHICULAR**

“El tránsito vehicular (también llamado tráfico vehicular o simplemente tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista” (HCM, 2000).

### **TRAFICO**

“Tránsito de personas y circulación de vehículos por calles, caminos” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 4).

### **TRANSITAR**

“ir o pasar de un punto a otro por vías, calles o parajes públicos” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 4).

### **TRANSITO**

“Acción de transitar. Sitio por donde se pasa de un lugar a otro” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 4).

### **TRANSITO ANUAL (TA)**

“Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 365 días consecutivos (T= 1 año)” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 54).

### **TRANSITO DIARIO (TD)**

“Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 24 horas consecutivos (T= 1 día)” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 55).

### **TRANSITO HORARIO (TH)**

“Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 60 minutos consecutivos (T= 1 hora)” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 55).

### **TRANSITO MENSUAL (TM)**

“Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 30 días consecutivos (T= 1 mes)” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 54).

### **TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL**

“Es el transito anual (TA) dividido entre 365 días” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 55).

### **TRANSITO PROMEDIO DIARIO MENSUAL**

“Es el transito mensual (TM) dividido entre 30 días” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 55).

### **TRANSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL**

“Es el transito semanal (TS) dividido entre 7 días” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 55).

### **TRANSITO SEMANAL (TS)**

“Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 7 días consecutivos (T= 1 semana)” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 55).

### **VELOCIDAD**

“Se define velocidad como el espacio recorrido en un determinado tiempo, cuando la velocidad es constante, queda definida como una función lineal de la distancia y el tiempo” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 48).

### **VELOCIDAD**

“Se define como el espacio recorrido en un determinado tiempo. Cuando la velocidad es constante, queda definido como una función lineal de la distancia y el tiempo” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 48).

### **VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL**

“La velocidad media espacial o medio-espacio, es la media aritmética de las velocidades de los vehículos que en un instante dado ocupan un tramo de una vía” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 51).

### **VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL**

“La velocidad temporal o velocidad media-tiempo, es la media aritmética de la velocidad de todos los vehículos que pasan por un punto durante un intervalo de tiempo seleccionado” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 49).

### **VIABILIDAD O VIA**

La vía es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. El elevado nivel de vida de un país se relaciona con su excelente sistema vial o viceversa (TAPIA, y otros, 2006 pág. 25).

### **VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA**

“Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de una vía durante 60 minutos consecutivos, representa el periodo de máxima demanda que se registra durante un día” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 56).

### **VOLUMEN HORARIO MAXIMO ANUAL (VHMA)**

“Es el máximo volumen horario que pasa por un punto o sección transversal de una vía durante un año, es decir, 1 de 8760 horas en la que se registra el mayor volumen de tráfico” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 56).

### **VOLUMEN VEHICULAR**

“Número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dada de un carril o de una calzada durante un periodo determinado de tiempo” (QUINTERO, y otros, 2016 pág. 3).

### **VOLUMENES DE TRANSITO ABSOLUTOS O TOTALES**

“Son volúmenes de tránsito que están clasificados de acuerdo al lapso de tiempo determinado para su cálculo, este lapso puede ser un año, un mes una semana, un día o una hora” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 54).

## **VOLUMENES DE TRANSITO HORARIO (VH)**

“Su unidad de medida son los vehículos por hora se clasifican de acuerdo a la hora seleccionada” (TAPIA, y otros, 2006 pág. 55).

### **2.4. Hipótesis**

#### **2.4.1. Hipótesis General**

Existe una relación directa entre la capacidad vial y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

#### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

Existe una relación directa entre las condiciones de tráfico y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

Existe una relación directa entre las características geométricas y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

Existe una relación directa entre volumen vehicular y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

### **2.5. Variables**

#### **2.5.1. Definición conceptual de las variables**

##### **V.I. Capacidad vial**

De acuerdo a (BAYONA, y otros, 2015), “La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular o peatonal que pasa durante un periodo de tiempo en la vía”

### **V.D. Flujo vehicular**

De acuerdo a (TORREJON, 2019), “Se le conoce como flujo vehicular a la cantidad de vehículos pesados, medianos o livianos que transitan por una vía, carretera, o trocha carrozar en un determinado periodo de tiempo”

## **2.5.2. Definición operacional de las variables**

### **V.I. Capacidad vial**

De acuerdo a (BAYONA, y otros, 2015), “Determina el flujo máximo horario al que se puede esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme del carril o calzada en un tiempo”

### **V.D. Flujo vehicular**

De acuerdo a (PTOLOMEO), “Describe la forma como se desplazan los vehículos de un lugar a otro, lo cual permite determinar la cantidad de vehículos que utiliza la vía”

### 2.5.3. Operacionalización de las variable

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIONES	UNIDAD	INDICADORES
VI: Capacidad vial Fuente: Tairo y Farfán; 2019	De acuerdo a Bayona y Márquez (2015), La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular o peatonal que pasa durante un periodo de tiempo en la vía.	De acuerdo a Bayona y Márquez (2015), Determina el flujo máximo horario al que se puede esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme del carril o calzada en un tiempo.	NUMERICA	Condiciones de trafico	(veh/h, m/s, veh)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aforo vehicular y composición del tráfico (veh/h)</li> <li>➤ FHMD</li> <li>➤ Distribución del tráfico por carril (veh/h)</li> <li>➤ Medir velocidad en campo (m/s)</li> </ul>
				Características geométrica	(m, %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ancho de calzada (m)</li> <li>➤ Ancho de carril (m)</li> <li>➤ Ancho de berma (m)</li> <li>➤ % de zona de no rebase (%)</li> <li>➤ Puntos de acceso (número de accesos)</li> <li>➤ % de pendiente promedio (%)</li> </ul>
				Volumen vehicular	(Veh mixtos/h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Volumen horario de máxima demanda (Veh mixtos/h)</li> <li>➤ Volumen máximo permitido (tasa max. de flujo/autopista)</li> <li>➤ Transito diario (veh/día)</li> </ul>
VD: Flujo vehicular Fuente: HCM 2010	De acuerdo a Torrejón (2019), Se le conoce como flujo vehicular a la cantidad de vehículos pesados, medianos o livianos que transitan por una vía, carretera, o trocha carrozar en un determinado periodo de tiempo	De acuerdo a Urazan (2014), Describe la forma como se desplazan los vehículos de un lugar a otro, lo cual permite determinar la cantidad de vehículos que utiliza la vía	NUMERICA	Flujo	(Veh/dia, hora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tasa de flujo (veh/h)</li> <li>➤ Volumen (veh/h)</li> <li>➤ Intervalo simple entre vehículos consecutivos (seg)</li> <li>➤ Intervalo promedio entre varios vehículos (seg)</li> </ul>
				Velocidad	(km/h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Velocidad instantánea (km/h)</li> <li>➤ Velocidad media temporal (km/h)</li> <li>➤ Velocidad media espacial (km/h)</li> </ul>
				Densidad	(veh/km)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Concentración (veh/km)</li> <li>➤ Espaciamiento simple entre vehículos consecutivos (m)</li> <li>➤ Espaciamiento promedio entre varios vehículos (m)</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Método de la investigación**

“Los métodos a utilizar, serán el científico y como método específico será la observación” (BERNAL, 2010).

Como método general de la presente investigación se tiene al método científico, de manera que constituye procedimientos, técnicas, instrumentos, estrategias y tácticas para la resolución del problema de investigación a través de la verificación o refutación de las proposiciones como hipótesis (CARRASCO, 2005).

#### **3.2. Tipo de investigación**

“El tipo de investigación será aplicado “tal clase de investigación cumple con los propósitos fundamentales que es producir conocimientos y teorías” (HERNANDEZ, 2014 pág. 25).

El tipo de investigación es aplicada con respecto a ello, (CARRASCO, 2005), señala que la investigación aplicada se distingue por tener objetivos prácticos definidos, es decir para actuar, transformar o modificar un determinado sector de la realidad.

#### **3.3. Nivel de investigación**

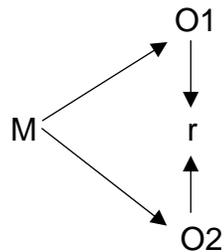
El nivel de investigación es: descriptivo - correlacional de acuerdo a ello, la investigación comienza siendo descriptiva, (HERNANDEZ, 2014), refiere que con los estudios descriptivos se busca especificar características y propiedades que son sometidas a través de un análisis, es decir solo el de recoger información y describir fenómenos, situaciones sobre la variable para su posterior análisis. Para luego analizarlo como una investigación correlacional donde, (HERNANDEZ, 2014) menciona que los estudios correlacionales tienen el propósito de evaluar la relación existente entre dos o más variables, tales correlaciones se expresan en hipótesis sometido a pruebas.

### 3.4. Diseño de la investigación

“El diseño es no experimental porque no se desarrolla ensayos, y es un estudio que se realiza sin la manipulación deliberada de las variables y en lo que solo se observa los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos” (HERNANDEZ, 2014).

Y es transversal de acuerdo a (CARRASCO, 2005), se emplea para analizar y conocer características o cualidades de un hecho de la realidad con el fin de analizar su incidencia e interrelación tal cual como se da en su contexto natural en un solo momento.

**Esquema:**



Donde:

M: Muestra La carretera P.E 3SB desde la progresiva 116+515.4 km a la progresiva 117+131.54 km.

O1: Medición de la Variable Capacidad Vial

O2: Medición de la variable Flujo Vehicular

r : Coeficiente de correlación

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

“Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación” (CARRASCO, 2005 págs. 236,237).

La población de la presente investigación está conformada por la carretera PE. 3SB.

### **3.5.2. Muestra**

Es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son la de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicho población (CARRASCO, 2005 pág. 237).

La muestra de la presente investigación está conformada por: La carretera P.E 3SB, desde la progresiva 116+515.4 km a la progresiva 117+131.54 km

### **3.5.3. Muestreo**

Para la definición de la muestra en el estudio fue de tipo no probabilístico, según: (HERNANDEZ, y otros, 2003) “Las denominadas muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas o específicas, suponen un procedimiento de selección informal y poco arbitrario. Aun así, se utilizan en muchas investigaciones y a partir de ella se hacen las inferencias sobre la población “. Esto indica que no se usarán ninguna fórmula estadística para determinar la cantidad la muestra”.

Al hacer un muestreo de tipo no probabilístico, los conceptos de error muestral e, inversamente del tamaño de muestra mínimo para acotar el error muestral que señalo en esta investigación, no pueden ser aplicados en sentido estricto (OCHOA, 2015).

## **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

Una de las técnicas que se usara en esta investigación es La observación. Con respecto a ello, Tafur (1995, p.214), en La Tesis universitaria, afirma: “Teniendo en cuenta que la observación es una técnica de recopilación de datos semprimaria, ésta permite el logro de la información en la circunstancia en que ocurren los hechos y no cuando éstos ya pasaron” (MARROQUIN, 2013).

Una de las técnicas que se usara en esta investigación es la documental, con respecto a ello (CARRASCO, 2005 pág. 275) “Documento es todo objeto o elemento material que contiene información procesada sobre hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado, y que poseen referencias valiosas para un trabajo de investigación”.

### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumento utilizados para la recolección de datos fue por intermedio guías de observación, ficha de aforo vehicular, ficha de aforo de peatones, ficha de aspectos geométricos de la vía, ficha de velocidad de vehículos mixtos y ficha de condiciones de tráfico y el software Synchro, que me ayudaran a recolectar toda la información necesaria para desarrollar esta investigación.

### **3.7. Procesamiento de la información**

El procesamiento de datos se realizó de la siguiente manera:

En base a los datos recolectados por los registros de campo se realizó la conformación de tablas con los registros ordenados de las fichas en el programa Excel y SPSS. De igual forma realice el procesamiento de los datos recolectados del Ministerio de transporte, como la tasa de crecimiento vehicular por departamento desde hace 13 años.

La cuantificación de los vehículos según el sentido, tipo y hora de control, el aforo de peatones, las características geométricas, tráfico y tráfico de la vía se realizaron para determinar: el FHMD, volúmenes horarios y equivalentes, flujo, densidad, velocidad porcentajes de camiones, buses y vehículos recreacionales, el nivel de servicio actual y futuro de las intersecciones en estudio.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

El análisis de datos generalmente será del tipo cuantitativo debido a la generación de una base de datos estadísticos con las que fueron procesadas con herramientas computacionales para la obtención de las dimensiones de

condiciones de tráfico, características geométricas y volumen vehicular, siendo representadas a través de gráficos y sus respectivas interpretaciones.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Intersección Las Américas y coronel Parra

##### 4.1.1. Aforo vehicular

En la tabla 12 presento el aforo de vehículos mixtos del 23 de febrero al 01 de marzo del 2020, en horas de máxima demanda.

*Tabla 12. Cantidad de vehículos mixtos*

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS			
DIAS	N-S	S-N	TOTAL
Lunes	1327	1230	2557
Martes	1426	1763	3189
Miércoles	1626	1503	3129
Jueves	1745	1735	3480
Viernes	1656	1818	3474
Sábado	1094	1334	2428
Domingo	1396	1407	2803

**Fuente:** Elaboración propia

##### 4.1.2. Volumen y factor horario de máxima demanda

En la tabla 13 presento los volúmenes vehiculares mixtos cada quince minutos

*Tabla 13. Volumen de vehículos mixtos*

Las Américas y Coronel Parra		
Periodo Max. Demanda	Norte-Sur	Sur-Norte
10:00 am - 10:15 am	169	189
10:15 am - 10:30 am	172	192
10:30 am - 10:45 am	177	263
10:45 am - 11:00 am	215	200
11:00 am - 11:15 am	250	259
11:15 am - 11:30 am	287	275
11:30 am - 11:45 am	235	173
11:45 am - 12:00 pm	240	184

**Fuente:** Elaboración propia

- De la tabla 13 se obtiene el VHMD y FHMD

En la tabla 14 presento el volumen y factor horario de máxima demanda

Tabla 14. Volumen horario y factor horario

	S-N	N-S	TOTAL
VHMD (veh/h)	1012	997	2009
FHMD	0.88	0.91	0.89

Fuente: Elaboración propia

- Expresando el VHMD en unidades de flujo

En la tabla 15 expreso en volumen horario de máxima demanda en unidades de flujo para facilitar los cálculos posteriores

Tabla 15. Volumen horario en unidades de flujo

	N-S	S-N
VHMD (veh/15min)	253	250

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3. Procesamiento de la velocidad

En la tabla 16 expresa los tiempos de los vehículos mixtos para cien metros de distancia

Tabla 16. Tiempo en segundos

TIEMPO EN SEGUNDOS (Las Américas y Coronel Parra), D = 100m																
N	L		M		Mi		J		V		S		D			
	N-S	S-N														
1	15.3	12.9	17.0	30.2	20.0	22.3	9.28	27.0	15.3	28.3	9.22	29.5	17.2	35.4		
2	23.6	17.8	18.2	13.4	18.3	19.0	12.0	24.8	22.3	25.3	14.3	15.2	15.0	27.0		
3	10.6	23.8	28.2	16.2	15.2	18.7	13.8	21.8	9.65	19.2	10.8	18.0	19.3	21.8		
4	9.6	17.0	13.0	21.9	12.3	28.2	11.2	19.2	8.09	18.0	11.0	24.2	18.3	23.9		
5	8.0	18.0	9.53	13.0	8.27	23.8	12.6	25.6	9.84	18.0	10.2	22.0	15.8	20.7		
6	9.7	25.6	10.9	13.5	9.69	15.2	9.20	15.5	12.0	23.3	10.0	19.2	19.0	28.4		
7	13.4	13.0	14.3	14.0	11.4	21.8	13.2	21.0	13.5	15.3	9.54	15.9	19.0	25.3		
8	12.0	14.7	17.2	14.8	14.9	23.3	15.2	18.0	12.9	17.8	8.87	23.0	17.3	18.3		
9	14.9	16.3	11.7	16.6	8.04	15.5	8.99	18.0	14.4	15.2	8.26	17.2	16.8	23.8		
10	15.7	18.5	12.5	23.7	7.39	18.2	8.08	16.3	15.4	18.9	9.64	30.0	15.0	33.2		
Media	13.3	17.8	15.2	17.8	12.5	20.6	11.3	20.7	13.3	19.9	10.2	21.4	17.3	25.8		
Media Par.	15.56		16.51		16.62		16.09		16.68		15.85		21.57			
Media							16.98									

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 expresa la velocidad en km/h de los vehículos mixtos, apoyado de la tabla 16

Tabla 17. Velocidad expresado en km/h

VELOCIDAD (km/h) (Las Américas y Coronel Parra)														
N.º	L		M		Mi		J		V		S		D	
	N-S	S-N												
1	23.5	27.8	21.1	11.8	17.9	16.1	38.7	13.3	23.4	12.6	39.0	12.1	20.8	10.1
2	15.2	20.1	19.7	26.7	19.6	18.8	29.7	14.4	16.1	14.2	25.0	23.5	23.9	13.2
3	33.9	15.1	12.7	22.1	23.5	19.1	26.0	16.4	37.3	18.7	33.0	19.9	18.5	16.4
4	37.5	21.1	27.5	16.3	29.2	12.7	32.0	18.6	44.5	19.9	32.5	14.8	19.6	15.0
5	44.8	19.9	37.7	27.5	43.5	15.1	28.3	14.0	36.5	19.9	35.1	16.3	22.7	17.3
6	36.8	14.0	35.6	26.5	37.1	23.5	39.1	23.2	29.8	15.4	35.7	18.6	18.9	12.6
7	26.7	27.6	25.1	25.6	31.4	16.4	27.2	17.0	26.5	23.4	37.7	22.5	18.9	14.2
8	29.8	24.3	20.8	24.2	24.0	15.3	23.5	19.9	27.7	20.1	40.5	15.6	20.7	19.6
9	24.0	22.0	30.5	21.6	44.7	23.1	40.0	19.9	24.9	23.5	43.5	20.8	21.4	15.0
10	22.8	19.4	28.6	15.1	48.7	19.7	44.5	22.0	23.2	18.9	37.3	11.9	23.8	10.8
Media	29.5	21.1	25.9	21.7	32.0	18.0	32.9	17.9	29.0	18.7	35.9	17.6	20.9	14.4
Media Par.	25.36		23.88		25.01		25.43		23.86		26.82		17.71	
Media	24.01													

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4. Clasificación de la vía y tipo de terreno

En la tabla 18 expreso la clasificación de la vía según su competencia y el tipo de terreno

Tabla 18. Clasificación de la vía

COMPETENCIA		TIPO
vía	Carretera de dos carriles	Terreno llano

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5. Características geométricas y composición del tráfico

En la tabla 19 resumo las características geométricas de la vía y su composición de tráfico

Tabla 19. Características geométricas y composición del tráfico

Ancho de berma	2.49 ft	0.76 m
Distribución por carril	50/50	1
Pendiente	2%	0.020
Ancho de carril	12.45 ft	fw (NS A-D) = 0.81 fw (NS E) = 0.93
% de zona de no rebase	20%	NS A V/C= 0.12
		NS B V/C= 0.24
		NS C V/C= 0.39
		NS D V/C= 0.62
		NS E V/C= 1.00
		NS F V/C= -- --
Composición del tráfico	Ligeros	88.66 %
	Buses	1.34%
	Camiones	10%

recreacional	0%
--------------	----

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.6. Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno

La tabla 20 expresa la equivalencia de los vehículos para un terreno de 2% de pendiente

Tabla 20. Equivalencia de vehiculos

	NS (A)	NS (B-C)	NS (D-C)
Camiones (ET)	2	2.2	2
Recreacional (ER)	2.2	2.5	1.6
Buses (EB)	1.8	2	1.6

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7. Determinación del flujo actual

La tabla 21 se expresa el flujo vehicular de la primera intersección en estudio

Tabla 21. Flujo vehicular

VOLUMEN VEH/H	FHMD	V/FHMD VEH/H
2009	0.89	2258

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.8. Determinación del nivel de servicio

- Los flujos de servicio se calculan de la siguiente manera:  $SF_i = 2800 \cdot (v/c) \cdot f_d \cdot f_w \cdot f_{vp}$

Tabla 22. Factor de vehículos pesados

$F_{vp} (NS A) = \frac{1}{1 + 0.1 \cdot (2 - 1) + 0.0134 \cdot (1.8 - 1)} = 0.8823$
$F_{vp} (NS B - C) = \frac{1}{1 + 0.1 \cdot (2.2 - 1) + 0.0134 \cdot (2 - 1)} = 0.8823$
$F_{vp} (NS D - E) = \frac{1}{1 + 0.1 \cdot (2 - 1) + 0.0134 \cdot (1.6 - 1)} = 0.9024$

Fuente: Elaboración propia

- Flujo para cada nivel de servicio

El flujo actual estaría en el nivel de servicio E

Tabla 23. Flujo para cada nivel de servicio

$SFA = 2800 \cdot 0.12 \cdot 1 \cdot 0.81 \cdot 0.90 = 246 \text{ veh/h}$
$SFB = 2800 \cdot 0.24 \cdot 1 \cdot 0.81 \cdot 0.88 = 481 \text{ veh/h}$
$SFC = 2800 \cdot 0.39 \cdot 1 \cdot 0.81 \cdot 0.88 = 781 \text{ veh/h}$
$SFD = 2800 \cdot 0.62 \cdot 1 \cdot 0.81 \cdot 0.90 = 1269 \text{ veh/h}$
$SFE = 2800 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 \cdot 0.90 = 2350 \text{ veh/h}$

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.9. Densidad, velocidad e intervalo y espacio promedio de vehículos

Datos tomados de la tabla 17 y 13, para procesar los datos de la tabla 24

Tabla 24. Cálculo de densidad, velocidad espacial, temporal e intervalo, espaciamiento promedio

Cálculo de densidad, velocidad espacial, temporal e intervalo, espaciamiento promedio	
Velocidad. Media temporal	$V_t = \frac{257\text{veh} \left( 25.36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) + 244\text{veh} \left( 23.08 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) + 247\text{veh} \left( 25.01 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) + 258\text{veh} \left( 25.43 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right)}{257\text{veh} + 244\text{veh} + 247\text{veh} + 258\text{veh}} = 24.74 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Velocidad Media espacial	$v_e = \frac{257\text{veh} + 244\text{veh} + 247\text{veh} + 258\text{veh}}{257\text{veh} \left( \frac{1}{25.36 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \right) + 244\text{veh} \left( \frac{1}{23.08 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \right) + 247\text{veh} \left( \frac{1}{25.01 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \right) + 258\text{veh} \left( \frac{1}{25.43 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \right)} = 24.91 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Intervalo promedio entre varios vehículos	$h = \frac{1}{281 \frac{\text{veh}}{\text{h}}} * 3600 = 12.81 \frac{\text{seg}}{\text{veh}}$
Espacio promedio entre varios vehículos	$S = 12.81 \frac{\text{seg}}{\text{veh}} * 24.91 \frac{\text{km}}{\text{h}} * \frac{1000}{3600} = 88.63 \frac{\text{m}}{\text{veh}}$
Densidad	$K = \frac{1}{88.63 \frac{\text{m}}{\text{veh}}} * 1000 = 12 \frac{\text{veh}}{\text{km}}$

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Intersección Las Américas – San Martin

### 4.2.1. Aforo vehicular

En la tabla 25 presento el aforo de vehículos mixtos del 02 de marzo al 08 de marzo del 2020, en horas de máxima demanda.

Tabla 25. Cantidad de vehículos mixtos

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS			
DIAS	N-S	S-N	TOTAL
Lunes	882	872	1754
Martes	825	833	1458
Miércoles	858	762	1620
Jueves	680	703	1383
Viernes	882	776	1658
Sábado	925	825	1750
Domingo	1190	941	2181

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.2. Volumen y factor horario de máxima demanda

En la tabla 26 presento los volúmenes vehiculares mixtos cada quince minutos

*Tabla 26. Volumen de vehículos mixtos*

Las Américas y San Martín		
Periodo Max. Demanda	Norte-Sur	Sur-Norte
01:00 pm - 01:15 pm	138	79
01:15 pm - 01:30 pm	143	92
01:30 pm - 01:45 pm	128	100
01:45 pm - 02:00 pm	136	91
04:00 pm - 04:15 pm	146	108
04:15 pm - 04:30 pm	177	137
04:30 pm - 04:45 pm	150	153
04:45 pm - 05:00 pm	172	181

**Fuente:** Elaboración propia

- De la tabla 26 se obtiene el VHMD y FHMD

En la tabla 27 presento el volumen y factor horario de máxima demanda

*Tabla 27. Volumen horario y factor horario*

	S-N	N-S	TOTAL
VHMD (veh/h)	579	645	1224
FHMD	0.79	0.91	0.86

**Fuente:** Elaboración propia

- Expresando el VHMD en unidades de flujo

En la tabla 28 expreso en volumen horario de máxima demanda en unidades de flujo para facilitar los cálculos posteriores

*Tabla 28. Volumen horario en unidades de flujo*

	N-S	S-N
VHMD (veh/15min)	162	145

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.2.3. Procesamiento de la velocidad

En la tabla 29 expreso los tiempos de los vehículos mixtos para cien metros de distancia

*Tabla 29. Tiempo en segundos*

TIEMPO EN SEGUNDOS (Las Américas y San Martín), D = 100m															
N	L		M		Mi		J		V		S		D		
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	
1	6.58	8.36	6.58	8.56	6.98	6.99	6.48	6.58	8.36	6.58	8.56	6.98	6.99	6.48	
2	6.20	8.66	6.35	7.65	6.35	6.23	6.19	6.20	8.66	6.35	7.65	6.35	6.23	6.19	
3	6.12	13.6	6.29	8.03	6.78	6.59	6.40	6.12	13.6	6.29	8.03	6.78	6.59	6.40	
4	6.42	7.86	7.25	12.8	5.25	7.66	6.20	6.42	7.86	7.25	12.8	5.25	7.66	6.20	
5	6.66	28.8	7.08	22.9	7.85	7.59	6.78	6.66	28.8	7.08	22.9	7.85	7.59	6.78	
6	6.18	13.4	7.39	11.0	5.89	23.9	7.89	6.18	13.4	7.39	11.0	5.89	23.9	7.89	
7	6.54	29.8	8.44	15.7	8.69	15.3	8.09	6.54	29.8	8.44	15.7	8.69	15.3	8.09	
8	8.88	16.8	8.26	15.9	8.56	10.5	8.23	8.88	16.8	8.26	15.9	8.56	10.5	8.23	
9	8.02	11.5	8.36	15.3	8.34	9.54	7.89	8.02	11.5	8.36	15.3	8.34	9.54	7.89	
10	7.96	15.8	9.05	33.5	7.99	24.5	6.74	7.96	15.8	9.05	33.5	7.99	24.5	6.74	
Media	6.96	15.4	7.51	15.1	7.27	11.9	7.09	6.96	15.4	7.51	15.1	7.27	11.9	7.09	
Media Par.	11.22		11.34		9.59		7.97		7.96		7.63		6.59		
Media							8.90								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 30 expresa la velocidad en km/h, de los vehículos mixtos

Tabla 30. Velocidad expresado en km/h

VELOCIDAD (km/h) (Las Américas y San Martín)															
N.º	L		M		Mi		J		V		S		D		
	N-S	S-N													
1	54.7	43.0	54.7	42.0	51.5	51.5	55.5	30.9	37.6	19.3	63.9	47.6	66.0	72.1	
2	58.0	41.5	56.6	47.0	56.6	57.7	58.1	32.8	64.9	33.0	60.8	41.7	63.9	33.1	
3	58.8	26.4	57.2	44.8	53.1	54.6	56.2	36.0	61.5	30.4	64.1	43.7	60.2	48.3	
4	56.0	45.8	49.6	28.0	68.5	47.0	58.0	40.0	60.2	33.4	64.5	42.1	67.8	49.6	
5	54.0	12.5	50.8	15.6	45.8	47.4	53.1	36.1	61.3	34.2	60.1	39.9	73.6	50.9	
6	58.2	26.7	48.7	32.5	61.1	15.0	45.6	42.6	61.1	49.7	61.1	35.6	73.9	50.9	
7	55.0	12.0	42.6	22.8	41.4	23.4	44.5	41.4	55.0	50.9	45.0	34.0	92.5	54.8	
8	40.5	21.3	43.5	22.5	42.0	34.1	43.7	41.4	57.9	59.1	47.7	48.3	53.6	42.1	
9	44.8	31.2	43.0	23.5	43.1	37.7	45.6	65.6	58.5	52.5	48.3	50.7	52.4	43.2	
10	45.2	22.7	39.7	10.7	45.0	14.6	53.4	63.9	59.1	64.1	52.2	33.0	51.5	50.7	
Media	52.5	28.3	48.6	28.9	50.8	38.3	51.4	43.1	57.7	42.7	56.8	41.7	65.5	49.6	
Media Par.	40.46		38.84		44.60		47.26		50.23		49.25		57.60		
Media							46.89								

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. Clasificación de la vía y tipo de terreno

La tabla 31 expresa la clasificación de la vía según su competencia y el tipo de terreno

Tabla 31. Clasificación de la vía

COMPETENCIA	TIPO
vía Carretera de dos carriles	Terreno llano

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5. Características geométricas y composición del tráfico

En la tabla 32 expreso las características geométricas y condiciones de tráfico de la via en estudio

Tabla 32. Características geométricas y composición del tráfico

Ancho de berma	2.29 ft	0.70 m
Distribución por carril	55/45	1.2
Pendiente	2%	0.020
Ancho de carril	11.80 ft	fw (NS A-D) = 0.8136 fw (NS E) = 0.9258
% de zona de no rebase	0%	NS A V/C= 0.15
		NS B V/C= 0.27
		NS C V/C= 0.43
		NS D V/C= 0.64
		NS E V/C= 1.00
		NS F V/C= -- --
Composición del tráfico	Ligeros	85.35 %
	Buses	0.65%
	Camiones	10%
	recreacional	0%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6. Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno

La tabla 33 expresa la equivalencia de los vehículos para un terreno de 2% de pendiente

Tabla 33. Equivalencia de vehiculos

	NS (A)	NS (B-C)	NS (D-C)
Camiones (ET)	2	2.2	2
Recreacional (ER)	2.2	2.5	1.6
Buses (EB)	1.8	2	1.6

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.7. Determinación del flujo actual

En la tabla 34 se expresa el flujo vehicular de la segunda intersección en estudio

Tabla 34. Flujo vehicular

VOLUMEN VEH/H	FHMD	V/FHMD VEH/H
1224	0.86	1424

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.8. Determinación del nivel de servicio

- Los flujos de servicio se calculan de la siguiente manera:  $SFi = 2800 \cdot (v/c) \cdot fd \cdot fw \cdot fvp$

Tabla 35. Factor de vehículos pesados

$$F_{vp}(\text{NS A}) = \frac{1}{1 + 0.14 \cdot (2 - 1) + 0.0065 \cdot (1.8 - 1)} = 0.8732$$

$$F_{vp}(\text{NS B - C}) = \frac{1}{1 + 0.14 \cdot (2.2 - 1) + 0.0065 \cdot (2 - 1)} = 0.8514$$

$$F_{vp}(\text{NS D - E}) = \frac{1}{1 + 0.14 \cdot (2 - 1) + 0.0065 \cdot (1.6 - 1)} = 0.8742$$

Fuente: Elaboración propia

- Flujo para cada nivel de servicio

El flujo actual estaría en el nivel de servicio D

Tabla 36. Flujo para cada nivel de servicio

$$SFA = 2800 \cdot 0.15 \cdot 0.97 \cdot 0.81 \cdot 0.87 = 291 \text{ veh/h}$$

$$SFB = 2800 \cdot 0.27 \cdot 0.97 \cdot 0.81 \cdot 0.85 = 510 \text{ veh/h}$$

$$SFC = 2800 \cdot 0.43 \cdot 0.97 \cdot 0.81 \cdot 0.85 = 812 \text{ veh/h}$$

$$SFD = 2800 \cdot 0.64 \cdot 0.97 \cdot 0.81 \cdot 0.87 = 1241 \text{ veh/h}$$

$$SFE = 2800 \cdot 1 \cdot 0.97 \cdot 0.92 \cdot 0.87 = 2207 \text{ veh/h}$$

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.9. Densidad, velocidad e intervalo y espacio promedio de vehículos

Datos tomados de las tablas 26 y 30, para procesar la tabla 37

Tabla 37. Densidad, velocidad espacial, temporal e intervalo, espaciamiento promedio

Densidad, velocidad espacial, temporal e intervalo, espaciamiento promedio	
Velocidad. Media temporal	$V_t = \frac{126 \text{veh} \left(40.46 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) + 157 \text{veh} \left(38.84 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) + 153 \text{veh} \left(44.60 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) + 177 \text{veh} \left(47.20 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)}{126 \text{veh} + 157 \text{veh} + 153 \text{veh} + 177 \text{veh}} = 43.02 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Velocidad Media espacial	$V_e = \frac{126 \text{veh} + 157 \text{veh} + 153 \text{veh} + 178 \text{veh}}{126 \text{veh} \left(\frac{1}{40.46 \frac{\text{km}}{\text{h}}}\right) + 157 \text{veh} \left(\frac{1}{38.84 \frac{\text{km}}{\text{h}}}\right) + 153 \text{veh} \left(\frac{1}{40.60 \frac{\text{km}}{\text{h}}}\right) + 177 \text{veh} \left(\frac{1}{47.20 \frac{\text{km}}{\text{h}}}\right)} = 42.77 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Intervalo promedio entre varios vehículos	$h = \frac{1}{179 \frac{\text{veh}}{\text{h}}} \cdot 3600 = 20.11 \frac{\text{seg}}{\text{veh}}$
Espacio promedio entre varios vehículos	$S = 20.11 \frac{\text{seg}}{\text{veh}} \cdot 42.77 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000}{3600} = 238.9 \frac{\text{m}}{\text{veh}}$

---


$$\text{Densidad} \quad K = \frac{1}{238.9 \frac{\text{m}}{\text{veh}}} * 1000 = 5 \frac{\text{veh}}{\text{km}}$$


---

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Intersección Las Américas – Mariscal Cáceres

#### 4.3.1. Aforo vehicular

En la tabla 38 presento el aforo de vehículos mixtos del 09 de marzo al 15 de marzo del 2020, en horas de máxima demanda.

Tabla 38. Cantidad de vehículos mixtos

CANTIDAD DE VEHICULOS MIXTOS			
DIAS	N-S	S-N	TOTAL
Lunes	877	1016	1893
Martes	934	972	1906
Miércoles	958	929	1887
Jueves	1045	960	2005
Viernes	972	1048	2020
Sábado	794	704	1498
Domingo	799	632	1431

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2. Volumen y factor horario de máxima demanda

En la tabla 39 presento los volúmenes vehiculares mixtos cada quince minutos

Tabla 39. Volumen de vehículos mixtos

Las Américas y Mariscal Cáceres		
Periodo Max. Demanda	Norte-Sur	Sur-Norte
07:00 am - 07:15 am	147	178
07:15 am - 07:30 am	158	166
07:30 am - 07:45 am	116	156
07:45 am - 08:00 am	117	141
08:00 am - 08:15 am	114	83
08:15 am - 08:30 am	102	83
08:30 am - 08:45 am	105	135
08:45 am - 09:00 am	113	106

Fuente: Elaboración propia

- De la tabla 39 se obtiene el VHMD y FHMD

En el cuadro 40 presento el volumen y factor horario de máxima demanda

Tabla 40. Volumen horario y factor horario

	S-N	N-S	TOTAL
VHMD (veh/h)	641	538	1179
FHMD	0.90	0.85	0.88

Fuente: Elaboración propia

- **Expresando el VHMD en unidades de flujo**

En la tabla 41 expreso en volumen horario de máxima demanda en unidades de flujo para facilitar los cálculos posteriores

Tabla 41. Volumen horario en unidades de flujo

	N-S	S-N
VHMD (veh/15min)	135	161

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3. Procesamiento de la velocidad

La tabla 42 expresa los tiempos de los vehículos mixtos para cien metros de distancia

Tabla 42. Tiempo en segundos

TIEMPO EN SEGUNDOS (Las Américas y Mariscal Cáceres), D = 100m															
N	L		M		Mi		J		V		S		D		
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	
1	6.80	9.46	6.89	6.09	7.36	14.5	7.45	12.2	7.23	9.53	7.08	9.63	9.21	11.5	
2	8.00	11.7	6.99	5.99	8.56	12.5	6.99	12.5	7.06	9.25	7.58	9.84	10.9	15.0	
3	6.92	12.0	7.99	7.08	7.08	9.00	6.87	10.4	8.09	8.24	6.45	14.2	9.11	14.8	
4	7.48	11.8	7.69	5.98	8.23	23.0	6.45	10.0	8.41	8.09	8.32	10.5	11.3	13.9	
5	6.80	6.70	7.25	6.79	8.32	7.41	8.36	10.5	7.99	8.12	8.09	13.0	11.9	11.4	
6	7.00	8.72	8.56	8.82	8.06	8.09	7.52	9.12	7.09	9.00	8.12	13.4	7.54	12.5	
7	8.88	14.0	8.99	8.98	8.45	9.52	7.09	9.56	6.42	5.63	8.54	9.51	7.85	14.6	
8	10.1	9.66	7.96	10.1	7.21	8.09	7.15	9.10	6.41	6.65	7.29	8.52	6.63	7.52	
9	7.66	10.3	7.09	10.3	6.84	8.45	7.39	9.14	7.85	5.45	7.08	11.2	7.07	8.64	
10	8.20	11.9	8.36	11.5	6.95	8.12	8.09	9.18	9.38	7.52	7.06	13.2	15.8	7.63	
Media	7.79	10.6	7.78	8.18	7.71	10.8	7.34	10.2	7.59	7.75	7.56	11.3	9.76	11.7	
Media Par.	9.21		7.98		9.29		8.77		7.67		9.45		10.76		
Media	9.02														

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 43 expreso la velocidad en km/h, de los vehículos mixtos

Tabla 43. Velocidad expresado en km/h

VELOCIDAD (km/h) (Las Américas y Mariscal Cáceres)														
N.º	L		M		Mi		J		V		S		D	
	N-S	S-N												
1	52.9	38.0	52.2	59.1	48.9	24.7	48.3	29.3	49.7	37.7	50.8	37.3	39.0	31.2
2	45.0	30.7	51.5	60.1	42.0	28.7	51.5	28.7	50.9	38.9	47.4	36.5	32.7	23.9
3	52.0	29.8	45.0	50.8	50.8	40.0	52.4	34.5	44.5	43.6	55.8	25.2	39.5	24.2
4	48.1	30.5	46.8	60.2	43.7	15.6	55.8	35.6	42.8	44.5	43.2	34.2	31.6	25.8
5	52.9	53.7	49.6	53.0	43.2	48.5	43.0	34.0	45.0	44.3	44.5	27.5	30.0	31.5
6	51.4	41.2	42.0	40.8	44.6	44.5	47.8	39.4	50.7	40.0	44.3	26.7	47.7	28.7
7	40.5	25.6	40.0	40.0	42.6	37.8	50.7	37.6	56.0	63.9	42.1	37.8	45.8	24.6
8	35.5	37.2	45.2	35.6	49.9	44.5	50.3	39.5	56.1	54.1	49.3	42.2	54.3	47.8
9	47.0	34.9	50.7	34.8	52.6	42.6	48.7	39.3	45.8	66.0	50.8	32.0	50.9	41.6
10	43.9	30.0	43.0	31.0	51.8	44.3	44.5	39.2	38.3	47.8	50.9	27.1	22.7	47.1
Media	46.9	35.2	46.6	46.5	47.0	37.1	49.3	35.7	48.0	48.1	47.9	32.7	39.4	32.7
Media Par.	41.08		46.61		42.10		42.55		48.08		40.33		36.08	
Media	42.40													

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4. Clasificación de la vía y tipo de terreno

En la tabla 44 expreso la clasificación de la vía según su competencia y el tipo de terreno

Tabla 44. Clasificación de la vía

COMPETENCIA	TIPO
vía Carretera de dos carriles	Terreno llano

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.5. Características geométricas y composición del tráfico

En la tabla 45 resumo las características geométricas de la vía y composición del tráfico

Tabla 45. Características geométricas y composición del tráfico

Ancho de berma	2.39 ft	0.73 m
Distribución por carril	50/50	1
Pendiente	2%	0.020
Ancho de carril	13.45 ft	fw (NS A-D) = 0.83 fw (NS E) = 0.94
% de zona de no rebase	0%	NS A V/C= 0.15
		NS B V/C= 0.27
		NS C V/C= 0.43
		NS D V/C= 0.64
		NS E V/C= 1.00
		NS F V/C= -- --
Composición del tráfico	Ligeros	88.16 %
	Buses	0.49%
	Camiones	11.35%
	recreacional	0%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.6. Equivalencia de vehículos según el tipo de terreno

En la tabla 46 expreso la equivalencia de los vehículos para un terreno de 2% de pendiente

Tabla 46. Equivalencia de vehiculos

	NS (A)	NS (B-C)	NS (D-C)
Camiones (ET)	2	2.2	2
Recreacional (ER)	2.2	2.5	1.6
Buses (EB)	1.8	2	1.6

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.7. Determinación del flujo actual

En la tabla 47 expreso el flujo vehicular de la tercera intersección en estudio

Tabla 47. Flujo vehicular

VOLUMEN VEH/H	FHMD	V/FHMD VEH/H
1179	0.88	1340

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.8. Determinación del nivel de servicio

- Los flujos de servicio se calculan de la siguiente manera:  $SFi = 2800 \cdot (v/c) \cdot fd \cdot fw \cdot fvp$

Tabla 48. Factor de vehículos pesados

$$F_{vp} (NS A) = \frac{1}{1 + 0.1135 \cdot (2 - 1) + 0.0049 \cdot (1.8 - 1)} = 0.8949$$

$$F_{vp} (NS B - C) = \frac{1}{1 + 0.1135 \cdot (2.2 - 1) + 0.0049 \cdot (2 - 1)} = 0.8763$$

$$F_{vp} (NS D - E) = \frac{1}{1 + 0.1135 \cdot (2 - 1) + 0.0049 \cdot (1.6 - 1)} = 0.895$$

Fuente: Elaboración propia

- Flujo para cada nivel de servicio

El flujo actual estaría en el nivel de servicio D

Tabla 49. Flujo para cada nivel de servicio

$$SFA = 2800 \cdot 0.15 \cdot 1 \cdot 0.83 \cdot 0.89 = 312 \text{ veh/h}$$

$$SFB = 2800 \cdot 0.27 \cdot 1 \cdot 0.83 \cdot 0.87 = 550 \text{ veh/h}$$

$$SFC = 2800 \cdot 0.43 \cdot 1 \cdot 0.83 \cdot 0.87 = 876 \text{ veh/h}$$

$$SFD = 2800 \cdot 0.64 \cdot 1 \cdot 0.83 \cdot 0.89 = 1333 \text{ veh/h}$$

$$SFE = 2800 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.93 \cdot 0.89 = 2352 \text{ veh/h}$$

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.9. Densidad, velocidad e intervalo y espacio promedio de vehículos

Datos tomados de las tablas 39 y 43, para procesar la tabla 50

Tabla 50. Densidad, velocidad espacial, temporal e intervalo, espaciamiento promedio

Densidad, velocidad espacial, temporal e intervalo, espaciamiento promedio	
Velocidad. Media temporal	$V_t = \frac{163\text{veh} \left(41.08 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) + 162\text{veh} \left(46.61 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) + 136\text{veh} \left(42.10 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) + 129\text{veh} \left(42.55 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)}{163\text{veh} + 162\text{veh} + 136\text{veh} + 129\text{veh}} = 43.15 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Velocidad Media espacial	$V_e = \frac{163\text{veh} + 162\text{veh} + 136\text{veh} + 129\text{veh}}{163\text{veh} \left(\frac{1}{41.08 \frac{\text{km}}{\text{h}}}\right) + 162\text{veh} \left(\frac{1}{46.61 \frac{\text{km}}{\text{h}}}\right) + 136\text{veh} \left(\frac{1}{42.10 \frac{\text{km}}{\text{h}}}\right) + 129\text{veh} \left(\frac{1}{42.55 \frac{\text{km}}{\text{h}}}\right)} = 43.05 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
Intervalo promedio entre varios vehículos	$h = \frac{1}{168 \frac{\text{veh}}{\text{h}}} * 3600 = 21.42 \frac{\text{seg}}{\text{veh}}$
Espacio promedio entre varios vehículos	$S = 21.42 \frac{\text{seg}}{\text{veh}} * 43.05 \frac{\text{km}}{\text{h}} * \frac{1000}{3600} = 256.15 \frac{\text{m}}{\text{veh}}$
Densidad	$K = \frac{1}{256.15 \frac{\text{m}}{\text{veh}}} * 1000 = 4 \frac{\text{veh}}{\text{km}}$

**Fuente:** Elaboración propia

Con una tasa porcentual obtenida del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del parque automotor actual del 4.2% para el departamento de Junín, se obtuvo que para el año 2040 el NS será “F”, según la simulación del programa Synchro.

En la parte de anexos se muestra los datos obtenidos del MTC y de la simulación.

## 4.4. Medición de las variables

### 4.4.1. Medición de la variable capacidad vial

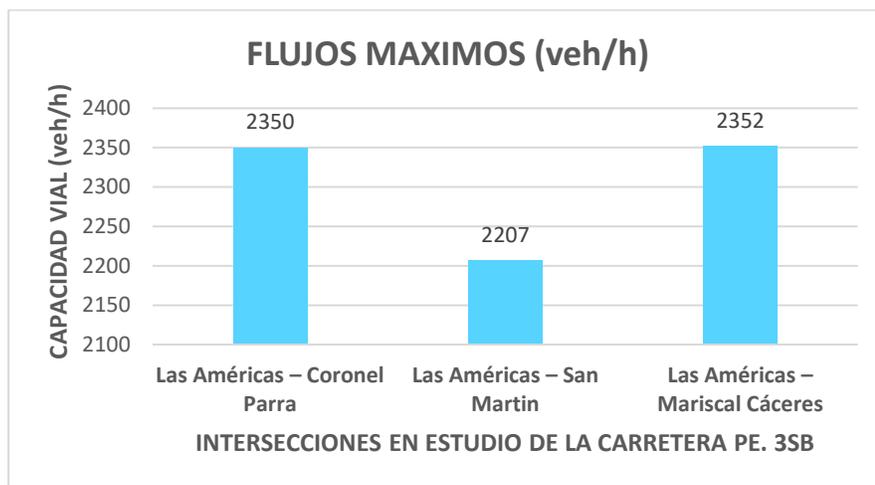
La variable capacidad vial está clasificada según el nivel de servicio en función de los flujos máximos en cada intersección de estudio de la carretera PE. 3SB, como se muestra en la tabla 51

Tabla 51. Flujos máximos por cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB,

INTERSECCIONES	FLUJO MAXIMO (veh/h)
Las Américas – Coronel Parra	2350
Las Américas – San Martín	2207
Las Américas – Mariscal Cáceres	2352

**Fuente:** Elaboración propia

Gráfico 1. Capacidad de la vía en cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB



Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Medidas estadísticas de la variable “Capacidad Vial”

Medidas de Tendencia Central	
Media	2303.00
Mediana	2350.00
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	83.14
Varianza	6913.00
Error Típico	48.00

Fuente: Procesamiento SPSS

#### 4.4.2. Medición de la variable flujo vehicular

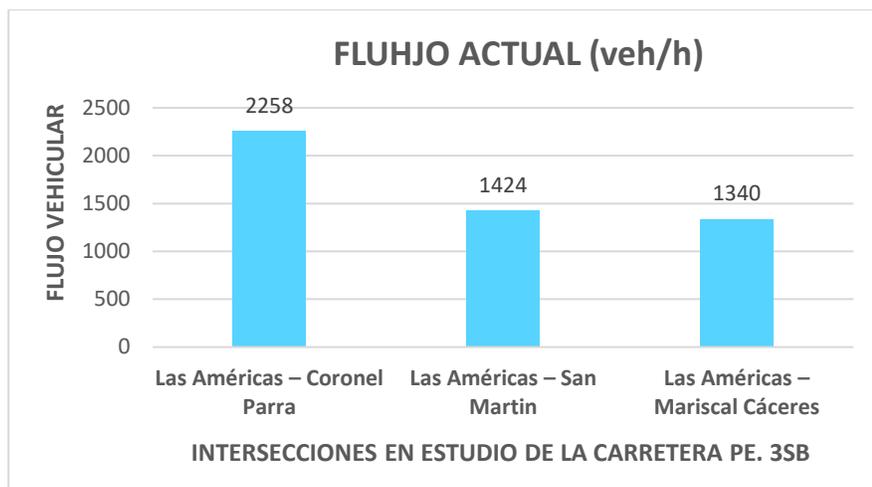
La variable flujo vehicular está clasificada en función del flujo actual en cada intersección de estudio de la carretera PE. 3SB, como se muestra en la tabla 53

Tabla 53. Flujos máximos por cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB,

INTERSECCIONES	FLUJO ACTUAL (veh/h)
Las Américas – Coronel Parra	2258
Las Américas – San Martín	1424
Las Américas – Mariscal Cáceres	1340

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Flujo Vehicular en cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB



Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Medidas estadísticas de la variable “Flujo vehicular”

Medidas de Tendencia Central	
Media	1674.00
Mediana	1424.00
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	507.50
Varianza	507.50
Error Típico	293.01

Fuente: Procesamiento SPSS

#### 4.4.3. Dimensión Condiciones de tráfico

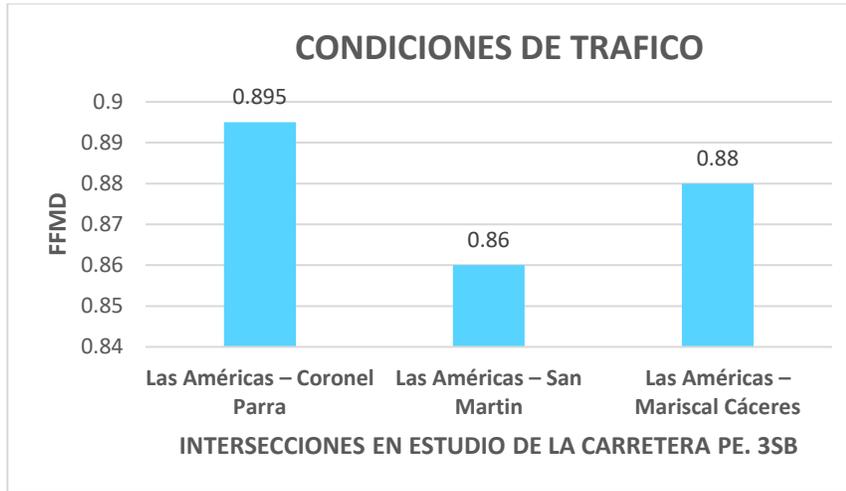
La dimensión condiciones de tráfico está clasificada en función del factor horario de máxima demanda en cada intersección de estudio de la carretera PE. 3SB, como se muestra en la tabla 55

Tabla 55. FHMD por cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB,

INTERSECCIONES	FHMD
Las Américas – Coronel Parra	0.895
Las Américas – San Martín	0.860
Las Américas – Mariscal Cáceres	0.880

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. FHMD en cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB



Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Medidas estadísticas de la dimensión “condiciones de tráfico”

Medidas de Tendencia Central	
Media	0.878
Mediana	0.880
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	0.018
Varianza	0.000
Error Típico	0.010

Fuente: Procesamiento SPSS

#### 4.4.4. Dimensión Características geométricas

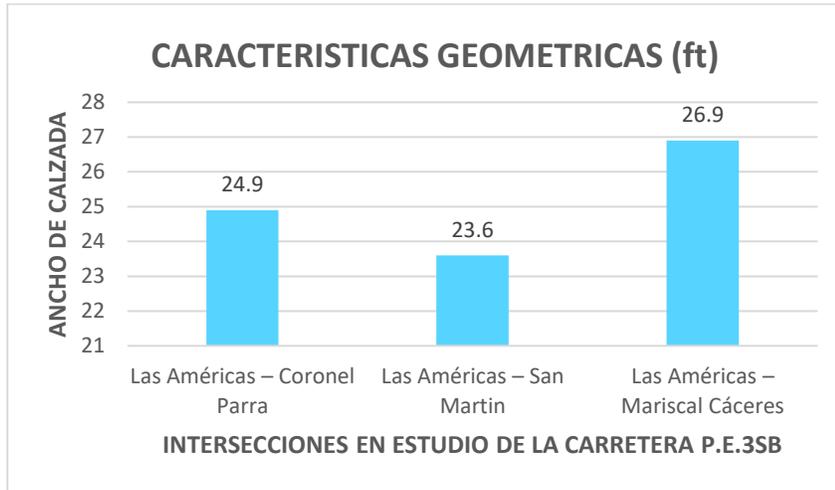
La dimensión características geométricas está clasificada en función del ancho de calzada en cada intersección de estudio de la carretera PE. 3SB, como se muestra en la siguiente tabla 57

Tabla 57. Ancho de calzada por cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB,

INTERSECCIONES	W calzada (ft)
Las Américas – Coronel Parra	24.9
Las Américas – San Martín	23.6
Las Américas – Mariscal Cáceres	26.9

Fuente: Elaboración propia

Grafico 4. Ancho de calzada en cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB



Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. Medidas estadísticas de la dimensión “características geométricas”

Medidas de Tendencia Central	
Media	25.13
Mediana	24.90
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	1.66
Varianza	2.76
Error Típico	0.96

Fuente: Procesamiento SPSS

#### 4.4.5. Dimensión Volumen vehicular

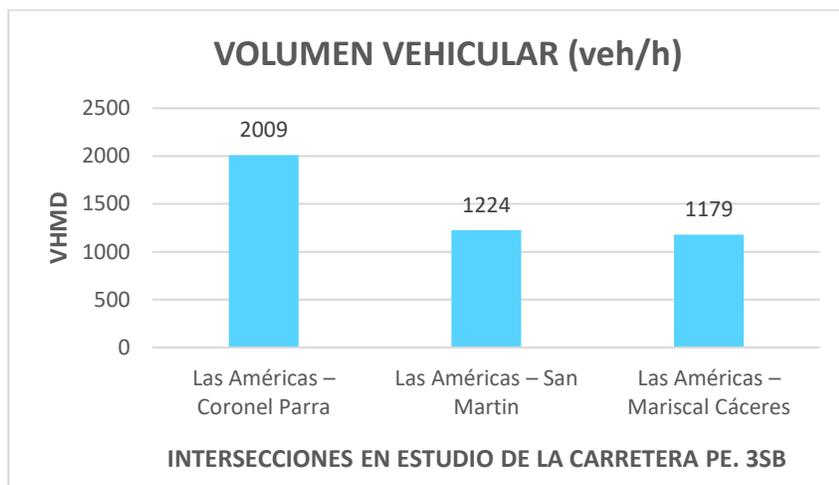
La dimensión volumen vehicular está clasificada en función del volumen horario de máxima demanda de cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB, como se muestra en la siguiente tabla 59

Tabla 59. VHMD por cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB,

INTERSECCIONES	VHMD (veh/h)
Las Américas – Coronel Parra	2009
Las Américas – San Martín	1224
Las Américas – Mariscal Cáceres	1179

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Ancho de calzada en cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB



Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Medidas estadísticas de la dimensión “volumen vehicular”

Medidas de Tendencia Central	
Media	1470.67
Mediana	1224.00
Medidas de Dispersión	
Desviación Estándar	466.75
Varianza	217858.33
Error Típico	269.48

Fuente: Procesamiento SPSS

#### 4.5. Pruebas de hipótesis

Dado que las variables son del tipo aleatorias cuantitativas, es decir numéricas según Hernández (2014), el coeficiente de correlación de Pearson es una prueba estadística con el propósito de analizar la relación entre dos variables. La relación existente entre dos variables suele estar expresada por un coeficiente de correlación:

Tabla 61. Valores de Coeficiente de Correlación

Valor	Significado
-1	Correlación inversa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación inversa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación inversa alta
-0,4 a -0,69	Correlación inversa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación inversa baja
-0,01 a -0,19	Correlación inversa muy baja

<b>0</b>	Correlación nula
<b>0,01 a 0,19</b>	Correlación positiva muy baja
<b>0,2 a 0,39</b>	Correlación positiva baja
<b>0,4 a 0,69</b>	Correlación positiva moderada
<b>0,7 a 0,89</b>	Correlación positiva alta
<b>0,9 a 0,99</b>	Correlación positiva muy alta
<b>1</b>	Correlación positiva grande y perfecta

**Fuente:** Tamayo, 1998

Para la PRUEBA DE HIPOTESIS según Chenet y Oseda (2011) se tiene en consideración los siguientes pasos:

1. Formulación de Hipótesis
  - H0: Hipótesis Nula
  - H1: Hipótesis Alterna
2. Nivel de Significancia = 5% = 0,05
3. Elección de la Prueba de Hipótesis
4. Estimación del p-valor
5. Toma de decisión:  $p < 0,05$  se rechaza H0

#### **4.5.1. Prueba de hipótesis general**

##### **a) Formulación de Hipótesis:**

- H<sub>0</sub>:  
No existe una relación directa entre capacidad vial y flujo vehicular en la carretera PE. 3SB
- H<sub>1</sub>:  
Existe una relación directa entre capacidad vial y flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

b) Nivel de Significancia:  $\alpha = 0.05$

c) Elección de la Prueba de Hipótesis:

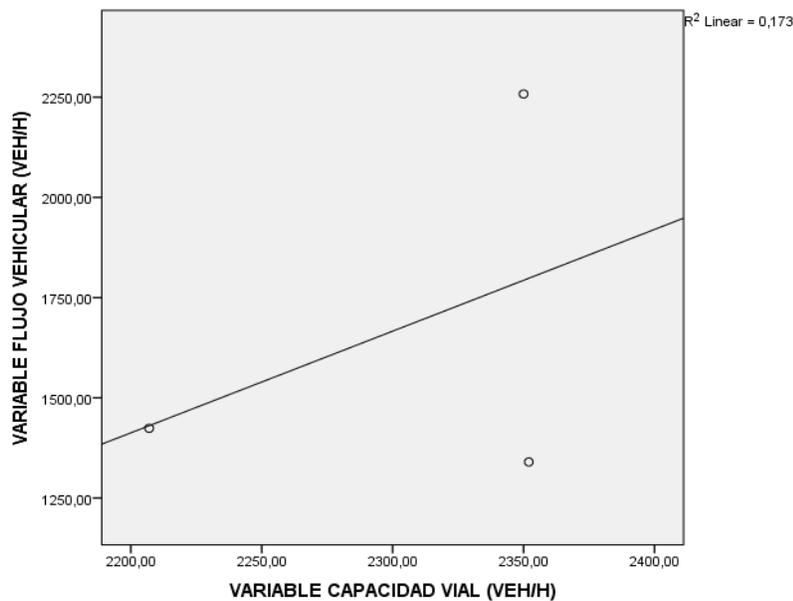
Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

d) Estimación del p-valor:

		Capacidad vial (VEH/H)	Flujo vehicular (VEH/H)
Capacidad vial (VEH/H)	Pearson Correlation	1	0,416
	P – VALOR		0,0364
	N	3	3
Flujo vehicular (VEH/H)	Pearson Correlation	0,416	1
	P – VALOR	0,0364	
	N	3	3

Fuente: Procesamiento SPSS v23

Gráfico 6. Correlación entre las variables: Capacidad vial y Flujo vehicular



Fuente: Elaboración propia. 2021

e) Toma de decisión:

Puesto que p valor = 0,0364 < 0,05 se rechaza la hipótesis de investigación  $H_0$ .

**Conclusión Estadística:**

- Existe una relación directa entre capacidad vial y flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

#### 4.5.2. Prueba de hipótesis específicas

##### 4.5.2.1. Prueba de la primera hipótesis específica

###### a) Formulación de Hipótesis:

- $H_0$ :  
No existe una relación directa entre las condiciones de tráfico y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB
- $H_1$ :  
Existe una relación directa entre las condiciones de tráfico y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

###### b) Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$

###### c) Elección de la Prueba de Hipótesis:

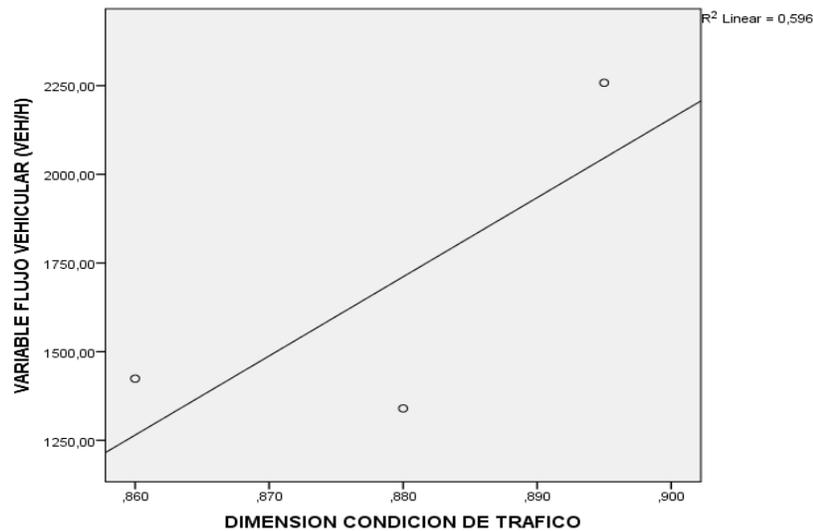
Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

###### d) Estimación del p-valor:

		Condiciones de tráfico	Flujo vehicular (VEH/H)
Condiciones de tráfico	Pearson Correlation	1	0,772
	P – VALOR		0,0219
	N	3	3
Flujo vehicular (VEH/H)	Pearson Correlation	0,772	1
	P – VALOR	0,0219	
	N	3	3

Fuente: Procesamiento SPSS v23

Grafico 7. Correlación entre la dimensión: Condiciones de tráfico y variable Flujo vehicular



Fuente: Elaboración propia. 2021

**e) Toma de decisión:**

Puesto que  $p \text{ valor} = 0,0219 < 0,05$  se rechaza la hipótesis de investigación  $H_0$ .

• **Conclusión Estadística:**

Existe una relación directa entre la condición de tráfico y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

**4.5.2.2. Prueba de la segunda hipótesis específica**

**a) Formulación de Hipótesis:**

- $H_0$ :

No existe una relación directa entre las características geométricas y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB (completar)

- $H_1$ :

Existe una relación directa entre las características geométricas y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

**b) Nivel de Significancia:  $\alpha = 0.05$**

**c) Elección de la Prueba de Hipótesis:**

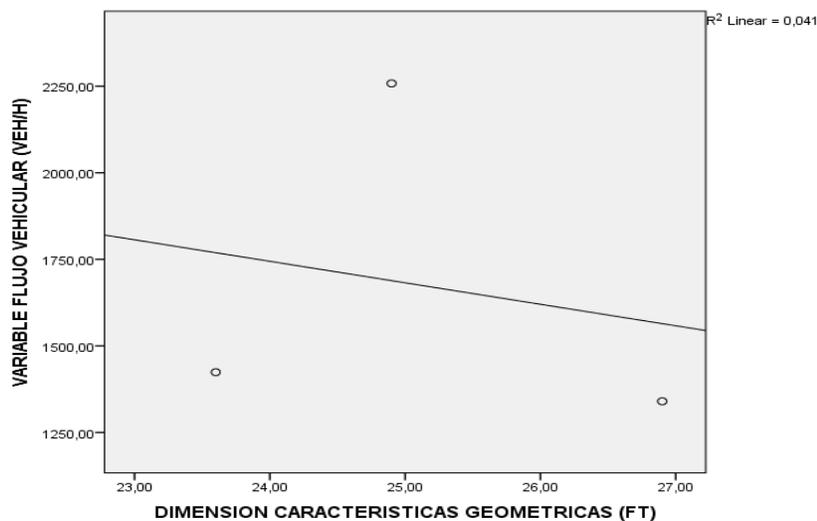
Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

**d) Estimación del p-valor:**

		Características geométricas (FT)	Flujo vehicular (VEH/H)
Características geométricas (FT)	Pearson Correlation	1	-0,203
	P - VALOR		0,435
	N	3	3
Flujo vehicular (VEH/H)	Pearson Correlation	-0,203	1
	P - VALOR	0,435	
	N	3	3

**Fuente:** Procesamiento SPSS v23

*Grafico 8. Correlación entre la dimensión: Características geométricas y variable Flujo vehicular*



**Fuente:** Elaboración propia. 2021

**e) Toma de decisión:**

Puesto que p valor = 0,435 > 0,05 se acepta la hipótesis de investigación  $H_0$ .

- **Conclusión Estadística:**

No existe una relación directa entre las características geométricas y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

#### 4.5.2.3. Prueba de la tercera hipótesis específica

##### a) Formulación de Hipótesis:

- $H_0$ :

No existe una relación directa entre el volumen vehicular y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

- $H_1$ :

Existe una relación directa entre el volumen vehicular y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

##### b) Nivel de Significancia: $\alpha = 0.05$

##### c) Elección de la Prueba de Hipótesis:

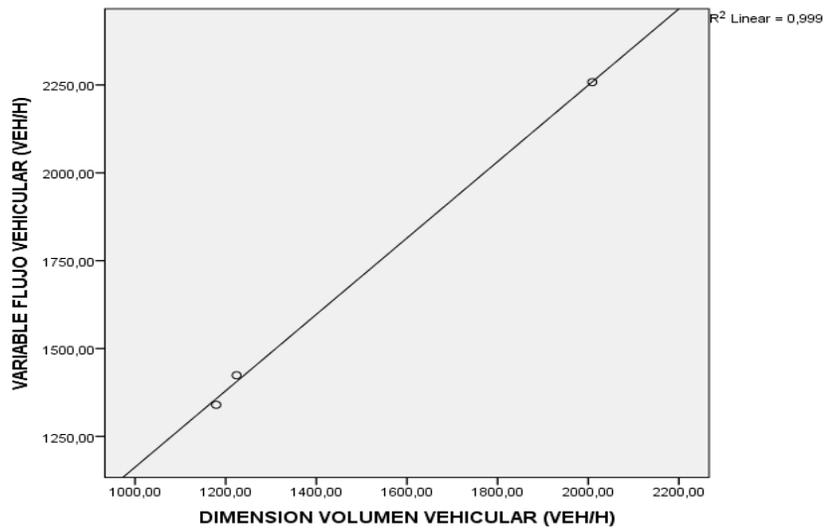
Correlación de Pearson como prueba de hipótesis.

##### d) Estimación del p-valor:

		Volumen vehicular (VEH/H)	Flujo vehicular (VEH/H)
Volumen vehicular (VEH/H)	Pearson Correlation	1	0,999
	P - VALOR		0,011
	N	3	3
Flujo vehicular (VEH/H)	Pearson Correlation	0,999	1
	P - VALOR	0,011	
	N	3	3

Fuente: Procesamiento SPSS v23

Gráfico 9. Correlación entre la dimensión: Volumen vehicular y variable Flujo vehicular



Fuente: Elaboración propia. 2021

**e) Toma de decisión:**

Puesto que  $p \text{ valor} = 0,011 < 0,05$  se rechaza la hipótesis de investigación  $H_0$ .

**Conclusión Estadística:**

Existe una relación directa entre el volumen vehicular y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB

## **CAPITULO V**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

#### **5.1. Relación de la capacidad vial y flujo vehicular**

La variable capacidad vial está clasificada según el nivel de servicio en función de los flujos máximos en cada intersección de estudio de la carretera PE. 3SB, como se muestra en la tabla 51 y representado en el Grafico 1 donde se muestra los flujos máximos de cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB.

A su vez en la Tabla 52 se muestra las mediciones estadísticas de la variable “capacidad vial”.

La variable flujo vehicular está clasificada en función del flujo actual en cada intersección de estudio de la carretera PE. 3SB, como se muestra en la tabla 53 y representado en el Grafico 2 donde se muestra los actuales de cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB.

A su vez en la Tabla 54 se muestra las mediciones estadísticas de la variable “flujo vehicular”.

Como resultado se tiene el Grafico 6, la cual muestra un diagrama de dispersión de la variable “capacidad vial” y la variable “flujo vehicular”. Teniendo un valor de correlación de 0.41.

#### **5.2. Relación de las condiciones de tráfico y el flujo vehicular**

La dimensión condiciones de tráfico está clasificada en función del factor horario de máxima demanda en cada intersección de estudio de la carretera PE. 3SB, como se muestra en la tabla 55 y representado en el Grafico 3 donde se muestra el factor horario de máxima demanda de cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB.

A su vez en la Tabla 56 se muestra las mediciones estadísticas de la dimensión “condiciones de tráfico”.

Como resultado se tiene el Grafico 7, la cual muestra un diagrama de dispersión entre la dimensión “condiciones de tráfico y la variable “flujo vehicular”. Teniendo un valor de correlación de 0.77.

### **5.3. Relación de las características geométricas y el flujo vehicular**

La dimensión características geométricas está clasificada en función del ancho de calzada en cada intersección de estudio de la carretera PE. 3SB, como se muestra en la tabla 57 y representado en el Grafico 4 donde se muestra el valor del ancho de calzada de cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB.

A su vez en la Tabla 58 se muestra las mediciones estadísticas de la dimensión “características geométricas”.

Como resultado se tiene el Grafico 8, la cual muestra un diagrama de dispersión entre la dimensión “características geométricas y la variable “flujo vehicular”. Teniendo un valor de correlación de -0.20.

### **5.4. Relación del volumen vehicular y el flujo vehicular**

La dimensión volumen vehicular está clasificada en función del volumen horario de máxima demanda de cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB, como se muestra en la tabla 59 y representado en el Grafico 5 donde se muestra el volumen horario de máxima demanda de cada intersección en estudio de la carretera PE. 3SB.

A su vez en la Tabla 60 se muestra las mediciones estadísticas de la dimensión “volumen vehicular”.

Como resultado se tiene el Grafico 9, la cual muestra un diagrama de dispersión entre la dimensión “volumen vehicular” y la variable “flujo vehicular”. Teniendo un valor de correlación de 0.99.

## 5.5. PRUEBA DE HIPOTESIS

La prueba de hipótesis evidencia que para la hipótesis general planteada en la investigación:

“Existe una relación directa entre la capacidad vial y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB”

Se tiene un coeficiente de correlación de 0.41 siendo considerada como una correlación positiva moderada y a la vez se establece que el 41.0 % de la variable “flujo vehicular” está en función de la variable “capacidad vial”.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene (FLORES, y otros, 2018) quienes señalan que el flujo provoca una disminución de la capacidad vial de la infraestructura.

Estos autores expresan que los mayores picos se observan en períodos sin flujo.

De igual manera para la primera hipótesis específica relacionada con la dimensión Condiciones de tráfico:

“Existe una relación directa entre las condiciones de tráfico y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB”

Se tiene un coeficiente de correlación de 0.77 siendo considerada como una correlación positiva alta y a la vez se establece que el 77.0 % de la variable “flujo vehicular” está en función de la dimensión “condiciones de tráfico”.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene (VEGA, 1988) el FHMD en autopistas varia usualmente entre 0.70 y 0.95, en intersecciones varia alrededor de 0.85. Se hace notar que cuando el FHMD se acerca a la unidad (valor máximo) el flujo de transito tiende a ser uniforme

Estos autores expresan que cuando el FHMD es conocido puede ser usado para convertir el volumen horario pico a flujo actual pico

Para la segunda hipótesis específica relacionada con la dimensión características geométricas:

“Existe una relación directa entre las características geométricas y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB”

Se tiene un coeficiente de correlación de -0.20 siendo considerada como una correlación inversa baja y a la vez se establece que la variable “flujo vehicular” no está en función de la dimensión “características geométricas”. Por tener un coeficiente de correlación negativa

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene (TAIRO, y otros, 2019), quienes señalan que las características geométricas influyen de manera significativa en el desarrollo del cálculo pues el HCM 2010 usa fórmulas para condiciones geometrías ideales, las cuales no son compatibles con la situación actual de estudio

Estos autores expresan que las características geométricas de la situación actual en estudio nunca encajaran en las tablas propuestas por el HCM 2010.

Para la tercera hipótesis específica relacionada con la dimensión volumen vehicular:

“Existe una relación directa entre volumen vehicular y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB”

Se tiene un coeficiente de correlación de 0.99 siendo considerada como una correlación positiva muy alta y a la vez se establece que el 99% de la variable “flujo vehicular” está en función de la dimensión “volumen vehicular”.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene (ROMERO, y otros, 2017) quienes señalan que la comparación entre el volumen horario y la tasa de flujo máximo, se determine que  $q > Q$ , lo cual implica que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en periodos cortos es mayor a la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva.

Estos autores expresan que existe concentración de vehículos en intervalos de tiempos cortos en periodo de máxima demanda, esto se traduce a problemas de flujo. Por lo que se puede afirmar que, en la hora de máxima demanda de cada avenida, se genera la flujo vehicular.

## CONCLUSIONES

1. Se estableció que existe una relación directa entre “la capacidad vial y el “flujo vehicular” en la carretera PE. 3SB con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.41(relación moderada) estableciéndose que el 41.0 % de la variable “flujo vehicular” está en función de la variable “capacidad vial. siendo representada esta última con los flujos máximos de 2350 veh/h., 2207 veh/h. y 2352 veh/h., para cada intersección estudiada.
2. Se estableció que existe una relación directa entre las “condiciones de tráfico” y el “flujo vehicular” en la carretera PE. 3SB, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.77(relación alta) estableciéndose que el 77.0 % de la variable “flujo vehicular” está en función de la dimensión “condiciones de tráfico”. siendo representado por los Factores horarios de máxima demanda de 0.89, 0.86 y 0.88, para cada intersección estudiada.
3. Se estableció que existe una relación inversa entre las “características geométricas” y el “flujo vehicular” en la carretera PE. 3SB, con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.20 (relación baja), se establece que la variable “flujo vehicular” no está en función de la dimensión “características geométricas”. Por tener un coeficiente de correlación negativa”
4. Se estableció que existe una relación directa entre el “volumen vehicular” y el “flujo vehicular” en la carretera PE. 3SB, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.99 (relación muy alta) estableciéndose que el 99% de la variable “flujo vehicular” está en función de la dimensión “volumen vehicular” siendo representado por los volúmenes horarios de máxima demanda de 2009 veh/h., 1224 veh/h. y 1179 veh/h. para cada intersección estudiada.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al Ministerio de transportes y comunicaciones proponer y elaborar un manual de capacidad de carreteras donde estipule las herramientas, procedimientos, criterios y parámetros referentes a la capacidad vial, para poder tener estándares ya establecidos a nivel nacional, así como también la implementación de instrumentos normativos.
2. Se recomienda a las próximas investigaciones referentes al tema considerar los resultados de la investigación a fin de poder optimizar el flujo vehicular y obtener un nivel de servicio mejor antes de que suceda una posible parálisis a nivel de red vial
3. Se recomienda a la Municipalidad provincial de Huancayo implementar un semáforo de doble fase en el primera intersección estudiada para no sobreexplotar las características geométricas y mejorar el nivel de servicio de la vía
4. Se recomienda hacer las futuras investigaciones referidos al tema con instrumentos y equipos de mejor tecnología para poder obtener el volumen vehicular y clasificar de una manera más óptima y fácil la composición del tráfico

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **ALVARADO, Dante. 2018.** *Propuesta de solución al aumento del flujo vehicular en un área de estudio. Caso de estudio: Av. Túpac Amaru entre la Calle Sánchez Cerro y la Av. Tomás Valle.* Lima-Peru : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2018.
2. **ANGASPILCO, Cristhian. 2014.** *Nivel de serviciabilidad en las avenidas; Atahualpa, Juan XXIII, independencia, de los heroes y san martin de la ciudad de cajamarca.* Cajamarca-Peru : Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.
3. **APAZA, Richard. 2017.** *Determinacion de modelos matematicos de caracterizacion deflujo vehicular para el centro historico de la ciudad de juliaca.* Puno-Peru : Universidad Nacional del Altiplano, 2017.
4. **BAYONA, Benjamin y MARQUEZ, Teodoro. 2015.** *La congestion vehicular en la ciudad de piura.* Piura-Peru : Universidad Nacional de Piura, 2015.
5. **BERNAL, Cesar. 2010.** *Metodologia de la investigacion.* Sabana-Colombia : Pearson, 2010.
6. **BULL, alberto. 2003.** *congestion de transito.* Santiago de Chile : Naciones Unidas CEPAL, 2003. 92-1-322162-2.
7. **CAL Y MAYOR, Rafael y CARDENAS, James. 2007.** *Ingenieria de Transito.* Mexico : Alfaomega, 2007. 978-970-15-1238-8.
8. **CARPIO, fabian, AVILES, Juan y MORILLO, Diana. 2018.** *Determinación de capacidad de carreteras en Cuenca (Ecuador) y comparación con el manual de capacidad HCM.* Cuenca-Colombia : Universidad de Cuenca, 2018. pág. 21.

9. **CARRASCO, Sergio. 2005.** *Metodologia de la investigacion.* Peru : San Marcos, 2005.
10. **CERRQUERA, Flor. 2007.** *Capacidad y niveles de servicio de la infraestructura vial.* Tunja-Colombia : Universidad Pedagogica y Tecnologica de Colombia, 2007.
11. **CHAMORRO, Manuel. 2010.** *El transporte en las ciudades del Perú.* Lima-Peru : Grupo editorial Mesa redonda, 2010. 78-612-4091-03-2.
12. **CORCHUELO, Oscar y PIZA, Jorge. 2015.** *Planeamiento de solucion a la congestion vehicular presentada en el retorno de la avenida calle 80 entre carreteras 119 Y 121 en la ciudad de bogota D.C.* Bogota-Colombia : Universidad La Gran Colombia, 2015.
13. **D.G. 2018.** *Diseño geometrico .* Peru : s.n., 2018.
14. **FELIZIA, Jorge y FELIZIA, Leonardo. 2015.** *Highway Capacity Manual 2010 Autopistas.* Mendoza-Argentina : Universidad Nacional de Cuyo, 2015.
15. **FLORES, Leonardo y MONTENEGRO, Walter. 2018.** *Análisis del comportamiento del flujo vehicular y nivel de servicio de la Av. Javier Prado – Lima, Perú.* Lima-Peru : Univesidad Nacional de Ingenieria, 2018.
16. **GONZALES, Marta. 1999.** *Estudio de velocidades.* 1999.
17. **HCM. 2000.** *Highway Capacity manual.* Estados unidos : s.n., 2000.
18. **hcm. 2000.** *Manual de capacidad de careteras.* Estados Unidos : s.n., 2000.
19. **HERNANDEZ, Andres y PEREZ, Jehyzon. 2019.** *Alternativa para mejorar el transito vehicular en la intersección de la autopista sur con calle 63 sur, localidad de Bosa en la ciudad de Bogota D.C.* Bogota-Colombia : Universidad Catolica de Colombia, 2019.

- 20. HERNANDEZ, Roberto. 2014.** *Metodologia de la invetsigacion.* Mexico : Mc Graw Hill, 2014. 978-1-4562-2396-0.
- 21. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2003.** *Metodologia de la investigacion.* Mexico : McGRAW-HILL, 2003. 978-607-15-0291-9.
- 22. LAYZA, Marita. 2017.** *Relacion del transito y congestion vehicular con la contaminacion sonora en vias de transporte publico saturadasS, distrito de trujillo.* Trujillo-Peru : Universidad Cesar VALlejo, 2017.
- 23. MAQUERA, Pedro. 2019.** *Evaluacion del nivel de servicio de flujos vehiculares, en dos intersecciones semaforizadas de la AV. Jorge Basadre G. interseccion con AV: Tarata y AV. Internacional, alto alianza -Tacna,2018.* Tacna-Peru : Universidad Privada de Tacna, 2019.
- 24. MARROQUIN, Roberto. 2013.** *Metodologia de la investigacion.* Peru : UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN ENRIQUE GUZMÁN Y VALLE, 2013.
- 25. Mendez, Douglas. 2009.** Maestria en vias terrestres propedeutico. *Ingenieria de transito.* 2009.
- 26. MENDOZA, Alejandro y MENDOZA, Carla. 2019.** *Analisis del flujo vehicular y los niveles de servicio en el puente Grau y sus vias aledañas en la ciudad de Arequipa.* Arequipa-Peru : Universidad Catolica de Santa Maria, 2019.
- 27. MTC. 2013.** *“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial.* Peru : s.n., 2013.
- 28. NAVARRO, Sergio. 2009.** *Ingenieria de Transito.* Lima-Peru : Universidad Nacional de Ingenieria, 2009.

- 29. OCHOA, Carlos. 2015.** *Muestreo no probabilístico: muestreo por conveniencia.* s.l. : netquest, 2015.
- 30. PARI, Avelino, MALPARTIDA, Victor y OLAVE, Herald. 2019.** *Nivel del flujoamiento del tráfico vehicular en la zona comercial de la avenida Bolognesi, Tacna .* Tacna-Peru : Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2019. Vol. 18. 2617-6033.
- 31. PTOLOMEO.** Teoría del flujo vehicular. *Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de Autopistas, Segmentos Trenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad.*
- 32. QUINTERO, Alexandra y CARRERO, Abimelec. 2016.** *Volumen vehicular.* 2016.
- 33. RAMIREZ, Xiamara. 2016.** *Análisis de la demanda actual y demanda futura de estacionamientos públicos considerando la oferta actual de estacionamientos públicos, el flujo vehicular y la capacidad vial de la avenida la cultura en el tramo comprendido entre el paradero Prado y Marca.* Cuzco-Peru : Universidad Andina del Cuzco, 2016.
- 34. RINGIV. 2006.** *Reglamento nacional de gestión e infraestructura vial.* Peru : Ministerio de transportes, 2006.
- 35. ROMERO, Funly y VILLAREAL, Alberto. 2017.** *Evaluación de la capacidad vial y el nivel de servicio en la intersección de las avenidas: av. Húsares de Junín, av. Fátima - los ángeles.* Trujillo-Peru : Universidad Privada Antenor Orrego, 2017.
- 36. SARANGO, pablo y DIAZ, Boris. 2020.** *Sistema web y móvil híbrido para la recolección muestral de datos sobre flujo vehicular en la zona de regeneración urbana de la ciudad de Loja, Ecuador.* Loja : s.n., 2020. pág. 14. Vol. 41.

- 37. TAIRO, Susan y FARFAN, Marco. 2019.** *Análisis comparativo entre metodología determinística del manual de capacidad vial HCM 2010 y la metodología de la microsimulación para el cálculo de los niveles de servicio y congestión vial en el caso de estudio ovalos libertadores y Martín Chambi.* Cuzco-Peru : Universidad Andina del Cuzco, 2019.
- 38. TAPIA, Juan y VEIZAGA, Romel. 2006.** *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Ingeniería de Tráfico.* Cochabamba-Bolivia : Universidad Mayor De San Simón, 2006.
- 39. TEJADA, Felipe. 2018.** *Soluciones para mejorar el flujo vehicular en una ciudad inteligente: modelo de flujo, métrica de sinusidad y plataforma de ruteo vehicular.* Santiago de Chile : Universidad de Chile, 2018.
- 40. TORREJÓN, Ronaldo. 2019.** *Solución integral del flujo vehicular entre las cuadras 1 – 8 del jirón Orellana - Tarapoto - San Martín.* Tarapoto-Peru : Universidad César Vallejo, 2019.
- 41. URBINA, Carla y TORRES, Alexa. 2018.** *Optimización del flujo vehicular en la intersección vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la ciudad de Tacna.* Tacna-Peru : Universidad Privada de Tacna, 2018.
- 42. VÁSQUEZ, Yolanda y LAGUARDIA, José. 2018.** *Estudio del flujo vehicular mediante un modelo de Lighthill-Whitham-Richards.* Panamá-Panamá : KnE engineering, 2018. Vol. 2018.
- 43. VEGA, Ana. 1988.** *Análisis de capacidad en carreteras.* Sonora-México : Universidad de Sonora, 1988.
- 44. VEGA, Zaira. 2018.** *Análisis de la Capacidad y Niveles de Servicio de las vías de ingreso a la ciudad de Cajamarca pertenecientes a la Red Vial Nacional.* Cajamarca-Peru : Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

**45. VERA, Favio. 2012.** *Aplicabilidad de las metodologías del hcm 2000 Y synchro 7.0 para analizar intersecciones semaforizadas en lima.* Lima-Peru : Pontificia Universidad Católica Del Peru, 2012.

**46. VICENTE, Nelson y FONTECHE, Nicolas. 2016.** *Diagnostico de las condiciones de flujo vehicular en intersecciones con giro a la izquierda cuando se ocupa el carril contiguo al de giro, de manera indebida en la ciudad de Bogota.* Bogota-Colombia : Universidad de La Salle, 2016.

## **ANEXOS**

- Anexo\_01 Matriz de consistencia
- Anexo\_02 Cuadro de operacionalización de variables
- Anexo\_03 Memorias de calculo
- Anexo\_04 Gráficos de conteo vehicular
- Anexo\_05 Solicitud y fichas de Juicio de expertos
- Anexo\_06 Simulación con software Synchro: situación actual
- Anexo\_07 Simulación con software Synchro: modelo de propuesta
- Anexo\_08 Panel fotográfico
- Anexo\_09 Ubicación de intersecciones en estudio

**ANEXO\_01 MATRIZ DE CONSISTENCIA**

ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACION  
**TITULO: “CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB”**

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES		METODOLOGIA
			VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es la relación que se da entre capacidad vial y flujo vehicular en la carretera PE. 3SB?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Establecer la relación entre la capacidad vial y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Existe una relación directa entre la capacidad vial y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB.</p>	<p><b>CAPACIDAD VIAL</b></p> <p><b>DIMENSIONES</b> (TAIRO, 2019).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones de tráfico</li> <li>• Características geométricas</li> <li>• Volumen vehicular</li> </ul> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aforo vehicular y composición de tráfico</li> <li>• Facto horario de máxima demanda</li> <li>• Distribución del tráfico por carril</li> <li>• Velocidad en campo</li> <li>• Ancho de calzada</li> <li>• Ancho de carril</li> <li>• Ancho de berma</li> <li>• % de zona de no rebase</li> <li>• Puntos de acceso</li> <li>• % de pendiente promedio</li> <li>• Volumen horario de máxima demanda</li> <li>• Volumen máximo permitido</li> <li>• Transito diario</li> </ul>		<p><b>METODO:</b> Científico (CARRASCO, 2005).</p> <p><b>TIPO:</b> Aplicada (CARRASCO, 2005)</p> <p><b>NIVEL:</b> Descriptivo-correlacional (HERNANDEZ, 2014).</p> <p><b>DISEÑO:</b> No experimental de tipo transversal (CARRASCO, 2005).</p> <p><b>POBLACION:</b> Conformada por la Carretera PE. 3SB</p> <p><b>MUESTRA:</b> La carretera P.E 3SB, desde la progresiva 116+515.4 km a la progresiva 117+131.54 km</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>a) ¿Cuál es la relación entre las condiciones de tráfico y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB?</p> <p>b) ¿Cuál es la relación entre las características geométricas y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB?</p> <p>c) ¿Cuál es la relación entre volumen vehicular y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>a). Establecer la relación entre las condiciones de tráfico y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB</p> <p>b). Establecer la relación entre las características geométricas y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB</p> <p>c). Establecer la relación entre volumen vehicular y el flujo vehicular en la carretera PE. 3SB</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>a) Existe una relación directa entre las condiciones de tráfico y el flujo vehicular en la carretera P.E. 3 SB.</p> <p>b) Existe una relación directa entre las características geométricas y el flujo vehicular en la carretera P.E. 3 SB.</p> <p>c) Existe una relación directa entre volumen vehicular y flujo vehicular en la carretera P.E. 3 SB</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p><b>FLUJO VEHICULAR</b></p> <p><b>DIMENSIONES</b> (HCM 2010).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo</li> <li>• Velocidad</li> <li>• Densidad</li> </ul> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de flujo</li> <li>• Volumen</li> <li>• Intervalo simple entre vehículos consecutivos</li> <li>• Intervalo promedio entre varios vehículos</li> <li>• Velocidad instantánea</li> <li>• Velocidad media temporal</li> <li>• Velocidad media espacial</li> <li>• Concentración</li> <li>• Espaciamiento simple entre vehículos consecutivos</li> <li>• Espaciamiento promedio entre varios vehículos</li> </ul>		

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO\_02 CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

ANEXO 02 CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIONES	UNIDAD	INDICADORES
VI: Capacidad vial Fuente: (TAIRO, y otros, 2019)	De acuerdo a Bayona y Márquez (2015), La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular o peatonal que pasa durante un periodo de tiempo en la vía.	De acuerdo a Bayona y Márquez (2015), Determina el flujo máximo horario al que se puede esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme del carril o calzada en un tiempo.	NUMERICA	Condiciones de trafico	(veh/h, m/s, veh)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aforo vehicular y composición del tráfico (veh/h)</li> <li>➤ FHMD</li> <li>➤ Distribución del tráfico por carril (veh/h)</li> <li>➤ Medir velocidad en campo (m/s)</li> </ul>
				Características geométrica	(m, %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ancho de calzada (m)</li> <li>➤ Ancho de carril (m)</li> <li>➤ Ancho de berma (m)</li> <li>➤ % de zona de no rebase (%)</li> <li>➤ Puntos de acceso (número de accesos)</li> <li>➤ % de pendiente promedio (%)</li> </ul>
				Volumen vehicular	(Veh mixtos/h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Volumen horario de máxima demanda (Veh mixtos/h)</li> <li>➤ Volumen máximo permitido (tasa max. de flujo/autopista)</li> <li>➤ Transito diario (veh/día)</li> </ul>
VD: Flujo vehicular Fuente: HCM 2010	De acuerdo a Torrejón (2019), Se le conoce como flujo vehicular a la cantidad de vehículos pesados, medianos o livianos que transitan por una vía, carretera, o trocha carrozar en un determinado periodo de tiempo	De acuerdo a Urazan (2014), Describe la forma como se desplazan los vehículos de un lugar a otro, lo cual permite determinar la cantidad de vehículos que utiliza la vía	NUMERICA	Flujo	(Veh/dia, hora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tasa de flujo (veh/h)</li> <li>➤ Volumen (veh/h)</li> <li>➤ Intervalo simple entre vehículos consecutivos (seg)</li> <li>➤ Intervalo promedio entre varios vehículos (seg)</li> </ul>
				Velocidad	(km/h)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Velocidad instantánea (km/h)</li> <li>➤ Velocidad media temporal (km/h)</li> <li>➤ Velocidad media espacial (km/h)</li> </ul>
				Densidad	(veh/km)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Concentración (veh/km)</li> <li>➤ Espaciamiento simple entre vehículos consecutivos (m)</li> <li>➤ Espaciamiento promedio entre varios vehículos (m)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO\_03 MEMORIAS DE CALCULO**

ANEXO\_03 MEMORIAS DE CALCULO  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

**AFORO VEHICULAR DE LAS HORAS DE MAXIMA DEMANDA**

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																									
FORMATO DE AFORO VEHICULAR																									
INTERSECCION:		Avenida: Coronel Parra e Las Americas										SENTIDO:					Norte - Sur								
DIA:		Jueves										NUMERO DE FICHA:					1 de 2								
VEHICULO	MOTO	AUTOMOVIL			STARTION WAGON			CAMIONETA PICKUP			CAMIONETA RURAL			MICRO			OMNIBUS			CAMIONES			SUB TOTAL		
																									
HORA	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	
10:00 - 10:15	3	2	0	25	42	0	7	20	0	6	2	0	21	15	0	3	4	0	0	2	0	13	4	0	169
10:15 - 10:30	4	1	0	31	36	0	8	17	0	11	3	0	26	12	0	3	3	0	0	3	0	10	4	0	172
10:30 - 10:45	4	4	0	35	39	0	5	18	0	10	4	0	23	15	0	3	3	0	0	3	0	7	4	0	177
10:45 - 11:00	3	1	0	43	50	0	17	21	0	10	2	0	34	9	0	1	1	0	0	0	0	7	16	0	215
PARCIAL	14	8	0	134	167	0	37	76	0	37	11	0	104	51	0	10	11	0	0	8	0	37	28	0	733
ACUMULADO	22			301			113			48			155			21			8			65			733

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																									
FORMATO DE AFORO VEHICULAR																									
INTERSECCION:		Avenida: Coronel Parra e Las Americas										SENTIDO:					Norte - Sur								
DIA:		Jueves										NUMERO DE FICHA:					2 de 2								
VEHICULO	MOTO	AUTOMOVIL			STARTION WAGON			CAMIONETA PICKUP			CAMIONETA RURAL			MICRO			OMNIBUS			CAMIONES			SUB TOTAL		
																									
HORA	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	↺	↻	↻	
11:00 - 11:15	5	4	0	42	65	0	12	17	0	4	7	0	43	17	0	3	1	0	0	3	0	9	18	0	250
11:15 - 11:30	8	3	0	48	70	0	17	20	0	8	12	0	55	16	0	3	2	0	0	2	0	9	14	0	287
11:30 - 11:45	6	1	0	40	48	0	13	15	0	4	5	0	50	22	0	3	2	0	0	1	0	10	15	0	235
11:45 - 12:00	6	2	0	46	54	0	11	10	0	6	3	0	48	16	0	2	2	0	1	5	0	11	17	0	240
PARCIAL	25	10	0	176	237	0	53	62	0	22	27	0	196	71	0	11	7	0	1	11	0	39	64	0	1012
ACUMULADO	35			413			115			49			267			18			12			103			1012

ANEXO\_03 MEMORIAS DE CALCULO  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																										
FORMATO DE AFORO VEHICULAR																										
INTERSECCION: Avenida: Coronel Parra e Las Americas												SENTIDO: Sur- Norte														
DIA: Jueves												NUMERO DE FICHA: 1 de 2														
VEHICULO	MOTO			AUTOMOVIL			STARTION WAGON			CAMIONETA PICKUP			CAMIONETA RURAL			MICRO			OMNIBUS			CAMIONES			SUB TOTAL	
																										
HORA																										
10:00 - 10:15	0	0	0	0	121	0	0	4	0	0	15	0	0	18	0	0	3	0	0	0	0	0	0	28	0	189
10:15 - 10:30	0	0	0	0	141	0	0	0	0	0	24	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	22	0	192
10:30 - 10:45	0	11	0	0	147	0	0	6	0	0	34	0	0	46	0	0	4	0	0	1	0	0	14	0	263	
10:45 - 11:00	0	3	0	0	90	0	0	11	0	0	23	0	0	41	0	0	2	0	0	0	0	0	28	2	200	
PARCIAL	0	14	0	0	499	0	0	21	0	0	96	0	0	108	0	0	11	0	0	1	0	0	92	2	844	
ACUMULADO	14			499			21			96			108			11			1			94			844	

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																									
FORMATO DE AFORO VEHICULAR																									
INTERSECCION: Avenida: Coronel Parra e Las Americas												SENTIDO: Sur- Norte													
DIA: Jueves												NUMERO DE FICHA: 2 de 2													
VEHICULO	MOTO			AUTOMOVIL			STARTION WAGON			CAMIONETA PICKUP			CAMIONETA RURAL			MICRO			OMNIBUS			CAMIONES			SUB TOTAL
																									
HORA																									
11:00 - 11:15	0	5	0	0	134	1	0	6	0	0	24	0	0	46	0	0	5	0	0	1	0	0	33	4	259
11:15 - 11:30	0	2	0	0	175	1	0	5	0	0	20	1	0	48	0	0	4	0	0	1	0	0	16	2	275
11:30 - 11:45	0	3	0	0	105	0	0	0	0	0	7	0	0	28	0	0	6	0	0	0	0	0	24	0	173
11:45 - 12:00	0	12	0	0	85	1	0	2	0	0	25	1	0	36	0	0	3	0	0	0	0	1	16	2	184
PARCIAL	0	22	0	0	499	3	0	13	0	0	76	2	0	158	0	0	18	0	0	2	0	1	89	8	891
ACUMULADO	22			502			13			78			158			18			2			98			891

**ANEXO\_03 MEMORIAS DE CALCULO**  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																												
FORMATO DE AFORO VEHICULAR																												
INTERSECCION:		Avenida: Las Americas y San Martin										SENTIDO:					Sur- Norte											
DÍA:		Domingo										NUMERO DE FICHA:					1 de 2											
VEHICULO	MOTO			AUTOMOVIL			STARTION WAGON			CAMIONETA PICKUP			CAMIONETA RURAL			MICRO			OMNIBUS			CAMIONES			SUB TOTAL			
																												
HORA																												
13:00 - 13:15	0	2	0	0	50	1	0	1	0	0	14	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	79
13:15 - 13:30	0	4	0	0	49	4	0	1	0	0	20	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	92
13:30 - 13:45	0	5	0	0	69	2	0	3	0	0	9	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	100
13:45 - 14:00	0	1	0	0	64	1	0	0	0	0	12	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	91
PARCIAL	0	12	0	0	232	8	0	5	0	0	55	0	0	30	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	15	1	362
ACUMULADO	12			240			5			55			30			3			1			16			362			

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																												
FORMATO DE AFORO VEHICULAR																												
INTERSECCION:		Avenida: Las Americas y San Martin										SENTIDO:					Sur- Norte											
DÍA:		Domingo										NUMERO DE FICHA:					2 de 2											
VEHICULO	MOTO			AUTOMOVIL			STARTION WAGON			CAMIONETA PICKUP			CAMIONETA RURAL			MICRO			OMNIBUS			CAMIONES			SUB TOTAL			
																												
HORA																												
16:00 - 16:15	0	2	0	3	56	1	0	4	0	0	13	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	19	0	105
16:15 - 16:30	0	3	0	1	68	4	0	3	0	0	19	0	0	11	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	24	0	137
16:30 - 16:45	0	7	0	2	79	5	0	8	0	0	17	0	0	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	156
16:45 - 17:00	0	2	0	3	94	6	0	0	0	0	17	0	0	23	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	181
PARCIAL	0	14	0	9	297	16	0	15	0	0	66	0	0	52	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	1	101	0	579
ACUMULADO	14			322			15			66			52			6			2			102			579			

ANEXO\_03 MEMORIAS DE CALCULO  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																								
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																								
FORMATO DE AFORO VEHICULAR																								
INTERSECCION:		Avenida: Las Americas y San Martin										SENTIDO:		Norte - Sur										
DIA:		Domingo										NUMERO DE FICHA:		1 de 2										
VEHICULO	MOTO	AUTOMOVIL			STARTION WAGON			CAMIONETA PICKUP			CAMIONETA RURAL			MICRO			OMNIBUS			CAMIONES			SUB TOTAL	
																								
HORA	0	5	0	0	61	1	1	38	0	1	9	0	0	10	0	0	2	0	0	1	0	0	9	0
13:00 - 13:15	0	0	0	5	75	1	3	19	0	2	15	1	0	9	0	0	1	0	0	2	0	0	11	0
13:15 - 13:30	0	0	0	4	82	0	1	20	0	0	5	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	8	0	
13:30 - 13:45	0	4	0	0	65	0	1	27	0	0	10	0	0	16	0	0	2	0	0	1	0	0	10	0
13:45 - 14:00	0	9	0	9	283	1	6	104	0	3	39	1	0	41	0	0	7	0	0	4	0	0	38	0
PARCIAL	0	9	0	9	283	1	6	104	0	3	39	1	0	41	0	0	7	0	0	4	0	0	38	0
ACUMULADO	9			293			110			43			41			7			4			38	545	

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																								
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																								
FORMATO DE AFORO VEHICULAR																								
INTERSECCION:		Avenida: Las Americas y San Martin										SENTIDO:		Norte - Sur										
DIA:		Domingo										NUMERO DE FICHA:		2 de 2										
VEHICULO	MOTO	AUTOMOVIL			STARTION WAGON			CAMIONETA PICKUP			CAMIONETA RURAL			MICRO			OMNIBUS			CAMIONES			SUB TOTAL	
																								
HORA	0	4	0	1	63	1	5	30	0	2	11	0	0	13	0	0	2	0	0	1	0	0	13	0
16:00 - 16:15	0	3	0	3	92	1	2	17	0	4	16	0	1	21	0	0	1	0	0	1	0	0	15	0
16:15 - 16:30	0	1	0	6	84	3	0	0	0	0	14	0	0	14	0	0	1	0	0	2	0	0	25	0
16:30 - 16:45	0	5	0	2	69	1	1	24	0	0	13	0	1	24	0	0	0	2	0	2	0	0	28	0
16:45 - 17:00	0	13	0	12	308	6	8	71	0	6	54	0	2	72	0	0	4	2	0	6	0	0	81	0
PARCIAL	0	13	0	12	308	6	8	71	0	6	54	0	2	72	0	0	4	2	0	6	0	0	81	0
ACUMULADO	13			326			79			60			74			6			6			81	645	

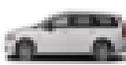
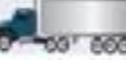
ANEXO\_03 MEMORIAS DE CALCULO  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																									
FORMATO DE AFORO VEHICULAR																									
INTERSECCION:		Avenida: Las Americas y Mariscal Caceres										SENTIDO:				Norte - Sur									
DIA:		Viernes										NUMERO DE FICHA:				1 de 2									
VEHICULO	MOTO	AUTOMOVIL			STARTION WAGON			CAMIONETA PICKUP			CAMIONETA RURAL			MICRO			OMNIBUS			CAMIONES			SUB TOTAL		
																									
HORA	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	
07:00 - 07:15	0	9	0	0	52	0	0	29	0	2	12	0	2	29	0	0	1	0	0	1	0	1	9	0	147
07:15 - 07:30	0	12	0	0	50	0	3	29	0	1	14	0	0	35	0	0	2	0	0	2	0	0	10	0	158
07:30 - 07:45	0	5	0	0	36	0	1	25	0	0	10	0	0	24	0	0	1	0	0	1	0	0	13	0	116
07:45 - 08:00	0	4	0	0	44	0	1	24	0	0	3	0	0	21	0	0	1	0	0	0	0	1	18	0	117
PARCIAL	0	30	0	0	182	0	5	107	0	3	39	0	2	109	0	0	5	0	0	4	0	2	50	0	538
ACUMULADO	30			182			112			42			111			5			4			52			

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																									
FORMATO DE AFORO VEHICULAR																									
INTERSECCION:		Avenida: Las Americas y Mariscal Caceres										SENTIDO:				Norte - Sur									
DIA:		Viernes										NUMERO DE FICHA:				2 de 2									
VEHICULO	MOTO	AUTOMOVIL			STARTION WAGON			CAMIONETA PICKUP			CAMIONETA RURAL			MICRO			OMNIBUS			CAMIONES			SUB TOTAL		
																									
HORA	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	↑	↓	↻	
08:00 - 08:15	2	4	0	2	39	0	1	23	0	0	11	0	0	8	0	0	2	0	0	2	0	0	20	0	114
08:15 - 08:30	0	6	0	1	36	0	0	17	0	0	11	0	2	11	0	0	3	0	0	2	0	0	13	0	102
08:30 - 08:45	0	3	0	2	38	0	1	24	0	0	8	0	1	11	0	0	1	0	0	0	0	0	16	0	105
08:45 - 09:00	0	2	0	0	53	0	0	19	0	0	16	0	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	13	0	113
PARCIAL	2	15	0	5	166	0	2	83	0	0	46	0	3	39	0	0	7	0	0	4	0	0	62	0	434
ACUMULADO	17			171			85			46			42			7			4			62			

**ANEXO\_03 MEMORIAS DE CALCULO**  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																									
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																									
INTERSECCION:		Avenida: Las Americas y Mariscal Caceres												SENTIDO:						Sur- Norte							
DIA:		Viernes												NUMERO DE FICHA:						1 de 2							
VEHICULO	MOTO	AUTOMOVIL		STARTION WAGON		CAMIONETA PICKUP		CAMIONETA RURAL		MICRO		OMNIBUS		CAMIONES		SUB TOTAL											
																											
HORA	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻			
07:00 - 07:15	0	14	0	0	95	0	0	12	0	0	25	0	0	11	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	17	0	178
07:15 - 07:30	0	5	0	0	115	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	17	0	166
07:30 - 07:45	0	2	0	0	98	1	0	4	0	0	24	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	156	
07:45 - 08:00	0	9	0	0	63	0	0	3	0	0	32	0	0	12	0	0	3	0	0	0	5	0	0	13	1	141	
PARCIAL	0	30	0	0	371	1	0	19	0	0	108	0	0	35	0	0	8	0	0	1	5	0	0	62	1	641	
ACUMULADO	30			372			19			108			35			8			6			63					

		UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES																									
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																									
INTERSECCION:		Avenida: Las Americas y Mariscal Caceres												SENTIDO:						Sur- Norte							
DIA:		Viernes												NUMERO DE FICHA:						2 de 2							
VEHICULO	MOTO	AUTOMOVIL		STARTION WAGON		CAMIONETA PICKUP		CAMIONETA RURAL		MICRO		OMNIBUS		CAMIONES		SUB TOTAL											
																											
HORA	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻	↺	↑	↻
08:00 - 08:15	0	2	0	0	45	0	0	2	0	0	11	0	0	8	0	0	0	0	0	2	0	0	0	13	0	83	
08:15 - 08:30	0	2	0	0	43	0	0	0	0	0	13	0	0	9	0	0	1	0	0	2	0	0	0	13	0	83	
08:30 - 08:45	0	11	0	0	58	1	0	5	0	0	22	0	0	15	0	0	3	0	0	1	0	0	0	19	0	135	
08:45 - 09:00	0	0	0	0	73	0	0	3	0	0	6	0	0	10	0	0	3	0	0	3	0	0	0	8	0	106	
PARCIAL	0	15	0	0	219	1	0	10	0	0	52	0	0	42	0	0	7	0	0	8	0	0	0	53	0	407	
ACUMULADO	15			220			10			52			42			7			8			53					

ANEXO\_03 MEMORIAS DE CALCULO  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

**NIVEL DE SERVICIO DE LA PROGRESIVA 116+515.4 KM A LA PROGRESIVA  
 117+131.54 KM DE LACARRETERA P.E.3SB**

HOJA DE CALCULO PARA SEGMENTOS DE TERRENO GENERAL												
<b>lugar:</b>	Las Americas y Coronel Parra						<b>fecha:</b>					
<b>Analista:</b>	Bach. Luis Orlando Misari Salazar						<b>hora:</b>					
<b>I.- CARACTERISTICAS DE LA CARRETERA</b>												
<u>Hombarrera</u>	2.49	-----		24.9			pies	<b>velocidad de Diseño =</b>		24.01 km/h		
<u>Hombarrera</u>	2.49							<b>% de zona de no Rebase</b>		20%		
								<b>tipo de Terreno (LL, O, M)</b>		LL		
<b>II.- CARACTERISTICAS DE TRAFICO</b>												
Volumen Total (ambas direcciones) = 2009 veh/h						distribucion Direccional = 50/50						
flujo = Volumen * FHP						composición del tráfico =						
2258 = 2009 * 0.89						PT = 10		PR = 0		PB = 1.34		
<b>III.- ANALISIS DE NIVEL DE SERVICIO</b>												
<b>SFI = 2800*(V/C)*fd*fw*fvp</b>							<b>fvp = 1/(1+PT*(ET-1)+PR*(ER-1)+PB*(EB-1))</b>					
NS	SF = 2800 * (V/C) * fd * fw * fvp						PT	ET	PR	ER	PB	EB
A	246	2800	0.12	1	0.81	0.9	0.1	2			0.013	1.8
B	481	2800	0.24	1	0.81	0.882	0.1	2.2			0.013	2
C	781	2800	0.39	1	0.81	0.882	0.1	2.2			0.013	2
D	1269	2800	0.62	1	0.81	0.902	0.1	2			0.013	1.6
E	2350	2800	1	1	0.93	0.902	0.1	2			0.013	1.6

ANEXO\_03 MEMORIAS DE CALCULO  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

HOJA DE CALCULO PARA SEGMENTOS DE TERRENO GENERAL													
<b>lugar:</b>	Las Americas y san Martin						<b>fecha:</b>						
<b>Analista:</b>	Bach. Luis Orlando Misari Salazar						<b>hora:</b>						
<b>I.- CARACTERISTICAS DE LA CARRETERA</b>													
<u>Hombrea</u>	2.29 pies						<b>velocidad de Diseño =</b>	46.89 km/h					
-----	23.6 pies						<b>% de zona de no Rebase</b>	0%					
<u>Hombrea</u>	2.29 pies						<b>tipo de Terreno (LL, O, M)</b>	LL					
<b>II.- CARACTERISTICAS DE TRAFICO</b>													
<b>Volumen Total (ambas direcciones) = 2009 veh/h</b>						<b>distribucion Direccional = 55/45</b>							
<b>flujo = Volumen * FHP</b>						<b>composición del tráfico =</b>							
1424 = 1224 * 0.86						PT = 14 PR = 0 PB = 0.65							
<b>III.- ANALISIS DE NIVEL DE SERVICIO</b>													
<b>SFI = 2800*(V/C)*fd*fw*fvp</b>							<b>fvp = 1/(1+PT*(ET-1)+PR*(ER-1)+PB*(EB-1))</b>						
NS	SF = 2800 * (V/C) * fd * fw * fvp						PT	ET	PR	ER	PB	EB	
A	291	2800	0.15	0.974	0.814	0.873	0.14	2			0.0065	1.8	
B	510	2800	0.27	0.974	0.814	0.851	0.14	2.2			0.0065	2	
C	812	2800	0.43	0.974	0.814	0.851	0.14	2.2			0.0065	2	
D	1241	2800	0.64	0.974	0.814	0.874	0.14	2			0.0065	1.6	
E	2207	2800	1	0.974	0.926	0.874	0.14	2			0.0065	1.6	

ANEXO\_03 MEMORIAS DE CALCULO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

HOJA DE CALCULO PARA SEGMENTOS DE TERRENO GENERAL												
<b>lugar:</b>	Las Americas y Mariscal Cáceres						<b>fecha:</b>					
<b>Analista:</b>	Bach. Luis Orlando Misari Salazar						<b>hora:</b>					
<b>I.- CARACTERISTICAS DE LA CARRETERA</b>												
<u>Hombreira</u>		2.39				<b>velocidad de Diseño =</b>		42.40 km/h				
-----		26.9 pies				<b>% de zona de no Rebase</b>		0%				
<u>Hombreira</u>		2.39 pies				<b>tipo de Terreno (LL, O, M)</b>		LL				
<b>II.- CARACTERISTICAS DE TRAFICO</b>												
<b>Volumen Total (ambas direcciones) = 2009 veh/h</b>						<b>distribucion Direccional = 50/50</b>						
<b>flujo = Volumen * FHP</b>						<b>composición del tráfico =</b>						
1192 = 1013 * 0.85						<b>PT = 11.35 PR = 0 PB = 0.49</b>						
<b>III.- ANALISIS DE NIVEL DE SERVICIO</b>												
<b>SFI = 2800*(V/C)*fd*fw*fvp</b>							<b>fvp = 1/(1+PT*(ET-1)+PR*(ER-1)+PB*(EB-1))</b>					
<b>NS</b>	<b>SF = 2800 * (V/C) * fd * fw * fvp</b>						<b>PT</b>	<b>ET</b>	<b>PR</b>	<b>ER</b>	<b>PB</b>	<b>EB</b>
<b>A</b>	312	2800	0.15	1	0.83	0.895	0.114	2		0.005	1.8	
<b>B</b>	550	2800	0.27	1	0.83	0.876	0.114	2.2		0.005	2	
<b>C</b>	876	2800	0.43	1	0.83	0.876	0.114	2.2		0.005	2	
<b>D</b>	1333	2800	0.64	1	0.83	0.896	0.114	2		0.005	1.6	
<b>E</b>	2352	2800	1	1	0.938	0.896	0.114	2		0.005	1.6	

**ANEXO\_04 GRAFICOS DE CONTEO VEHICULAR**

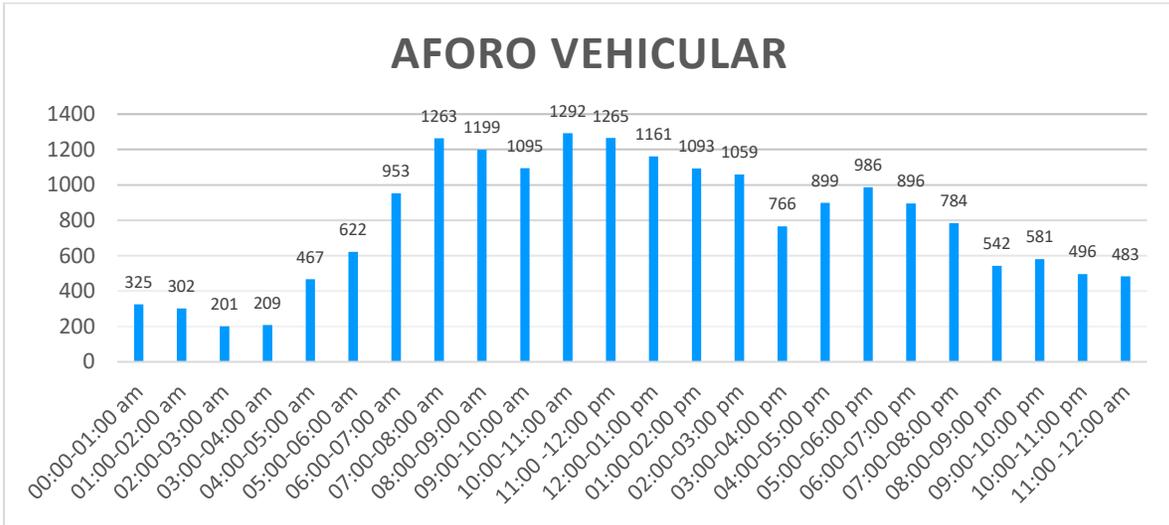
ANEXO\_04 GRAFICOS DE CONTEO VEHICULAR

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

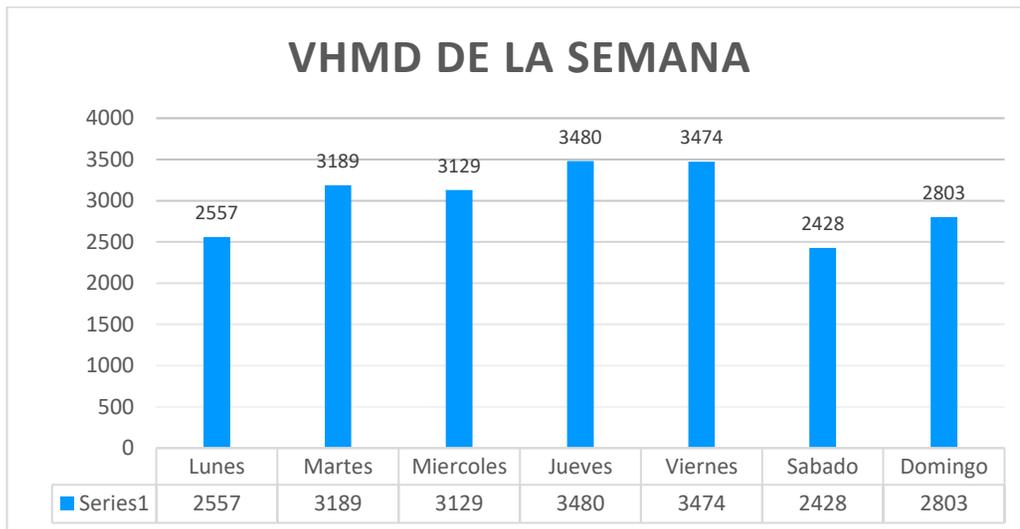
**GRAFICOS DEL AFORO VEHICULAR DE LA PROGRESIVA 116+515.4 KM A LA PROGRESIVA 117+131.54 KM DE LACARRETERA P.E.3SB**

**Intersección: Las Américas-Coronel Parra:**

- Aforo vehicular del día 24 de febrero del 2020



- Aforo vehicular de las horas de máxima demanda durante la semana

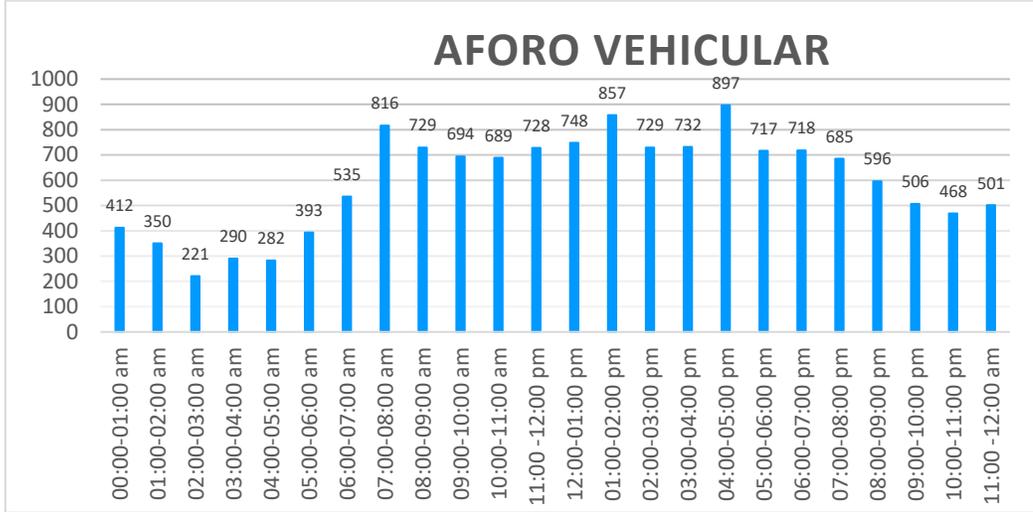


ANEXO\_04 GRAFICOS DE CONTEO VEHICULAR

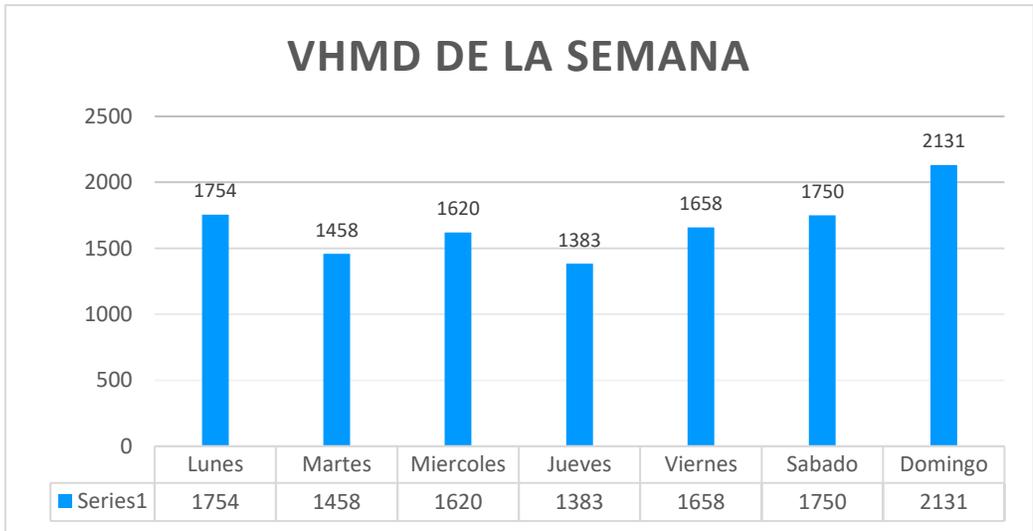
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

**Intersección: Las Américas-San Martín**

- Aforo vehicular del día 02 de marzo del 2020



- Aforo vehicular de las horas de máxima demanda durante la semana

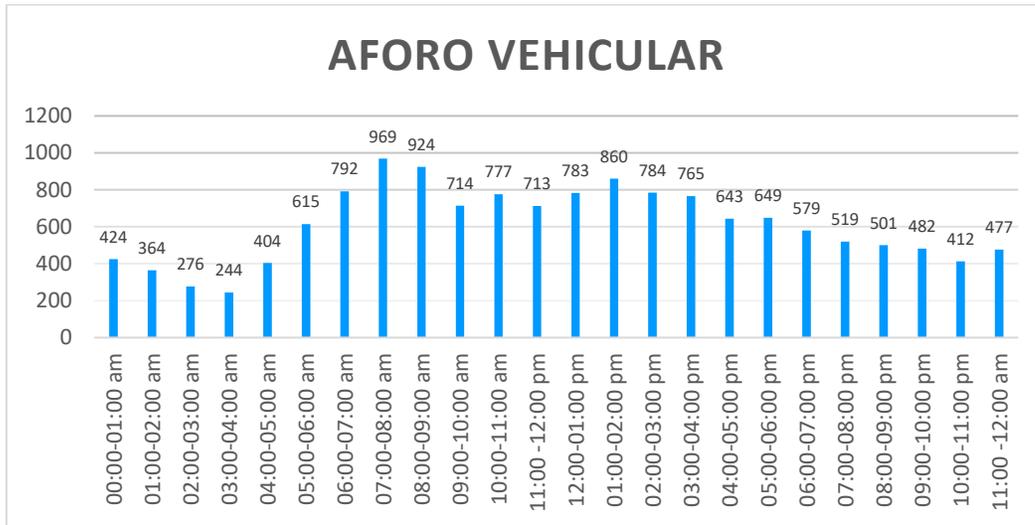


ANEXO\_04 GRAFICOS DE CONTEO VEHICULAR

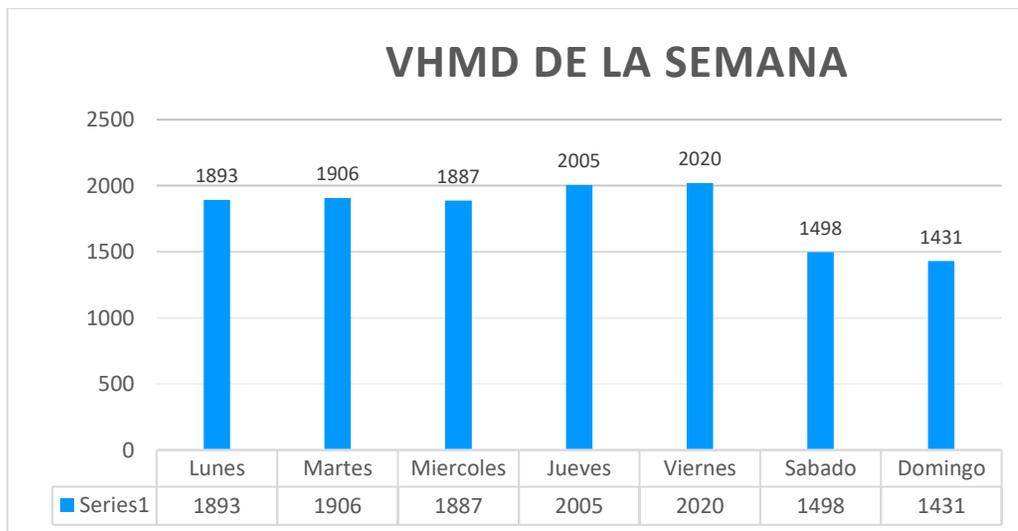
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

Intersección: Las Américas-Mariscal Cáceres

- Aforo vehicular del día 09 de marzo del 2020



- Aforo vehicular de las horas de máxima demanda durante la semana



**ANEXO\_05 SOLICITUD Y FICHA DE JUICIO DE ESPERTO**

ANEXO\_05 SOLICITUD Y FICHA DE JUICIO DE EXPERTO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

SOLICITUDES DIRIGIDOS A LOS EXPERTOS PARA LA CALIFICACION DE  
LOS INSTRUMENTOS

Huancayo, Perú

Señor(a)

..... EBERTH GUILLERMO VIVAGARRAY ZEGARRA.....

Presente. -

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., para saludarlo(a) cordialmente y a la vez manifestarle que, conocedores de su trayectoria académica y profesional, molesto su atención al elegirlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento que pretendo utilizar en la Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil.

El instrumento tiene como objetivo medir las variables CAPACIDAD VIAL y FLUJO VEHICULAR, por lo que, con la finalidad de determinar la validez de su contenido, solicito a su persona evaluar de acuerdo a su amplia experiencia y conocimientos los instrumentos de investigación. Se adjunta los instrumento y la matriz de operacionalización de la variable considerando dimensiones, indicadores.

Agradezco anticipadamente su colaboración y estoy seguro que su opinión y criterio de experto servirán para los fines propuestos.

Atentamente



Bach. MISARI SALAZAR, Luis Orlando

ANEXO\_05 SOLICITUD Y FICHA DE JUICIO DE EXPERTO  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

Huancayo, Perú

Señor(a)

..... J. WEL SULLA DE LA CRUZ .....

Presente. -

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., para saludarlo(a) cordialmente y a la vez manifestarle que, conocedores de su trayectoria académica y profesional, molesto su atención al elegirlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento que pretendo utilizar en la Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil.

El instrumento tiene como objetivo medir las variables CAPACIDAD VIAL y FLUJO VEHICULAR, por lo que, con la finalidad de determinar la validez de su contenido, solicito a su persona evaluar de acuerdo a su amplia experiencia y conocimientos los instrumentos de investigación. Se adjunta los instrumento y la matriz de operacionalización de la variable considerando dimensiones, indicadores.

Agradezco anticipadamente su colaboración y estoy seguro que su opinión y criterio de experto servirán para los fines propuestos.

Atentamente



Bach. MISARI SALAZAR, Luis Orlando

ANEXO\_05 SOLICITUD Y FICHA DE JUICIO DE EXPERTO  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

Huancayo, Perú

Señor(a)

...MARIA ANAYA CORDOVA.....

Presente. -

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., para saludarlo(a) cordialmente y a la vez manifestarle que, conocedores de su trayectoria académica y profesional, molesto su atención al elegirlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento que pretendo utilizar en la Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil.

El instrumento tiene como objetivo medir las variables CAPACIDAD VIAL y FLUJO VEHICULAR, por lo que, con la finalidad de determinar la validez de su contenido, solicito a su persona evaluar de acuerdo a su amplia experiencia y conocimientos los instrumentos de investigación. Se adjunta los instrumento y la matriz de operacionalización de la variable considerando dimensiones, indicadores.

Agradezco anticipadamente su colaboración y estoy seguro que su opinión y criterio de experto servirán para los fines propuestos.

Atentamente



Bach. MISARI SALAZAR, Luis Orlando



ANEXO\_05 SOLICITUD Y FICHA DE JUICIO DE EXPERTO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

- INSTRUMENTO 2, ficha de aforo peatonal

AFORO PEATONAL			
TESISTA			
INTERSECCION			DIA
HORARIO	SENTIDO		
	NORTE - SUR	SUR - NORTE	TOTAL
SUB TOTAL			
TOTAL			

- INSTRUMENTO 3, ficha de aspectos geométricos de la vía

CARACTERISTICAS GEOMETRICOS DE LA VIA		
INTERSECCION		
SENTIDO	S-N	N-S
ANCHO DE CARRIL		
ANCHO DE CALZADA		
ANCHO DE BERMA		
% DE ZONAS NO REBASE		
PUNTOS DE ACCESO		
PENDIENTE PROMEDIO		

- INSTRUMENTO 4, ficha de velocidad de vehículos mixtos

N.º	TIEMPO EN SEGUNDOS (D = 100m)													
	L		M		Mi		J		V		S		D	
	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N	N-S	S-N
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
Media														
Media Par.														
Media Total														

- INSTRUMENTO 5, ficha de condiciones de trafico

CONDICIONES DE TRAFICO				
COMPOSICION DEL TRAFICO	LIVIANOS %	BUSSES %	CAMIONES %	RECREACION %
FACTOR HORARIO DE MAXIMA DEMANDA	N-S:		S-N:	
DISTRIBUCION POR CARRIL	DERECHO:		IZQUIERDO:	
VELOCIDAD PROMEDIO	N-S:	S-N:	PROMEDIO:	

ANEXO\_05 SOLICITUD Y FICHA DE JUICIO DE EXPERTO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

- INSTRUMENTO 6, ficha de intervalos y espaciamiento entre vehículos

INTER. Y ESPACIA. ENTRE VEHICULOS		
SENTIDO	INTERVALO	ESPACIAMIENTO
NORTE-SUR		
SUR-NORTE		

- INSTRUMENTO 7, Synchro v8



ANEXO\_05 SOLICITUD Y FICHA DE JUICIO DE EXPERTO  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

ANALISIS, OPINION Y CALIFICACION DEL EXPERTO

	<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b> <b>Formato de Validación por expertos</b>
TESISTA: Luis Orlando Misari Salazar	
TESIS: Capacidad vial y flujo vehicular en la carretera P.E. 3SB	
AÑO: 2021	

III. OPINION DE LA APLICATIVIDAD

.....  
.....  
.....

IV. PROMEDIO DE VALORACION AL 100% 96%

FIRMA:.....  
NOMBRE: EDERTH GUILLERMO VILLAGARAY ZEGARRA  
DNI: 19845701

  
.....  
  
ING. CIVIL  
CIP. 74357

Huancayo.....de Enero de 2021

ANEXO\_05 SOLICITUD Y FICHA DE JUICIO DE EXPERTO  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

	<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b> <b>Formato de Validación por expertos</b>
TESISTA: Luis Orlando Misari Salazar	
TESIS: Capacidad vial y flujo vehicular en la carretera P.E. 3SB	
AÑO: 2021	

III. OPINION DE LA APLICATIVIDAD

.....  
.....  
.....

IV. PROMEDIO DE VALORACION AL 100%

95%

  
Elivel Solla De la Cruz  
ING. CIVIL  
CIP. N° 105176

FIRMA:.....  
NOMBRE: Elivel Solla De la Cruz  
DNI: 40143809

Huancayo.....de Enero de 2021

ANEXO\_05 SOLICITUD Y FICHA DE JUICIO DE EXPERTO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

	<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b> <b>Formato de Validación por expertos</b>
TESISTA: Luis Orlando Misari Salazar	
TESIS: Capacidad vial y flujo vehicular en la carretera P.E. 3SB	
AÑO: 2021	

III. OPINION DE LA APLICATIVIDAD

.....  
.....  
.....

IV. PROMEDIO DE VALORACION AL 100%

95%

FIRMA:.....  
NOMBRE: MARCIA AMAYA CORDOVA  
DNI: 41377957

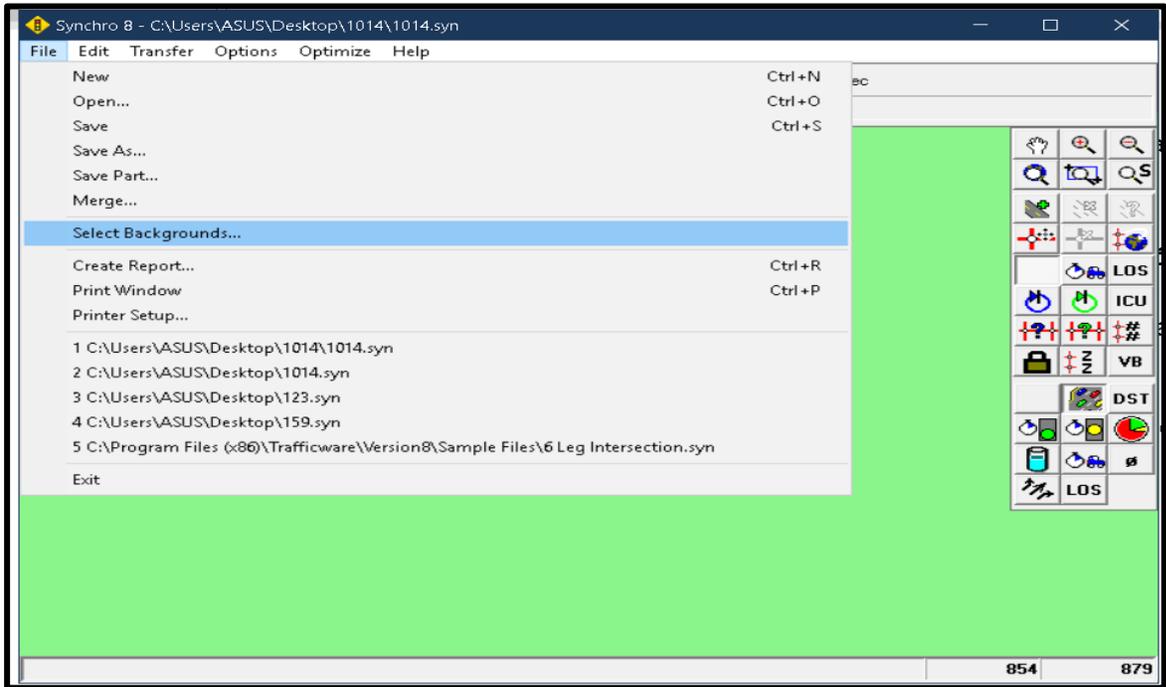
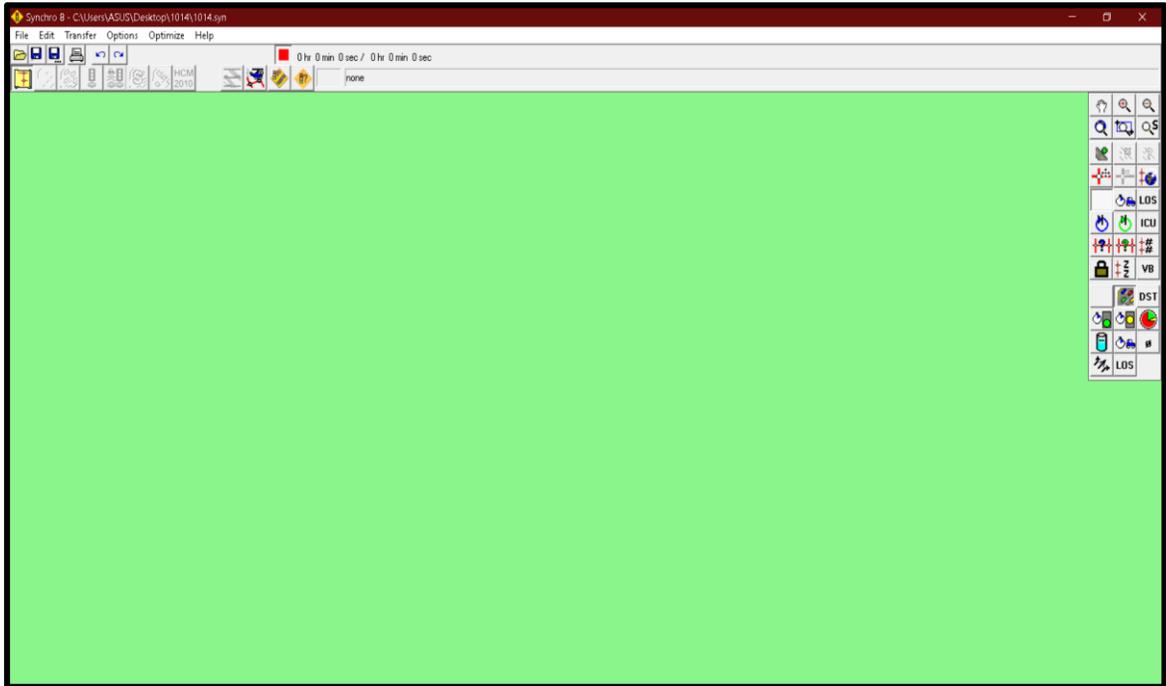
*Marcia Cordova*  
*Sub. Marcia Amaya Cordova*  
*CIP 117673*  
Municipalidad Distrital de El Tambo  
AREA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS  
Ing. Marcia A. Amaya Cordova  
PROYECTISTA

Huancayo.....de Enero de 2021

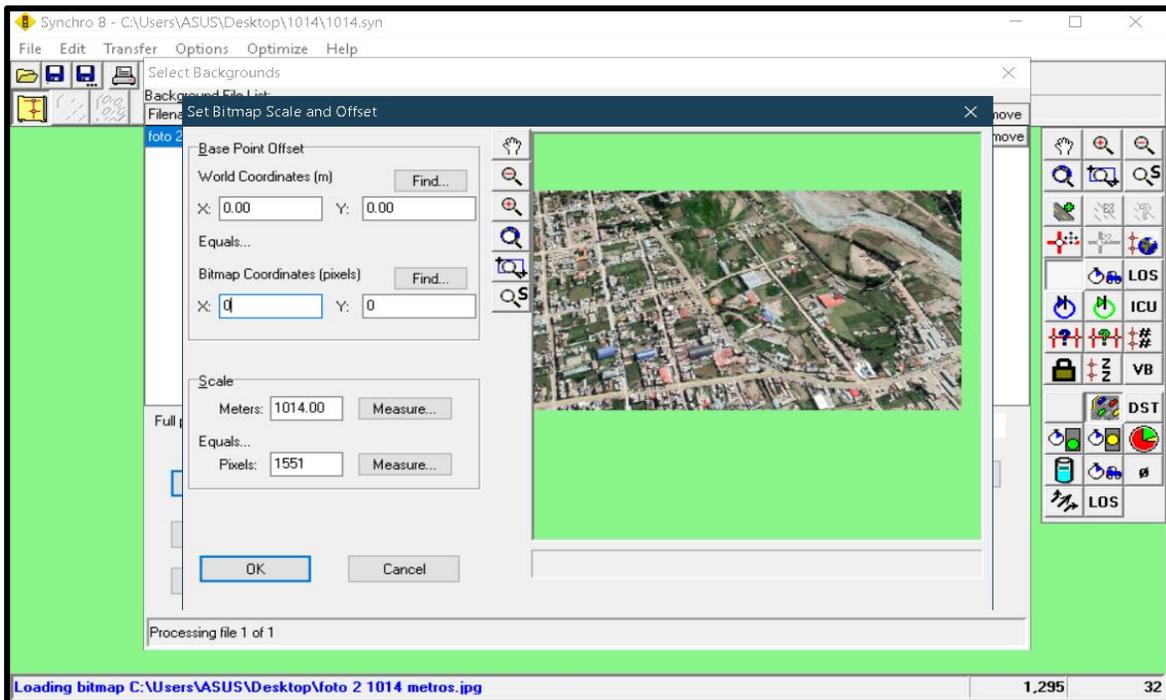
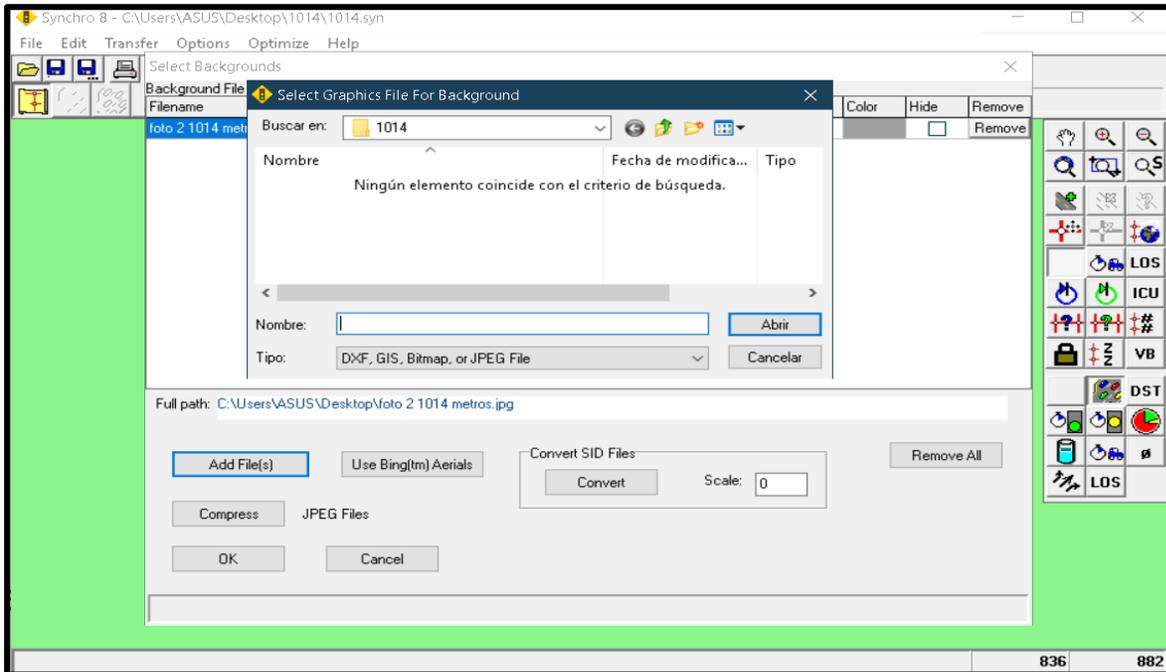
**ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION  
ACTUAL**

ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

PROCESAMIENTO DE LA SITUACION ACTUAL CON SYNCHRO V8

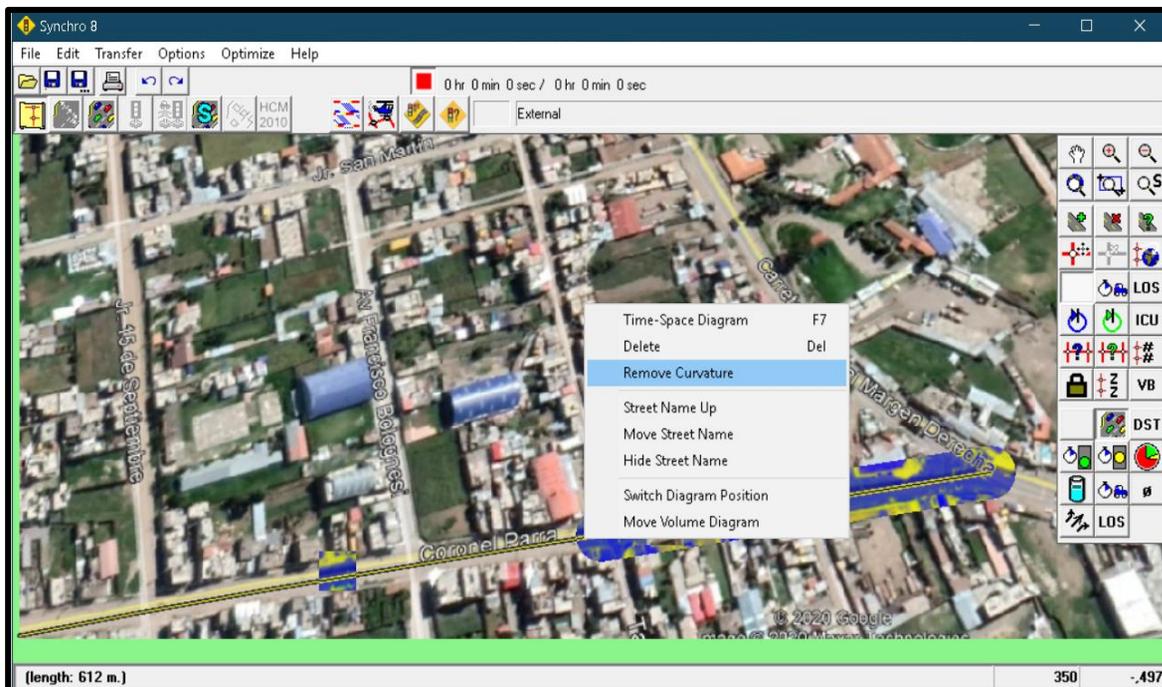
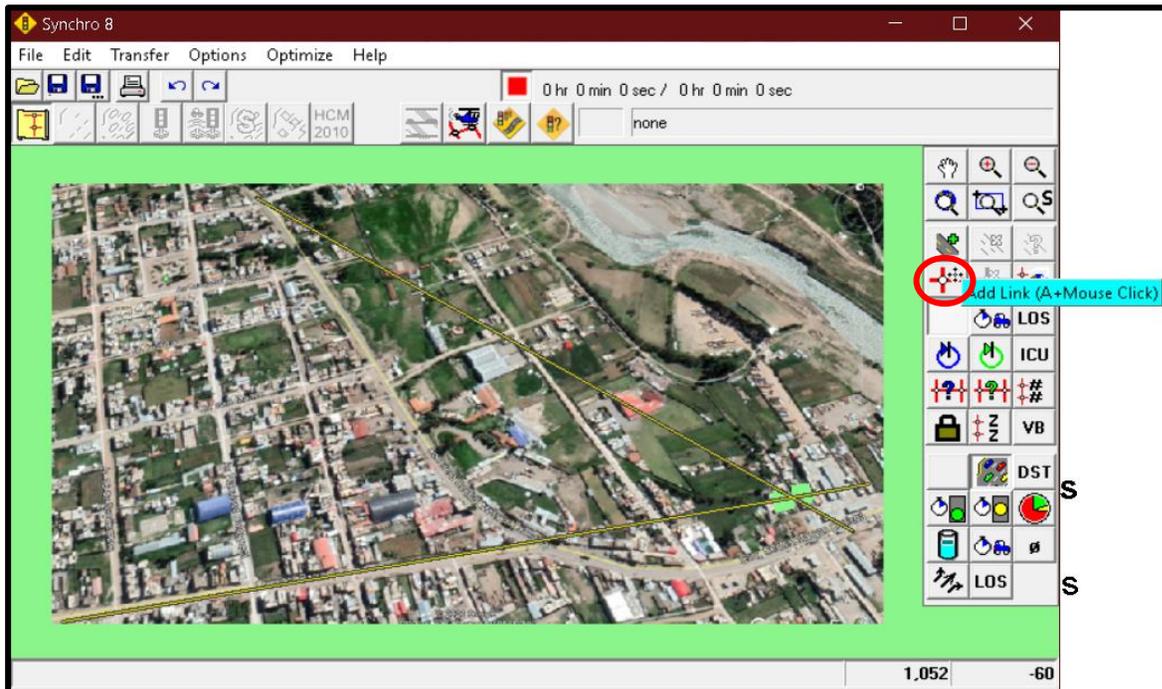


ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

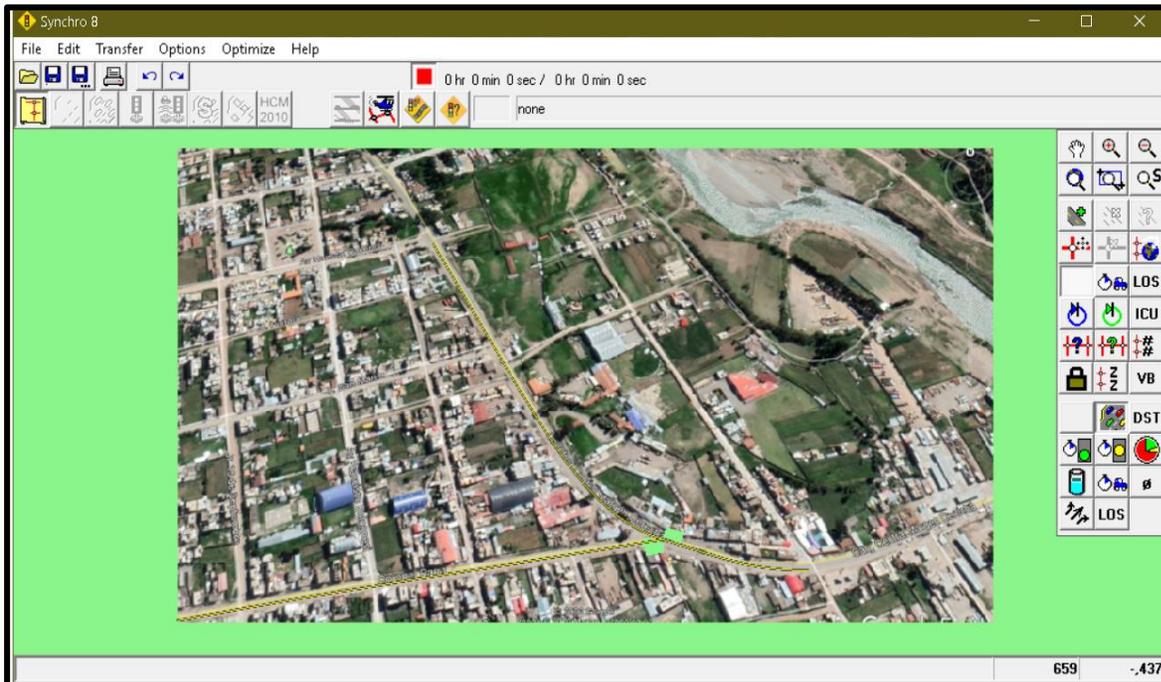
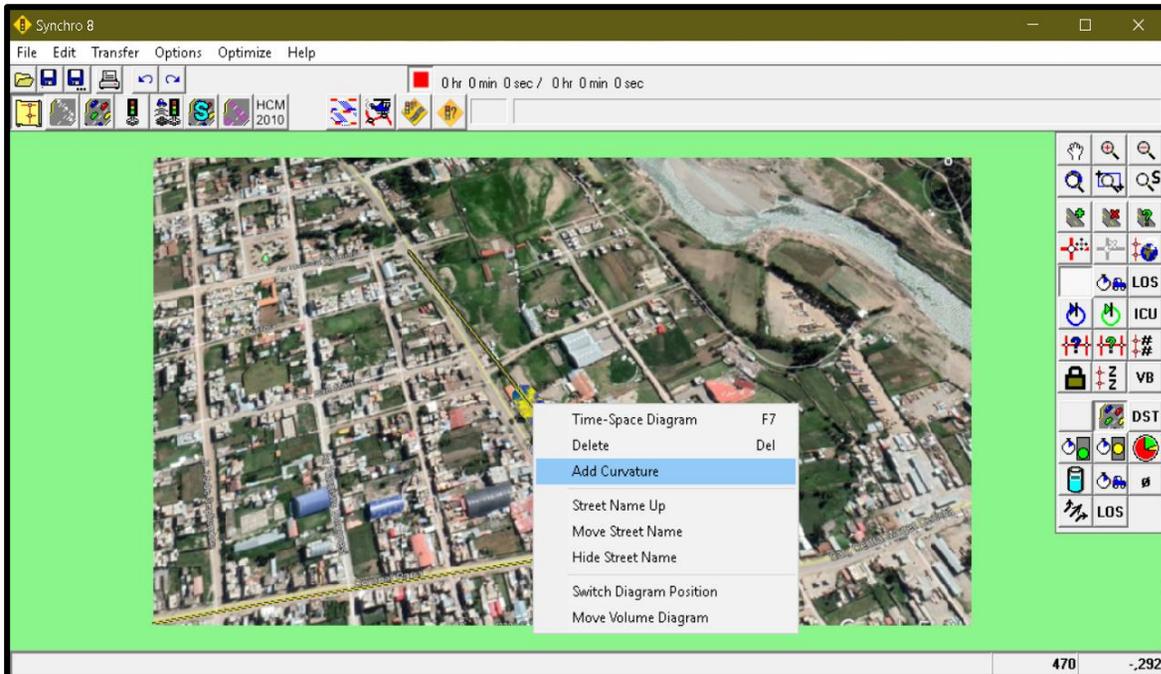


ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

TRAZO DE VIAS



ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB



ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

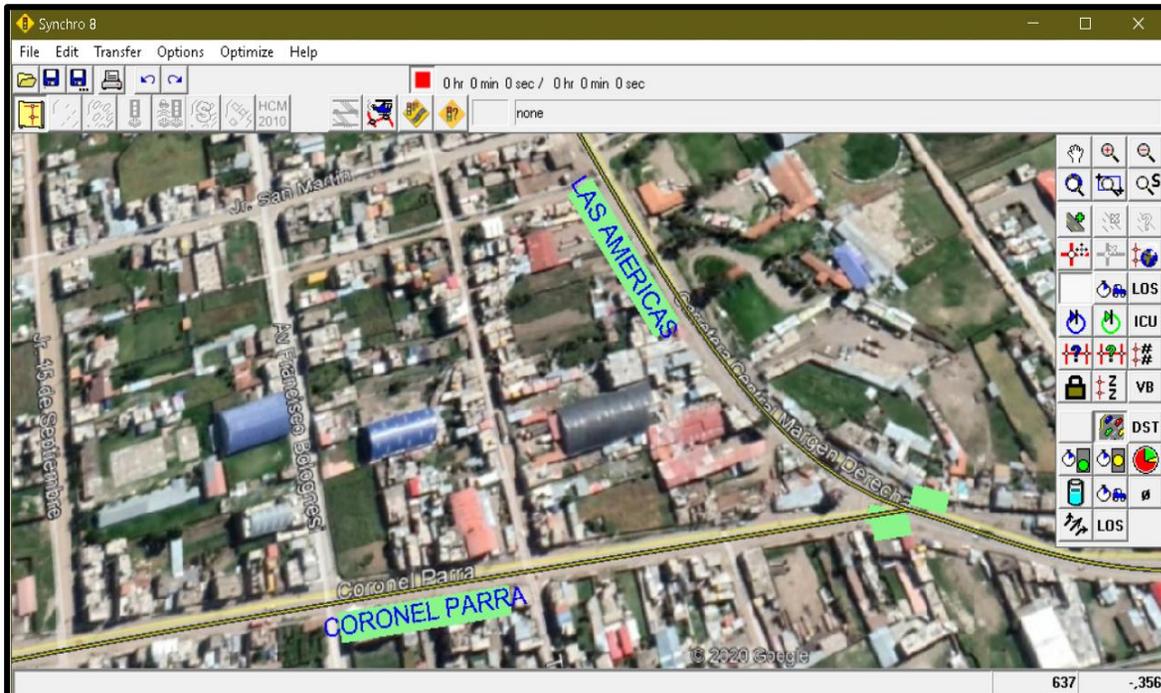
CONFIGURACIÓN DE CARRILES



LANE SETTINGS		SEL	SER
Lanes and Sharing (#RL)			
Traffic Volume (vph)	0	0	0
Street Name	LAS AMERICAS		
Link Distance (m)	460.2		
Links Speed (km/h)	50		

LANE SETTINGS		EBL	EBT
Lanes and Sharing (#RL)			
Traffic Volume (vph)	0	0	0
Street Name	CORONEL PARRA		
Link Distance (m)	—	611.6	
Links Speed (km/h)	—	50	

ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**



Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize He

LANE SETTINGS

	SEL	SER
Lanes and Sharing (#RL)	↑	
Traffic Volume (vph)	568	23
Street Name	LAS AMERICAS	
Link Distance (m)	348.1	—
Links Speed (km/h)	24	—

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize He

LANE SETTINGS

	EBL	EBT
Lanes and Sharing (#RL)		↑
Traffic Volume (vph)	0	386
Street Name	CORONEL PARRA	
Link Distance (m)	—	262.2
Links Speed (km/h)	—	20

ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
 TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Hel

LANE SETTINGS

	← WBT	→ WBR
Lanes and Sharing (#RL)	↕	
Traffic Volume (vph)	495	517
Street Name	INDEPENDENCIA	
Link Distance (m)	248.3	—
Links Speed (km/h)	24	—

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

LANE SETTINGS

	↙ EBL	→ EBT	← WBT	↖ WBR	↘ SEL	↙ SER
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↕		↘	
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23
Street Name	CORONEL PARRA		INDEPENDENCIA		LAS AMERICAS	
Link Distance (m)	—	262.2	248.3	—	348.1	—
Links Speed (km/h)	—	20	24	—	24	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	WB	—	SE	—
Travel Time (s)	—	47.2	37.2	—	52.2	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800

ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

LANE SETTINGS SEL SER

Lanes and Sharing (#RL)		
Traffic Volume (vph)	568	23
Street Name	LAS AMERICAS	
Link Distance (m)	348.1	—
Links Speed (km/h)	24	—
Set Arterial Name and Speed	SE	—
Travel Time (s)	52.2	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1800	1800
Lane Width (m)	3.8	3.8

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

LANE SETTINGS EBL EBT

Lanes and Sharing (#RL)		
Traffic Volume (vph)	0	386
Street Name	CORONEL PARRA	
Link Distance (m)	—	262.2
Links Speed (km/h)	—	20
Set Arterial Name and Speed	—	EB
Travel Time (s)	—	47.2
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1800	1800
Lane Width (m)	4.1	4.1

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

LANE SETTINGS SEL SER

Lanes and Sharing (#RL)		
Traffic Volume (vph)	568	23
Street Name	LAS AMERICAS	
Link Distance (m)	348.1	—
Links Speed (km/h)	24	—
Set Arterial Name and Speed	SE	—
Travel Time (s)	52.2	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1800	1800
Lane Width (m)	3.8	3.8
Grade (%)	2	—

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

LANE SETTINGS NBT

Lanes and Sharing (#RL)		
Traffic Volume (vph)		
Street Name	LAS AMERICAS	
Link Distance (m)	348.1	—
Links Speed (km/h)	50	—
Set Arterial Name and Speed	NB	—
Travel Time (s)	25.1	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)		
Lane Width (m)		
Grade (%)	-2	—

ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
 TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Hel

LANE SETTINGS

Lanes and Sharing (#RL)	EBL	EBT
Traffic Volume (vph)	0	386
Street Name	CORONEL PARRA	
Link Distance (m)	—	262.2
Links Speed (km/h)	—	20
Set Arterial Name and Speed	—	EB
Travel Time (s)	—	47.2
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1800	1800
Lane Width (m)	4.1	4.1
Grade (%)	—	2

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\1

File Edit Transfer Options Optim

LANE SETTINGS

Lanes and Sharing (#RL)	WBT
Traffic Volume (vph)	—
Street Name	CORONE
Link Distance (m)	262.2
Links Speed (km/h)	50
Set Arterial Name and Speed	WB
Travel Time (s)	18.9
Ideal Satd. Flow (vphpl)	—
Lane Width (m)	—
Grade (%)	-2

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

LANE SETTINGS

Lanes and Sharing (#RL)	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23
Street Name	CORONEL PARRA	INDEPENDENCIA	LAS AMERICAS			
Link Distance (m)	—	262.2	248.3	—	348.1	—
Links Speed (km/h)	—	20	24	—	24	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	WB	—	SE	—
Travel Time (s)	—	47.2	37.2	—	52.2	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	4.1	4.1	3.6	3.6	3.8	3.8
Grade (%)	—	2	2	—	2	—
Area Type CBD	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	—	0.0	0.0	0.0

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

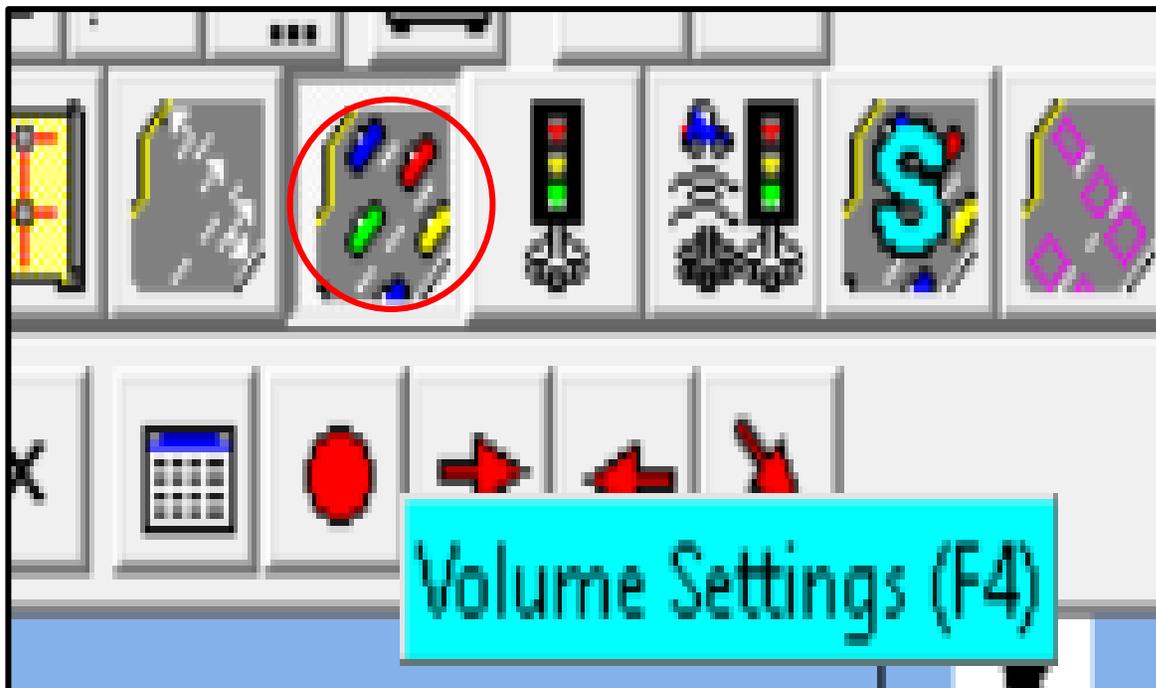
LANE SETTINGS

Lanes and Sharing (#RL)	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23
Street Name	CORONEL PARRA	INDEPENDENCIA	LAS AMERICAS			
Link Distance (m)	—	262.2	248.3	—	348.1	—
Links Speed (km/h)	—	20	24	—	24	—
Set Arterial Name and Speed	—	EB	WB	—	SE	—
Travel Time (s)	—	47.2	37.2	—	52.2	—
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Lane Width (m)	4.1	4.1	3.6	3.6	3.8	3.8
Grade (%)	—	2	2	—	2	—
Area Type CBD	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	—
Storage Length (m)	0.0	—	—	0.0	0.0	0.0
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None

ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

LANE SETTINGS	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER
Right Turn Channelized	—	None	—	None	—	None
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	1.000	0.931	—	0.995	—
Left Turn Factor (prot)	—	1.000	1.000	—	0.954	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	1844	1627	—	1695	—
Left Turn Factor (perm)	—	1.000	1.000	—	0.954	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	—
Left Ped Factor	—	1.000	1.000	—	1.000	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	1844	1627	—	1695	—
Right Turn on Red?	—	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>	—	<input checked="" type="checkbox"/>
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	0	157	—	6	—
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Configuración de los volúmenes



ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
 TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010

VOLUME SETTINGS

	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↑		↑	
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	—	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	0	—	0

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010

VOLUME SETTINGS

	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↑		↑	
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	—	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89

ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
 TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

Synchro 8 - C:\Users\ASUS\Desktop\123.syn

File Edit Transfer Options Optimize Help

0 hr 0 min 0 sec

HCM 2010

VOLUME SETTINGS

	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↑		↑	
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	—	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

VOLUME SETTINGS

	WBT	WBR
Lanes and Sharing (#RL)	↑	
Traffic Volume (vph)	495	517
Conflicting Peds. (#/hr)	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	0
Peak Hour Factor	0.89	0.89
Growth Factor	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	10
Bus Blockages (#/hr)	0	1
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—
Traffic from mid-block (%)	0	—
Link OD Volumes	—	—
Adjusted Flow (vph)	556	581
Traffic in shared lane (%)	—	—
Lane Group Flow (vph)	1137	0

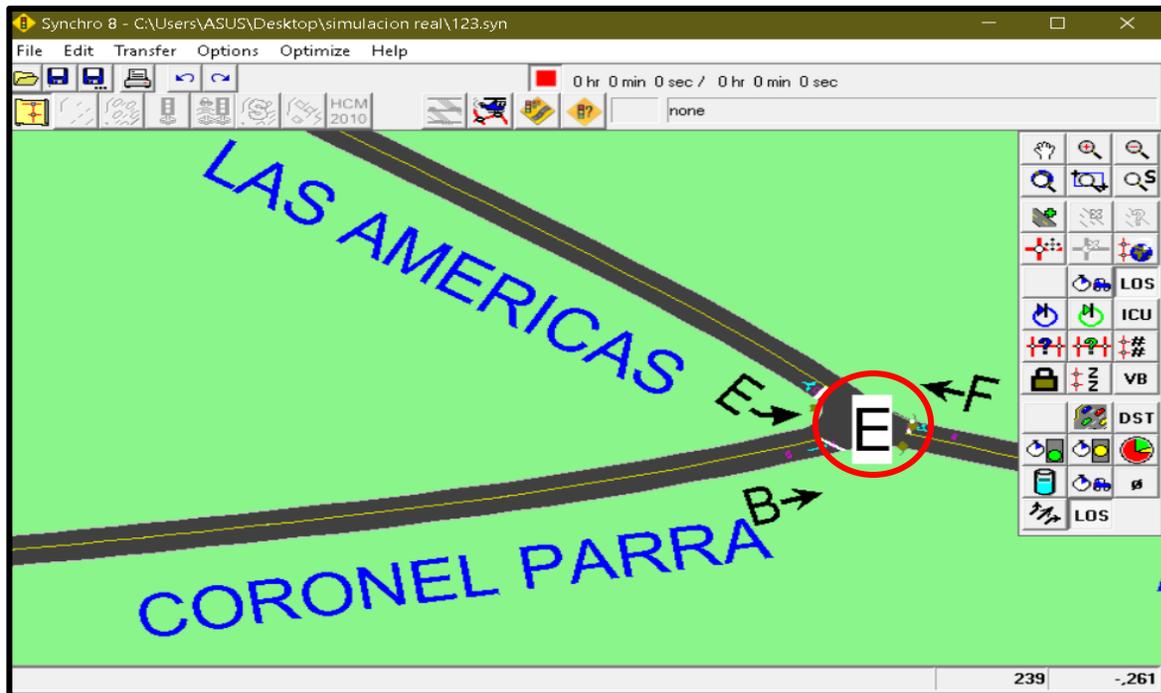
VOLUME SETTINGS

	EBL	EBT
Lanes and Sharing (#RL)		↑
Traffic Volume (vph)	0	386
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—
Peak Hour Factor	0.89	0.89
Growth Factor	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0
Bus Blockages (#/hr)	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0
Link OD Volumes	—	—
Adjusted Flow (vph)	0	434
Traffic in shared lane (%)	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	434

ANEXO\_06 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: SITUACION ACTUAL  
 TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

VOLUME SETTINGS	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER
Lanes and Sharing (#RL)						
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	—	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	—	0	—	0
Peak Hour Factor	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	0	0	10	1	—
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	1	1	—
Adj. Parking Lane?	<input checked="" type="checkbox"/>					
Parking Maneuvers (#/hr)	0	0	0	0	0	0
Adjusted Flow (vph)	0	434	556	581	638	26
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	434	1137	0	664	0

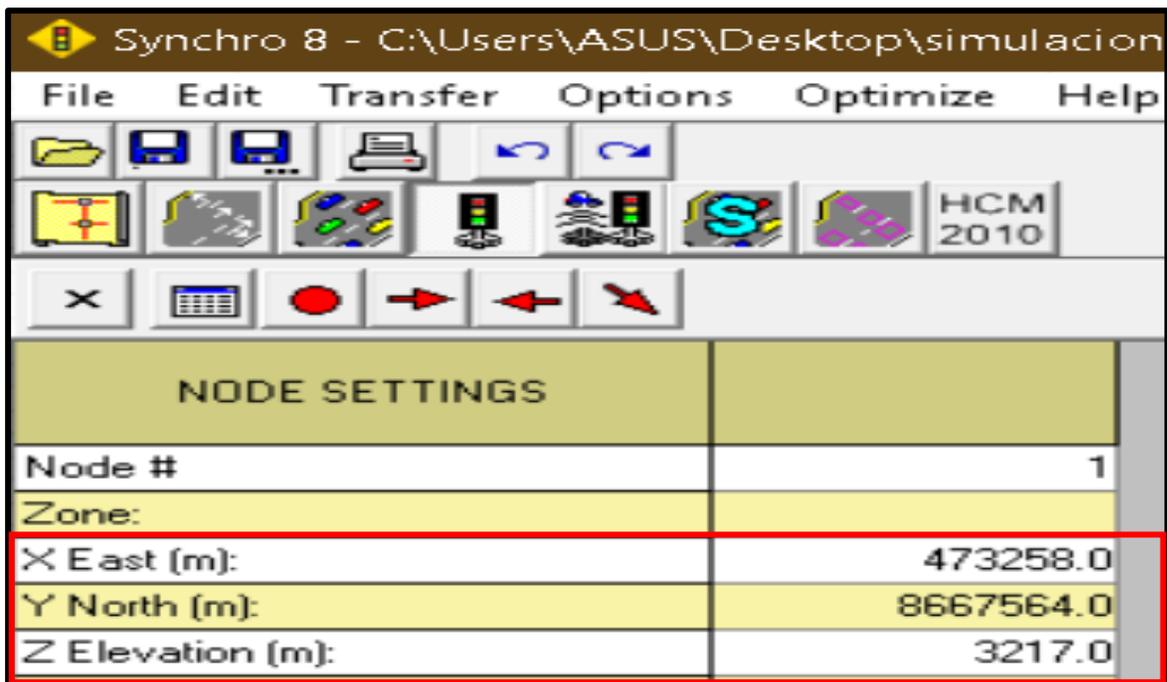
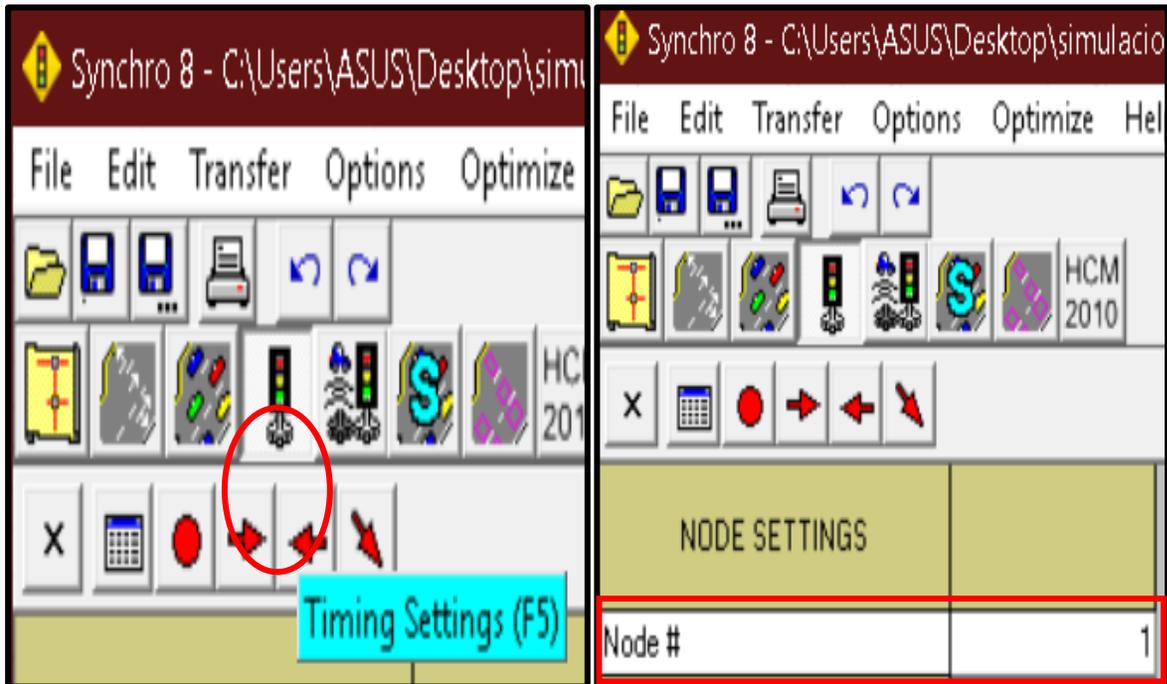
NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN



**ANEXO\_07 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: MODELO DE  
PROPUESTA**

ANEXO\_07 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: MODELO DE PROPUESTA  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

**PROCESAMIENTO CON SYNCHRO V8: MODELO DE PROPUESTA**



ANEXO\_07 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: MODELO DE PROPUESTA  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	473258.0
Y North (m):	8667564.0
Z Elevation (m):	3217.0
Description	
Control Type	Pretimed

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	473723.0
Y North (m):	8668037.2
Z Elevation (m):	3217.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	35.0
Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>

ANEXO\_07 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: MODELO DE PROPUESTA  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

NODE SETTINGS	
Node #	1
Zone:	
X East (m):	473723.0
Y North (m):	8668037.2
Z Elevation (m):	3217.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	35.0
Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize

NODE SETTINGS	
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	35.0
Lock Timings:	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle 90th (s):	35.0
Actuated Cycle 70th (s):	35.0
Actuated Cycle 50th (s):	35.0
Actuated Cycle 30th (s):	35.0
Actuated Cycle 10th (s):	35.0
Natural Cycle(s):	40.0

NODE SETTINGS	
Natural Cycle(s):	40.0
Max v/c Ratio:	0.56

NODE SETTINGS	
Natural Cycle(s):	40.0
Max v/c Ratio:	0.56
Intersection Delay (s):	10.9
Intersection LOS:	E

ANEXO\_07 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: MODELO DE PROPUESTA  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

TIMING SETTINGS								
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↻		↻		—	—
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23	—	—

TIMING SETTINGS								
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↻		↻		—	—
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23	—	—
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—

TIMING SETTINGS								
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↻		↻		—	—
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23	—	—
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	4	—	6	—	—	—

TIMING SETTINGS								
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↻		↻		—	—
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23	—	—
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	4	—	6	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—

TIMING SETTINGS								
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↻		↻		—	—
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23	—	—
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	4	—	5	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	None	None	—	None	—	—	—
Switch Phase	—	1	1	—	1	—	—	—

ANEXO\_07 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: MODELO DE PROPUESTA  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

TIMING SETTINGS	 EBL	 EBT	 WBT	 WBR	 SEL	 SER	 PED	 HOLD
Lanes and Sharing (#RL)		↑	↗		↘		—	—
Traffic Volume (vph)	0	386	495	517	568	23	—	—
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	4	—	5	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	None	None	—	None	—	—	—
Switch Phase	—	1	1	—	1	—	—	—
Leading Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—

TIMING SETTINGS	 EBL	 EBT	 WBT	 WBR	 SEL	 SER	 PED	 HOLD
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	4	—	5	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	None	None	—	None	—	—	—
Switch Phase	—	1	1	—	1	—	—	—
Leading Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	13.0	13.0	—	13.0	—	—	—

TIMING SETTINGS	 EBL	 EBT	 WBT	 WBR	 SEL	 SER	 PED	 HOLD
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	4	—	5	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	None	None	—	None	—	—	—
Switch Phase	—	1	1	—	1	—	—	—
Leading Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	13.0	13.0	—	13.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	18.0	18.0	—	18.0	—	—	—

ANEXO\_07 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: MODELO DE PROPUESTA  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

TIMING SETTINGS								
	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER	PED	HOLD
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	4	—	5	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	None	None	—	None	—	—	—
Switch Phase	—	1	1	—	1	—	—	—
Leading Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	13.0	13.0	—	13.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	18.0	18.0	—	18.0	—	—	—
Total Split (s)	—	35.0	35.0	—	35.0	—	—	—

TIMING SETTINGS								
	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER	PED	HOLD
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	4	—	5	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	None	None	—	None	—	—	—
Switch Phase	—	1	1	—	1	—	—	—
Leading Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	13.0	13.0	—	13.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	18.0	18.0	—	18.0	—	—	—
Total Split (s)	—	35.0	35.0	—	35.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	2.0	2.0	—	2.0	—	—	—

TIMING SETTINGS								
	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER	PED	HOLD
Turn Type	—	—	—	—	—	—	—	—
Protected Phases	—	4	4	—	5	—	—	—
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	None	None	—	None	—	—	—
Switch Phase	—	1	1	—	1	—	—	—
Leading Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	13.0	13.0	—	13.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	18.0	18.0	—	18.0	—	—	—
Total Split (s)	—	35.0	35.0	—	35.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	2.0	2.0	—	2.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	3.0	3.0	—	3.0	—	—	—

ANEXO\_07 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: MODELO DE PROPUESTA  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

TIMING SETTINGS								
	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER	PED	HOLD
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	None	None	—	None	—	—	—
Switch Phase	—	1	1	—	1	—	—	—
Leading Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	13.0	13.0	—	13.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	18.0	18.0	—	18.0	—	—	—
Total Split (s)	—	35.0	35.0	—	35.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	2.0	2.0	—	2.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	3.0	3.0	—	3.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—

TIMING SETTINGS								
	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER	PED	HOLD
Permitted Phases	—	—	—	—	—	—	—	—
Detector Phases	—	None	None	—	None	—	—	—
Switch Phase	—	1	1	—	1	—	—	—
Leading Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	13.0	13.0	—	13.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	18.0	18.0	—	18.0	—	—	—
Total Split (s)	—	35.0	35.0	—	35.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	2.0	2.0	—	2.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	3.0	3.0	—	3.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—

TIMING SETTINGS								
	EBL	EBT	WBT	WBR	SEL	SER	PED	HOLD
Leading Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Trailing Detector (m)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Minimum Initial (s)	—	13.0	13.0	—	13.0	—	—	—
Minimum Split (s)	—	21.0	21.0	—	21.0	—	—	—
Total Split (s)	—	35.0	35.0	—	35.0	—	—	—
Yellow Time (s)	—	2.0	2.0	—	2.0	—	—	—
All-Red Time (s)	—	3.0	3.0	—	3.0	—	—	—
Lost Time Adjust (s)	—	0.0	0.0	—	0.0	—	—	—
Lagging Phase?	—	—	—	—	—	—	—	—
Allow Lead/Lag Optimize?	—	—	—	—	—	—	—	—
Recall Mode	—	Max	Max	—	Max	—	—	—

ANEXO\_07 SIMULACION CON SOFTWARE SYNCHRO: MODELO DE PROPUESTA  
**TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB**

NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCION CON SEMAFORO DE DOS FASES

Total Delay (s)	—	19.6	13.7	—	18.6	—	—	—
Level of Service	—	B	B	—	B	—	—	—
Approach Delay (s)	—	19.6	13.7	—	18.6	—	—	—
Approach LOS	—	B	B	—	B	—	—	—
Queue Length 50th (m)	—	44.1	23.0	—	35.2	—	—	—
Queue Length 95th (m)	—	71.2	44.9	—	59.1	—	—	—
Stops (vph)	—	288	159	—	230	—	—	—
Fuel Used (l/hr)	—	21	14	—	20	—	—	—
Dilemma Vehicles (#/hr)	—	0	0	—	0	—	—	—

**ANEXO\_08 PANEL FOTOGRAFICO**

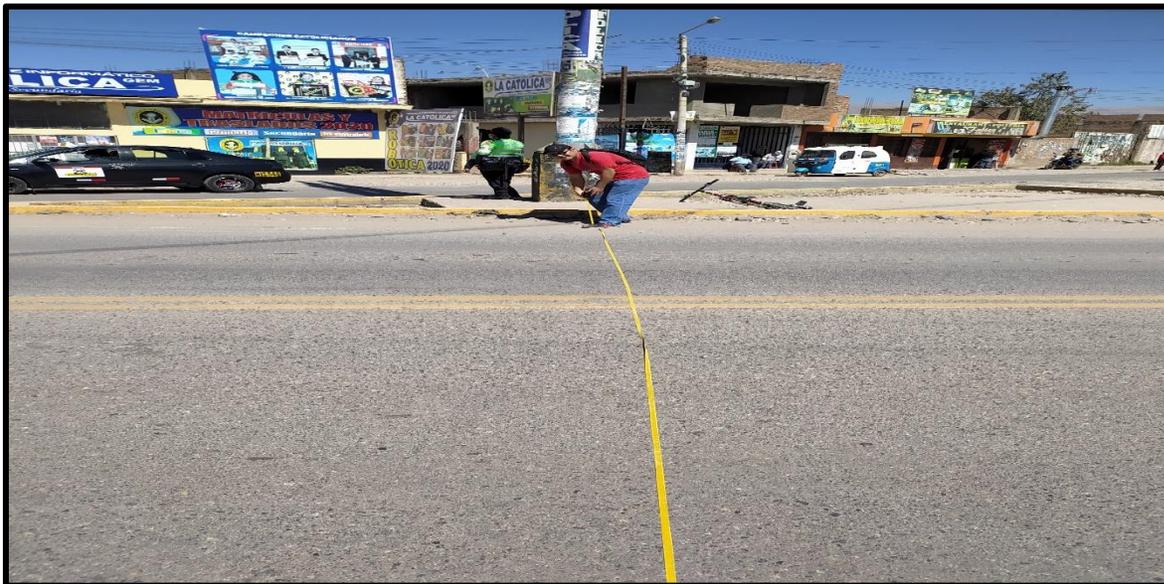
ANEXO\_08 PANEL FOTOGRAFICO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

INTERSECCION: LAS AMERICAS – CORONEL PARRA



**FOTOGRAFIA 1:** Vista de las condiciones geométricas de la vía y del tráfico de la intersección Las Americas y Coronel Parra



**FOTOGRAFIA 2:** Tomando la medida de la sección transversal de la intersección Las Americas y Coronel Parra

ANEXO\_08 PANEL FOTOGRAFICO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB



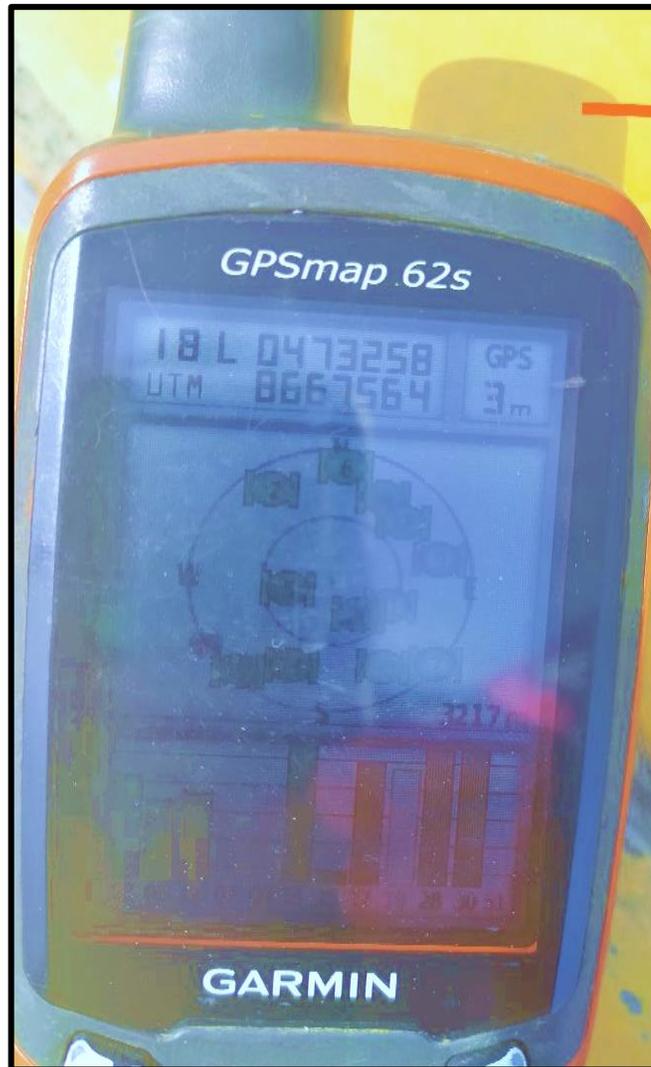
**FOTOGRAFIA 4:** Tomando la medida de los hombros de la intersección Las Américas y Coronel Parra



**FOTOGRAFIA 5:** Aforo vehicular de la intersección Las Américas y Coronel Parra

ANEXO\_08 PANEL FOTOGRAFICO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB



**FOTOGRAFIA 6:** coordenadas UTM de la intersección Las Américas y Coronel Parra

ANEXO\_08 PANEL FOTOGRAFICO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

INTERSECCION: LAS AMERICAS – SAN MARTIN



**FOTOGRAFIA 7:** Vista de las condiciones geométricas de la vía y del tráfico de la intersección Las Americas y San Martin



**FOTOGRAFIA 8:** Tomando la medida de la sección transversal de la intersección Las Americas v San Martin

ANEXO\_08 PANEL FOTOGRAFICO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB



**FOTOGRAFIA 9:** Tomando la medida de los hombros de la intersección Las Americas y San Martin



**FOTOGRAFIA 10:** Aforo vehicular de la intersección Las Americas y San Martin

ANEXO\_08 PANEL FOTOGRAFICO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB



**FOTOGRAFIA 11:** coordenadas UTM de la intersección Las Americas y San Martin

ANEXO\_08 PANEL FOTOGRAFICO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

INTERSECCION: LAS AMERICAS – MARISCAL CACERES



**FOTOGRAFIA 12:** Vista de las condiciones geométricas de la vía y del tráfico de la intersección Las Américas y Mariscal Cáceres



**FOTOGRAFIA 13:** Tomando la medida de la sección transversal de la intersección Las Américas v Mariscal Cáceres

ANEXO\_08 PANEL FOTOGRAFICO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB



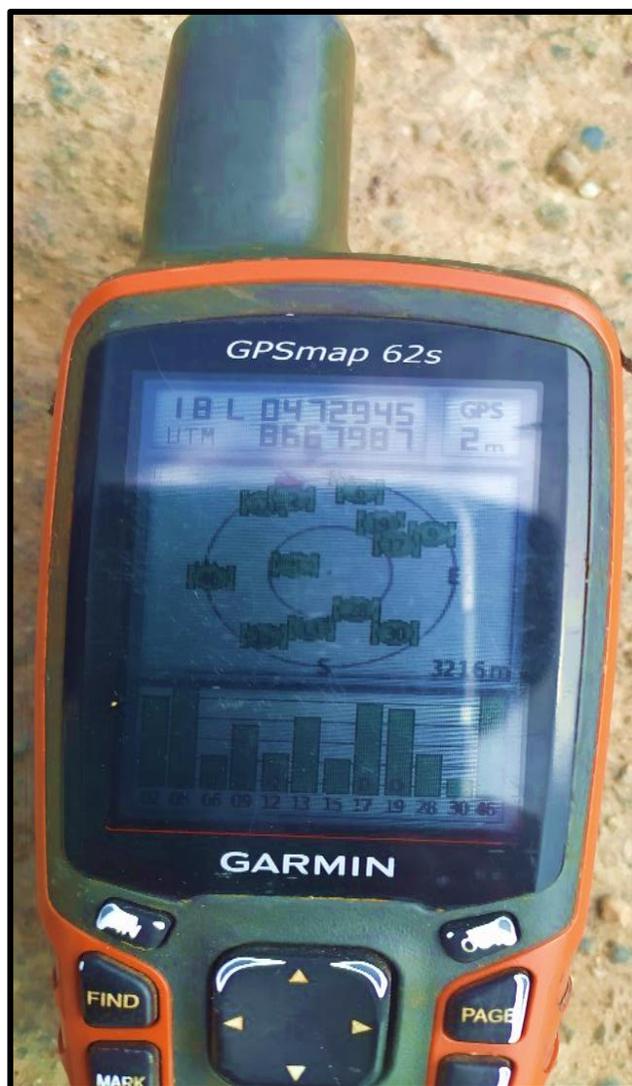
**FOTOGRAFIA 14:** Tomando la medida de los hombros de la intersección Las Américas y Mariscal Cáceres



**FOTOGRAFIA 15:** Aforo vehicular de la intersección Las Américas y Mariscal Cáceres

ANEXO\_08 PANEL FOTOGRAFICO

TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB



**FOTOGRAFIA 16:** coordenadas UTM de la intersección Las Américas y Mariscal Cáceres

**ANEXO\_09 UBICACIÓN DE INTERSECCIONES EN ESTUDIO**

ANEXO\_09 UBICACIÓN DE INTERSECCIONES EN ESTUDIO  
TITULO: CAPACIDAD VIAL Y FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA PE. 3SB

INTERSECCIONES EN ESTUDIO



**FOTOGRAFIA 17:** intersecciones en estudio: Las Américas y Coronel Parra, Las Américas y San Martín, Las Américas y Mariscal Cáceres