



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de
Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia de la construcción del puente Arequipa
en los niveles de servicio de las intersecciones
de la calle Real con Jr. Ayacucho y
la calle Real con Jr. Santa Rosa**

German Gregory Herrera Colonio

Huancayo, 2019

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR

Ing. Augusto Elías García Corzo

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me dio la fuerza y voluntad espiritual que necesito para completar la tesis que se está elaborando.

A la Universidad Continental, gracias por haber dirigido, guiado y enseñado todo el conocimiento que se necesita, para poder desarrollarme en mi vida profesional.

Al Ing. Augusto Elías García Corzo, asesor de Tesis, gracias por haber guiado y enseñando profesionalmente con la investigación de tesis.

A todos los ingenieros y amigos que de alguna manea influenciaron de manera directa e indirecta, se logre terminar satisfactoriamente con la investigación de tesis planteada.

DEDICATORIA

A mi madre, Miryam Colonio F. quien con su esfuerzo y ahínco me llevo a cumplir mis objetivos y metas.

LISTA DE CONTENIDOS

ASESOR	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPITULO I.....	20
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	20
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema	20
1.1.1. Planteamiento del Problema	20
1.1.1.1. Síntomas y Causas del Problema	22
1.1.1.2. Pronóstico o Consecuencia del Problema	26
1.1.1.3. Control del Pronóstico	26
1.1.2. Formulación del Problema.....	27
1.1.2.1. Problema General	27
1.1.2.2. Problemas Específicos.....	27
1.2. Objetivos del Estudio.....	27
1.2.1. Objetivo General.....	27
1.2.2. Objetivos Específicos	28
1.3. Justificación de la Investigación	28
1.3.1. Justificación Teórica.....	28
1.3.2. Justificación Practica	29
1.3.3. Justificación Metodológica	29
1.4. Hipótesis	30
1.4.1. Hipótesis General.....	30
1.4.2. Hipótesis Específicas	30
1.5. Variables	30
1.5.1. Variable Dependiente	30
1.5.2. Variable Independiente	31
CAPITULO II	32
MARCO TEORICO	32
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	32
2.2. Bases Teóricas	38
2.2.1. Teoría del Tráfico Vehicular	38
2.1.1.1. Conflictos del Tráfico Vehicular	39
2.1.1.2. Modelo Flujo Dinámico.....	40
2.2.2. Capacidad del Tránsito	45
2.2.3. Highway Capacity Manual (HCM 1994)	48
2.2.3.1. Niveles de Servicio (Nds)	48
2.2.3.2. Capacidad vial en intersecciones semaforizadas.....	50
2.2.3.3. Capacidad vial en intersecciones no semaforizadas.....	55
2.2.3.4. Niveles de servicio en intersecciones no semaforizadas.....	58
2.2.3.5. Relación entre capacidad y niveles de servicio.....	60
2.3. Definición de Términos Básicos.....	60
CAPITULO III.....	64

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	64
3.1. Métodos y Alcances de la Investigación.....	64
3.1.1. Método de la investigación	64
3.1.1.1. Método General o Teórico de la Investigación.....	64
3.1.1.2. Método específico de la investigación:	65
3.1.2. Tipo de Investigación	65
3.1.3. Nivel de la Investigación	65
3.2. Diseño de la Investigación	66
3.2.1. Tipo de diseño en la investigación.....	66
3.3. Población y Muestra de la Investigación	67
3.3.1. Población	67
3.3.2. Muestra	67
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	67
3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos	67
3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos	67
CAPITULO IV.....	68
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	68
4.1. Diagnóstico Actual Del Proyecto	68
4.1.1. Ubicación y Localización	69
4.1.2. Rutas de Accesos	71
4.1.3. Lugares generadores de viajes	74
4.1.4. Diseño Geométrico	85
4.1.4.1. Intersección de la Calle Real con Jr. Ayacucho (X1).....	85
4.1.4.2. Intersección de la Calle Real con Jr. Santa Rosa (X2).....	86
4.1.4.3. Intersección del Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa (X3).....	87
4.1.4.4. Intersección del Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho (X4).....	88
4.1.5. Intersecciones no SemafORIZADAS	92
4.1.5.1. Intersección de la Calle Real con Jr. Ayacucho (X1).....	92
4.1.5.2. Intersección de la Calle Real con Jr. Santa Rosa(X2).....	93
4.1.5.3. Intersección del Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa (X3).....	93
4.1.5.4. Intersección del Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho(X4).....	94
4.1.6. Señalización vial.....	96
4.1.7. Tipos de Vehículos	105
4.1.8. Aforo Vehicular	107
4.1.9. Capacidad Vehicular en las Intersecciones.....	109
CAPITULO V	114
RESULTADOS Y PRUEBA DE HIPOTESIS.....	114
6.1. Procesamiento, Análisis y Comparación de la Información año 2017, 2022, 2027 y 2037 - sin la Construcción del Puente Arequipa.	114
6.1.1. Calculo de la Tasa de crecimiento Vehicular	114
6.1.2. Calculo del Nivel de Servicio (LOS)	117
6.1.3. Resultados del proyecto utilizando el software.	125
6.1.3.1. Características de software.	125
6.1.3.2. Requisitos del Sistema Para Su Instalación.....	126
6.1.3.3. Aplicación del software.....	126
6.1.4. Comparación Nds, sin la construcción del Puente Arequipa, utilizando HCM 1994 y software.....	134
6.2. Procesamiento, Análisis y Comparación de la Información año 2022, 2027 y 2037 - Con la Construcción del Puente Arequipa.....	134

6.2.1.	Puente tipo losa viga:	135
6.2.2.	Calculo del Porcentaje de giros Nuevos	139
6.2.3.	Cálculo Nivel de Servicio utilizando la Metodología HCM 1994.....	141
6.2.4.	Cálculo de Nivel de Servicio utilizando software.....	144
6.2.5.	Comparación NdS, con la construcción del Puente Arequipa, utilizando HCM 1994 y el software.	149
6.3.	Procesamiento, Análisis y Comparación de la Información Año 2022, 2027 y 2037 – Sin y con la Inclusión Puente Arequipa	149
6.4.	Prueba de Hipótesis.....	150
6.4.1.	Comprobación de hipótesis para la intersección X1	150
6.4.2.	Comprobación de hipótesis para la intersección X2	154
6.4.3.	Comprobación de hipótesis para la intersección X3	157
6.4.4.	Comprobación de hipótesis para la intersección X4	160
6.5.	Solución y Discusión de Resultados.....	163
6.5.1.	Solución del Proyecto utilizando la metodología HCM 1994.	170
6.5.2.	Solución del Proyecto utilizando el Software.	173
6.5.3.	Resumen de resultados	176
CONCLUSIONES		179
RECOMENDACIONES		181
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		182
ANEXOS.....		184

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Comparación de NdS Con y Sin Puente Arequipa.....	xiii
Tabla 2. Resumen de solución para cada intersección.....	xiv
Tabla 3. Flota Vehicular en la Ciudad de Huancayo.....	24
Tabla 4. Propósitos de Viaje	25
Tabla 5. Operacionalización de variables: Variable dependiente.	31
Tabla 6. Operacionalización de variables: Variable independiente.	31
Tabla 7. Niveles de Servicio	53
Tabla 8. Calculo de Nivel de Servicio HCM 1994	54
Tabla 9. Calculo de Nivel de Servicio HCM 1994	59
Tabla 10. Tabla de Equivalencias (ADE)	109
Tabla 11. Resumen de aforo Intersección Calle Real con Jr. Ayacucho.....	110
Tabla 12. Resumen de aforo Intersección Calle Real con Jr. Santa Rosa.....	111
Tabla 13. Resumen de aforo Intersección Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa	111
Tabla 14. Resumen de aforo Intersección Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho	112
Tabla 15. Resumen de aforo del día más Crítico de Cada Intersección año 2017.....	113
Tabla 16. Provincia Huancayo: Parque Automotor 2000 -2015	115
Tabla 17. Comparación de NdS, sin Puente Arequipa, utilizando Metodología HCM 1994.....	124
Tabla 18. Comparación de NdS sin Puente Arequipa, utilizando software.	133
Tabla 19. Características Técnicas del Proyecto antes y después.	138
Tabla 20. porcentajes de giros nuevos año 2022 por la inclusión del puente Arequipa.....	139
Tabla 21. porcentajes de giros existentes año 2022 por la inclusión del puente Arequipa.....	140
Tabla 22. Comparación de NdS Con Puente Arequipa, utilizando metodología HCM 1994.	144
Tabla 23. Comparación de NdS Con Puente Arequipa, utilizando software.	148
Tabla 24. Comparación de NdS Con y Sin Puente Arequipa.....	149
Tabla 25. Resumen de procesamiento de casos X1.....	152
Tabla 26. Tabla cruzada año x Niveles de Servicio X1	152
Tabla 27. Prueba de Chi-cuadrado X1	152
Tabla 28. Correlación de Variables X1	152
Tabla 29. Coeficiente de correlación de Pearson	153
Tabla 30. Resumen de procesamiento de casos X2.....	155
Tabla 31. Tabla cruzada año x Niveles de Servicio X2	155
Tabla 32. Prueba de Chi-cuadrado X2.....	156
Tabla 33. Correlación de Variables X2	156
Tabla 34. Resumen de procesamiento de casos X3.....	158
Tabla 35. Tabla cruzada año x Niveles de Servicio X3	158
Tabla 36. Prueba de Chi-cuadrado X3.....	159
Tabla 37. Correlación de Variables X3	159
Tabla 38. Resumen de procesamiento de casos X4.....	161
Tabla 39. Tabla cruzada año x Niveles de Servicio X4	161
Tabla 40. Prueba de Chi-cuadrado X4.....	162
Tabla 41. Correlación de Variables X4	162
Tabla 42. Resumen de Resultados, S1 y S2.....	165
Tabla 43. calculo porcentual de giros nuevos año 2037	166
Tabla 44. Resumen de Resultados S1, S2 y S3	169
Tabla 45. Resumen de Tiempos y Niveles de Servicio Sin Puente.....	176
Tabla 46. Resumen de Tiempos y Niveles de Servicio Con Puente.	177

Tabla 47. Resumen de Tiempos y Niveles de Servicio, Solución con Puente Arequipa	178
---	-----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Capitales y ciudades con mayores índices de tráfico del mundo	21
Gráfico 2. Crecimiento del Parque Automotor Nacional.....	22
Gráfico 3. Parque Automotor Huancayo	23
Gráfico 4. Parque Automotor Huancayo por tipo Vehículo.	24
Gráfico 5. Flujo Vehicular en las Principales Vías de Huancayo	25
Gráfico 6. Resumen de aforo Intersección Calle Real con Jr. Ayacucho.....	110
Gráfico 7. Resumen de aforo Intersección Calle Real con Jr. Santa Rosa.....	111
Gráfico 8. Resumen de aforo Intersección Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa	112
Gráfico 9. Resumen de aforo Intersección Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho	113
Gráfico 10. Parque Automotor Huancayo 2000 -2015	116
Gráfico 11. Intersección X1con distribución de giros permitidos año 2017 con volúmenes (UCP/h.r.) aforados.	117
Gráfico 12. Comparación de NdS sin Puente Arequipa, utilizando Metodología HCM 1994.....	124
Gráfico 13. Comparación de NdS sin Puente Arequipa, utilizando software.....	133
Gráfico 14. Comparación NdS sin Puente Arequipa, utilizando HCM 1994 y el software.....	134
Gráfico 15. Comparación de NdS Con Puente Arequipa, utilizando metodología HCM 1994.	144
Gráfico 16. Comparación de NdS Con Puente Arequipa, utilizando software.	148
Gráfico 17. Comparación de NdS Con Puente Arequipa, utilizando HCM 1994 y el software.....	149
Gráfico 18. Comparación de NdS Sin y Con Puente Arequipa - utilizando HCM 1994.....	150
Gráfico 19. Comparación de NdS Con Puente Arequipa, solución utilizando HCM 1994 y el software.	169

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Proyecto en Google Earth: Puente Arequipa.	xix
Figura 2. Esquema de Transporte.....	39
Figura 3. Tipos de Conflictos de Trafico	40
Figura 4. Modelación del Tráfico en el Espacio y Tiempo	41
Figura 5. Diagramas Fundamentales de Flujo de Trafico	43
Figura 6. Diagrama Velocidad vs Concentración	44
Figura 7. Diagrama Velocidad vs Flujo.....	44
Figura 8. Diagrama Flujo vs Concentración	45
Figura 9. Esquema de las Vías Urbanas en el Perú.....	46
Figura 10. Ciclo Semáforo.....	47
Figura 11. Clasificación de los Niveles de Servicio.....	50
Figura 12. Diagrama de Longitud del Ciclo Semáforo	51
Figura 13. Tipos de Semáforo con Luces de giro o viraje	53
Figura 14. Esquema de Probabilidades de giros en conflicto.....	58
Figura 15. Ubicación Departamental: Puente Arequipa.....	69
Figura 16. Ubicación Provincial: Puente Arequipa	69
Figura 17. Localización del Proyecto Google Earth: Puente Arequipa	70
Figura 18. Localización del Proyecto Google Map: Puente Arequipa	71
Figura 19. Ruta de acceso N° 1. Por el Oeste	72
Figura 20. Ruta Acceso N° 2. Por el Norte	72
Figura 21. Ruta Acceso N° 3. Por el Este.....	73
Figura 22- Ruta Acceso N° 4. Por el Sur	73
Figura 23. Área de Influencia de la Construcción del Puente Arequipa.....	74
Figura 24. Lado izquierdo esquema geométrico y lado derecho giros en X1 año 2017.	86
Figura 25. Lado izquierdo esquema geométrico y lado derecho giros en X2 año 2017.	87
Figura 26. Esquema geométrico y de giros para X3 año 2017.	88
Figura 27. Esquema geométrico y de giros para X4 año 2017.	89
Figura 28. Esquema geométrico año 2017 para intersecciones X1, X2, X3 y X4 – Y1, Y2, Y3 y Y4.....	90
Figura 29. Esquema de giros permitidos año 2017 para intersecciones X1, X2, X3 y X4 – Y1, Y2, Y3 y Y4.	91
Figura 30. Giros permitidos año 2017 con volumen aforado (UCP/h.r.) - (X1)	92
Figura 31. Giros permitidos año 2017 con volumen aforado (UCP/h.r.) - (X2)	93
Figura 32. Giros permitidos año 2017 con volumen aforado (UCP/h.r.) - (X3)	94
Figura 33. Giros permitidos año 2017 con volumen aforado (UCP/h.r.) - (X4)	95
Figura 34. Esquema de giros permitidos año 2017, con volumen (UCP/h.r.) para intersecciones X1, X2, X3 y X4.....	96
Figura 35. Puntos de Aforo vehicular	108
Figura 36. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2017 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.....	120
Figura 37. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2022 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.....	121
Figura 38. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2027 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.....	122
Figura 39. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2037 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.....	123

Figura 40. Ventana para el ingreso de datos empleando software.	127
Figura 41. Cuadro para intersecciones no semaforizadas empleando software.	127
Figura 42. Esquema de las cuatro intersecciones, empleando software.	128
Figura 43. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2017 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.	129
Figura 44. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2022 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.	130
Figura 45. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2027 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.	131
Figura 46. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2037 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.	132
Figura 47. Proyección geométrica de la intersección X3.	135
Figura 48. Perfil longitudinal del Puente Arequipa.	136
Figura 49. Sección transversal Puente Arequipa.	137
Figura 50. Vista en planta del Puente Arequipa.	137
Figura 51. Porcentaje de giros nuevos, con la construcción del Puente Arequipa.	140
Figura 52. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2022 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.	141
Figura 53. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2027 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.	142
Figura 54. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2037 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.	143
Figura 55. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2022 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.	145
Figura 56. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2027 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.	146
Figura 57. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2037 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.	147
Figura 58. Alineamiento del puente Centenario y Arequipa.	164
Figura 59. Esquema para la representación porcentual de giros año 2037.	168
Figura 60. Nivel de Servicio de las intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2022 con la solución, utilizando el HCM 1994.	170
Figura 61. Nivel de Servicio (LOS), solución del Proyecto año 2027 con la Inclusión del Puente Arequipa.	171
Figura 62. Nivel de Servicio (LOS), solución del Proyecto año 2037 con la Inclusión del Puente Arequipa.	172
Figura 63. Nivel de Servicio (LOS), solución del Proyecto año 2022 con la Inclusión del Puente Arequipa.	173
Figura 64. Nivel de Servicio (LOS), solución del Proyecto año 2027 con la Inclusión del Puente Arequipa.	174
Figura 65. Nivel de Servicio (LOS), solución del Proyecto año 2037 con la Inclusión del Puente Arequipa.	175

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Estadio Huancayo	76
Fotografía 2. Locales Comerciales - Huancayo.....	77
Fotografía 3. Centro de Estudios Ingeniería.....	77
Fotografía 4. Instituto Continental - Huancayo.....	78
Fotografía 5. Colegio Salesiano Santa Rosa – El Tambo.....	79
Fotografía 6. Hospital Nacional El Carmen.....	79
Fotografía 7. Coliseo Wanka	80
Fotografía 8. Corte Superior de Justicia de Junín.....	81
Fotografía 9. Universidad Peruana Los Andes	81
Fotografía 10. I.E. Sebastián Lorente	82
Fotografía 11. Tiendas Maestro	83
Fotografía 12. Open Plaza	83
Fotografía 13. Plaza Veá.....	84
Fotografía 14. Mercado Modelo	84
Fotografía 15. Mercado Mayorista	85
Fotografía 16. Líneas longitudinales y Transversales.....	99
Fotografía 17. Señalización del sentido de flujo vehicular.....	99
Fotografía 18. Señalizaciones horizontales del flujo borrosas.....	100
Fotografía 19. Existe señalización peatonal borrosa.....	100
Fotografía 20. Señal Preventiva de Peso Máximo.....	102
Fotografía 21. Señal preventiva de giro a la derecha.....	102
Fotografía 22. Señal preventiva de prohibido giro a la izquierda	103
Fotografía 23. Señal preventiva de paradero prohibido.....	103
Fotografía 24. Señal preventiva no cruzar por la pista	104
Fotografía 25. Señal preventiva de cruce peatonal de estudiantes.	104
Fotografía 26. Señal preventiva de prohibido estacionarse.	105
Fotografía 27. Auto - Taxis	105
Fotografía 28. Camioneta.....	106
Fotografía 29. Camioneta - Privado	106
Fotografía 30. Moto Lineal - Privado.....	106

RESUMEN

La tesis titulada "Influencia de la Construcción del Puente Arequipa en los Niveles de Servicio de las Intersecciones de la Calle Real con Jr. Ayacucho y la Calle Real con Jr. Santa Rosa" consistió en analizar y determinar los NdS, para todas las intersecciones influenciadas, que a continuación se detallaran: Calle Real con Jr. Ayacucho (X1), Calle Real con Jr. Santa Rosa (X2), Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa (X3) y Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho (X4). El Puente Arequipa se convertirá en un tramo alternativo, para todo vehículo cercano y también lejano.

Se describe en la presente tesis detalladamente la situación actual de la zona en estudio, su ubicación y accesibilidad. Como parte del trabajo de campo, se realizó el aforo para las intersecciones X1, X2, X3 y X4, durante 9 horas por día, durante 7 días de la misma semana. Esta medición de la información de campo se realizó durante el mes de julio del año 2017. Conjuntamente, se describió la geometría del lugar de estudio, dimensiones de vías, señalización horizontal y vertical, tipos de vehículos y la zona donde se ubicará el Puente Arequipa - Huancayo.

Luego, se presentan los cálculos y análisis de la situación actual y futura del proyecto mediante la metodología Highway Capacity Manual (HCM) y del software de los EE. UU., mostrándose a continuación, los Niveles de Servicio (NdS) para cada intersección, para los años 2022, 2027 y 2037, NdS presentados en la tabla 1.

Tabla 1
Comparación de NdS Con y Sin Puente Arequipa.

año	SIN PUENTE				CON PUENTE			
	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4
2017	F	F	A	B	No existe			
2022	F	F	C	D	F	F	C	E
2027	F	F	F	F	F	F	F	F
2037	F	F	F	F	F	F	F	F

Fuente: Elaboración propia – siguiendo Metodología HCM 1994.

Después de obtener los datos presentados en la tabla 1, se puede concluir que los NdS no van a mejorar con la inclusión del Puente Arequipa, por lo tanto, se proponen soluciones a estos problemas de congestión vehicular. Entre estas soluciones se tienen:

Sol. 1: Ampliación de carriles en los accesos del Puente Centenario de dos a cuatro carriles, mitigando los NdS, para X1 y X2 ya que se cuenta con espacio libre para ello, año 2022, 2027 y 2037

Sol. 2: Se implementó un sistema de transporte con autobuses (Capacidad=40 y 120 pasajeros), para las intersecciones X1, X2, X3 y X4, para el año 2022, 2027 y 2037.

Sol. 3: Semaforización de las intersecciones X1 y X2 para disminuir los NdS, controlando y distribuyendo de la mejor manera el transitar vehicular, año 2037.

La tabla 2 muestra el resumen del efecto de las soluciones propuestas en las respectivas intersecciones en los NdS al año 2022, 2027 y 2037.

Tabla 2.
Resumen de solución para cada intersección.

INTERSECCIÓN	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN			NdS con Solución		
	Sol. 1	Sol. 2	Sol. 3	año 2022	año 2027	año 2037
X1	■	■	■	A	B	C
X2	■	■	■	A	B	B
X3	■	■		A	A	D
X4	■	■		A	A	D

Fuente: Propia – utilizando Software.

Palabras Claves: Volumen Vehicular (VV), Nivel de Servicio (NdS), Aforo vehicular (AV), Demora (seg.), Hora Pico (HP), Paso a Desnivel (PAD), Inclusión del Puente Arequipa (IPA).

ABSTRACT

The thesis entitled "Influence of the Construction of the Arequipa Bridge on the Service Levels of the Intersections of Real Street with Jr. Ayacucho and Real Street with Jr. Santa Rosa" consisted in analyzing and determining the Nds, for all the intersections influenced, which will be detailed below: Calle Real with Jr. Ayacucho (X1), Calle Real with Jr. Santa Rosa (X2), Jr. Arequipa with Jr. Santa Rosa (X3) and Jr. Arequipa with Jr. Ayacucho (X4). The Arequipa Bridge will become an alternative section, for all nearby and distant vehicles.

The current situation of the area under study, its location and accessibility are described in detail in this thesis. As part of the field work, the capacity was made for the intersections X1, X2, X3 and X4, during 9 hours per day, during 7 days of the same week. This measurement of the field information was made during the month of July of the year 2017. Jointly, the geometry of the place of study, dimensions of roads, horizontal and vertical signaling, types of vehicles and the area where the Arequipa Bridge will be located was described. - Huancayo.

Then, the calculations and analysis of the current and future situation of the project are presented through the Highway Capacity Manual (HCM) methodology of the USA, showing below, the Service Levels (Nds) for each intersection, for the years 2022, 2027 and 2037, Nds presented in Table No. 01.

Table 1.
Comparison of Nds With and Without Arequipa Bridge.

año	SIN PUENTE				CON PUENTE			
	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4
2017	F	F	A	B	No existe			
2022	F	F	C	D	F	F	C	E
2027	F	F	F	F	F	F	F	F
2037	F	F	F	F	F	F	F	F

Source: Own elaboration - following the HCM Methodology 1994.

After obtaining the data presented in Table 1, it can be concluded that the Nds will not improve with the inclusion of the Arequipa Bridge, increasing the waiting times at each

intersection with the passing of the years, therefore, propose solutions to these problems of vehicular congestion. Among these solutions are:

Solution 1: Extension of lanes in the accesses of the Centennial Bridge from two to four lanes, mitigating the NdS, for X1 and X2 since there is free space for it, year 2022, 2027 and 2037.

Solution 2: A transportation system with buses (Capacity = 40 y 120 passengers) was implemented, for the intersections X1, X2, X3 and X4, for the year 2022, 2027 and 2037.

Solution 3: Semaphore of the intersections X1 and X2 to reduce the NdS, controlling and distributing the best way to transit vehicles, year 2037.

Table 2 shows the summary of the effect of the proposed solutions in the respective intersections in the NdS to the year 2022, 2027 and 2037.

Table 2
Summary of solution for each intersection.

INTERSECCIÓN	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN			NdS con Solución		
	Sol. 1	Sol. 2	Sol. 3	año 2022	año 2027	año 2037
X1	■	■	■	A	B	C
X2	■	■	■	A	B	B
X3	■	■		A	A	D
X4	■	■		A	A	D

Source: Own - using Software.

Keywords: Vehicular Volume (VV), Service Level (NdS), Vehicle Capacity (AV), Delay (sec.), Peak Time (HP), Drop-Off (PAD), Inclusion of the Arequipa Bridge (IPA).

INTRODUCCIÓN

La problemática del transporte se convierte en una necesidad humana para ciudades que no presentan un sistema de transporte planificado, los habitantes tienen diversas actividades como trabajar, estudiar, salud, etc. La ciudad de Huancayo no cuenta con un sistema de transporte público masivo urbano, siendo este necesario para reorganizar de una mejor manera el transporte, como también descentralizar los centros de atracción de viajes desde el centro hacia zonas alejadas de Huancayo, modificando y mejorando también el plan de usos en suelos, como también incrementando la oferta vial como son pavimentaciones, túneles y puentes, para este último, como tema de investigación de tesis se realizara un estudio de impacto vial para las intersecciones X1, X2, X3 y X4, sin y con la inclusión del puente Arequipa, para determinar si el puente mejorara o no los niveles de servicio en las intersecciones en estudio.

El crecimiento poblacional de la ciudad de Huancayo es de forma lineal norte, es decir hacia el distrito de El Tambo invadiendo zonas agrícolas y ganaderas, la Provincia de Huancayo viene a ser un Sistema Metropolitano, capital del departamento de Junín, siendo el comercio una de las fuentes más grandes de ingreso económico, población al 2007 de 412051 habitantes, con una tasa de crecimiento de $r\%=1.27$, según data INEI 2007.

La ciudad de Huancayo ha crecido a un ritmo casi exponencial por las inversiones del estado y del extranjero, como la construcción de nuevas infraestructuras, viviendas, etc. Este desarrollo está generando el incremento del parque automotor, presentando inconvenientes en el transporte urbano porque nuestras vías existentes están siendo sobrecargadas a su capacidad de diseño real. El incremento del parque automotor en la ciudad de Huancayo está incrementando la demanda vehicular superando a la oferta vial generando congestión vehicular, teniéndose demoras más largas, por la falta de gestión y planificación de parte de la Municipalidad Provincial de Huancayo.

En el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE A.070 - Comercio), señala que las construcciones y/u Obra Civil que se realice debe de mostrar un Estudio de Impacto Vial (EIV) a la Municipalidad concerniente. Las Autoridades Municipales no siempre toman conciencia del crecimiento urbanístico, por ello, no revisan minuciosamente los informes de los EIV que son presentados; y esto se ve reflejado con los graves problemas de congestión vehicular que se presenta diariamente en las vías y calles públicas.

Por lo tanto, la tesis apunta al análisis detallado de los niveles de servicio generado por la construcción del Puente Arequipa - Huancayo, se enfocará en las cuatro intersecciones de acceso al Puente Arequipa que son: X1, X2, X3 y X4.

La tesis contempla 5 capítulos de la siguiente manera: Capítulo I. Trata del planteamiento del problema, formulación del problema, problema general y específicos, objetivo general y específicos, justificación e hipótesis de la investigación y su operacionalización de variables. Capítulo II. Se presentan antecedentes del estudio, las bases teóricas, aspectos generales del área de estudio y definición de términos básicos. Capítulo III. Se presenta la metodología de la investigación, con el tipo de investigación, nivel de investigación, método de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos. Capítulo IV. Se presenta el desarrollo de la investigación, el cual describe la actualidad del proyecto de investigación, recolección de datos (Aforo Vehicular). Capítulo V. Se presenta Evaluación de Aforo vehicular proyectado y se presenta el análisis e interpretación de resultados, prueba de hipótesis y discusión de resultados.

Finalmente, la tesis se concluirá con las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas y anexos.

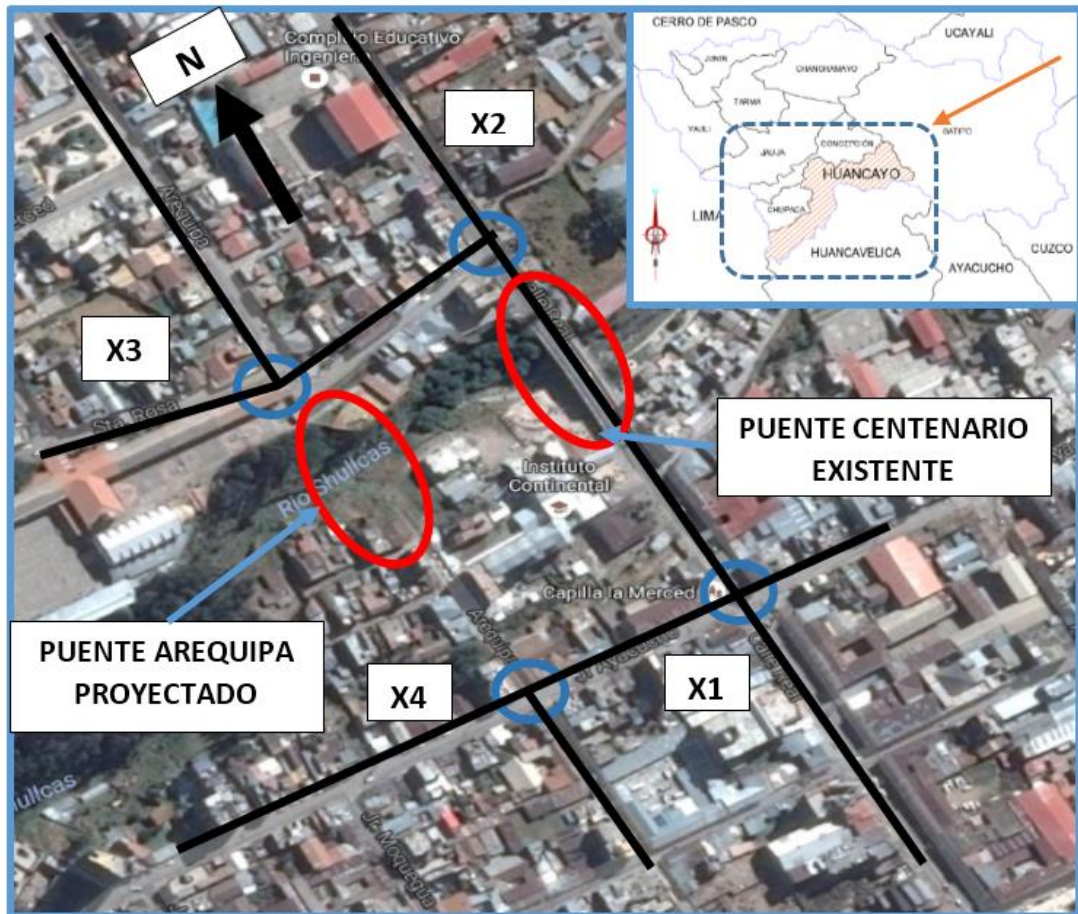


Figura 1. Localización del Proyecto en Google Earth: Puente Arequipa.
 Fuente: Elaboración propia - Google Earth Pro

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y Formulación del Problema

1.1.1. Planteamiento del Problema

El desplazamiento del hombre de un lugar a otro existía de tiempos antiguos. Siendo la comunicación de vital importancia para las comunidades, para el desarrollo de estas. Existen varios factores que regulan y condicionan el transporte urbano en las ciudades en desarrollo como Huancayo, como el funcionamiento del Plan de Rutas, condiciones de las vías, la educación vial de conductores y peatones, generando en consecuencia problemas de congestión vehicular, accidentes tránsito, contaminación ambiental y daño a la salud de la población.

A continuación, se presentará un cuadro de las ciudades con mayores índices en cuanto al parque automotor, china convirtiéndose en el país con mayor crecimiento vehicular, a consecuencia del incremento de la población china, siguiendo el país de México y Sudáfrica, carente de una buena gestión en cuanto al transporte vehicular, etc. Convirtiéndose la congestión vehicular un problema para todas las ciudades en desarrollo.

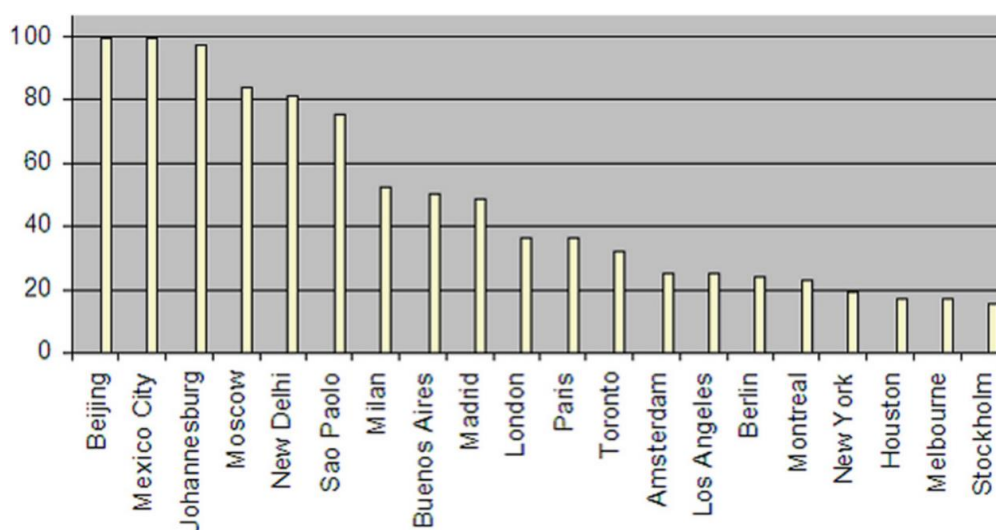


Gráfico 1. Capitales y ciudades con mayores índices de tráfico del mundo
Fuente: IBM – Commuter Pain Index - 2012

Siendo lima la capital de Perú, se convierte en una de las ciudades de mayores índices de desarrollo por lo tanto esto genera incremento del parque automotor, tantos conductores como peatones carecen de una cultura vial o educación vial, generando accidentes, congestión perjudicando de manera directa a los usuarios de las vías públicas. Se tendría que mejorar la gestión y planificación del transporte urbano en la ciudad metropolitana de lima.

El incremento vehicular viene del año 1990, consecuente a la cantidad de vehículos que ingresan al Perú (Ver Gráfico 02); incrementándose el transporte, convirtiéndose las horas de máximas demandas por las mañanas de 5:30 a.m. – 9:00 a.m., por las tardes entre 12:00 a.m. – 3:00 a.m. y por las noches

entre las 6:00p.m. – 9:00 p.m., afectando las malas condiciones de las vías, falta de señalización vertical, horizontal y la falta de educación son los factores más relevantes que afectan al transporte público y privado.

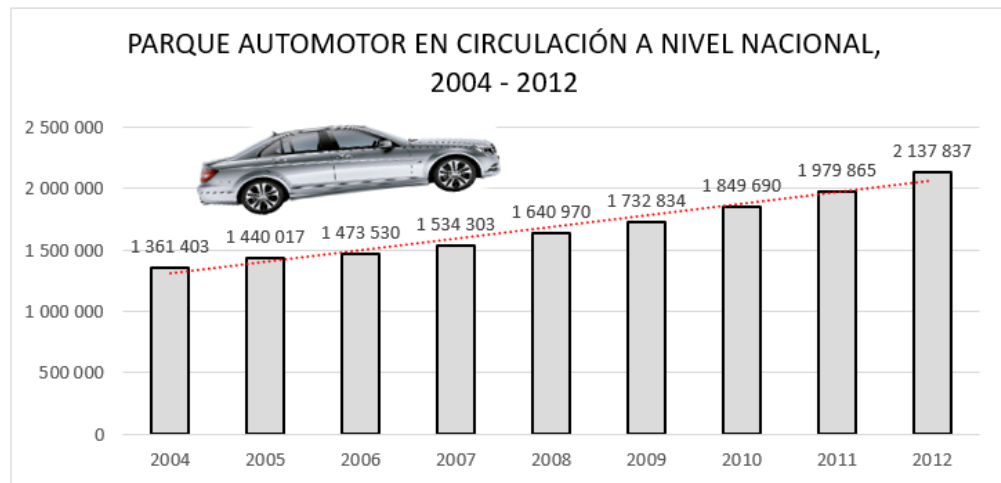


Gráfico 2. Crecimiento del Parque Automotor Nacional
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

1.1.1.1. Síntomas y Causas del Problema

Siendo la ciudad de Huancayo, zona altamente comercial, esto genera el incremento del Parque Automotor, generando congestión vehicular incrementando los tiempos de demoras y sobrepasando las capacidades reales de las vías públicas de toda la ciudad, por lo tanto, la Municipalidad Provincial de Huancayo tendría que mejorar en la gestión y planificación del transporte público y privado.

El incremento del parque automotor en la ciudad de Huancayo claramente es a consecuencia del aumento poblacional y desarrollo. Pero este crecimiento no se ve reflejado en el mejoramiento del Sistema de Transporte Urbano, por ende, viajar por las calles de la Ciudad de Huancayo en hora punta (6:00 a 9:00 horas y 18:00 21:00 horas.) es muy complicado, por la congestión vehicular que se sufre

todos los días. La Ciudad de Huancayo está en constante crecimiento por el desarrollo económico y el comercio, que se ve reflejado con la construcción de nuevas infraestructuras, como viviendas, colegios, escuelas, universidades, centros comerciales, etc. Existiendo gran congestión vehicular en las intersecciones de la Calle Real con Jr. Ayacucho y la Calle Real con Jr. Santa Rosa a consecuencia que son intersecciones de alta transitabilidad, unidas ambas mediante el Puente Centenario que une la Provincia de Huancayo y el Distrito de El Tambo.

Teniéndose una mala gestión del transporte por parte de la Municipalidad Provincial de Huancayo, observándose que existen cuellos de botellas en los accesos hacia el Puente Centenario, restringiendo el tránsito vehicular, perjudicando a los usuarios en las vías públicas.

Así mismo el parque automotor de la ciudad de Huancayo es de 6296 unidades al 2011, de la siguiente forma:

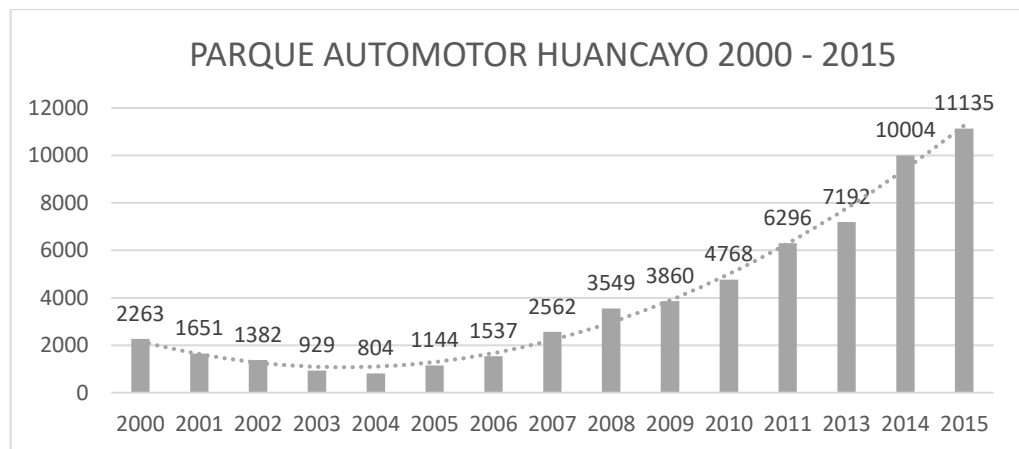


Gráfico 3. Parque Automotor Huancayo
Fuente: Gerencia de Tránsito y Transporte - MPH

Representando el 38% los taxis con mayores índices de volumen del parque automotor y los autos particulares representando el 19% vehículos de transporte seguido de camionetas rurales en 17%, autos colectivos en un 13%, seguido de varios vehículos en menores porcentajes de transporte, de la siguiente forma:

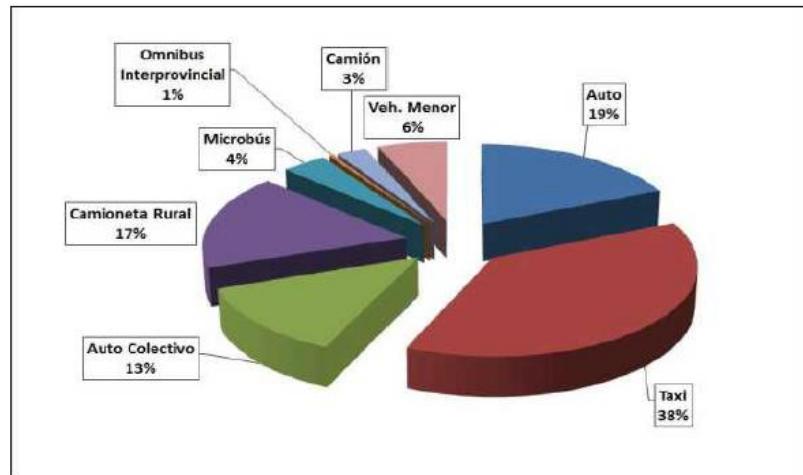


Gráfico 4. Parque Automotor Huancayo por tipo Vehículo.
Fuente: Plan de Rutas – MPH

Cantidad de unidades de Transporte en la Provincia de Huancayo

Tabla 3.
Flota Vehicular en la Ciudad de Huancayo

Modalidad	Unidades
Transporte urbano	4500
Transporte público informal	675
Taxis independientes	1200
Taxis informales	800
Taxis de empresa	1000
Vehículos en empresa de carga	150
Vehículos particulares	4000
Vehículos interprovinciales	355
TOTAL	12680

Fuente: Dirección de Transportes Municipalidad Provincial de Huancayo (Año 2000)

Propósitos de viaje de los usuarios

La cantidad estimada de viajes generados mayormente por lugares públicos y privado como son hospitales, instituciones educativas, centros comerciales, mercados, estadios, etc.

Tabla 4.
Propósitos de Viaje

Propósito de Viaje	Munic. * %	ININDETEC ** %
Trabajo	43	41
Estudio	25	28
Compras, Negocios	23	18
Otros	9	13

Fuente: -DGT-MPH 2000 - Encuesta Eco Club – ININDETEC (junio a agosto 2002)

El área de influencia y de mayores lugares generadores de viajes en la ciudad de Huancayo se encuentra desde la Av. Huancavelica a la Av. Ferrocarril y desde el Jr. Ayacucho hasta el Jr. Angaraes.

Podemos ver en el gráfico 5 que la Calle Real es usada mayormente por el transporte público y privado, a consecuencia que los lugares generadores de viajes se encuentran concentrados en un solo lugar, consecuentemente genera altos niveles de transitabilidad a lo largo de toda la Calle Real.

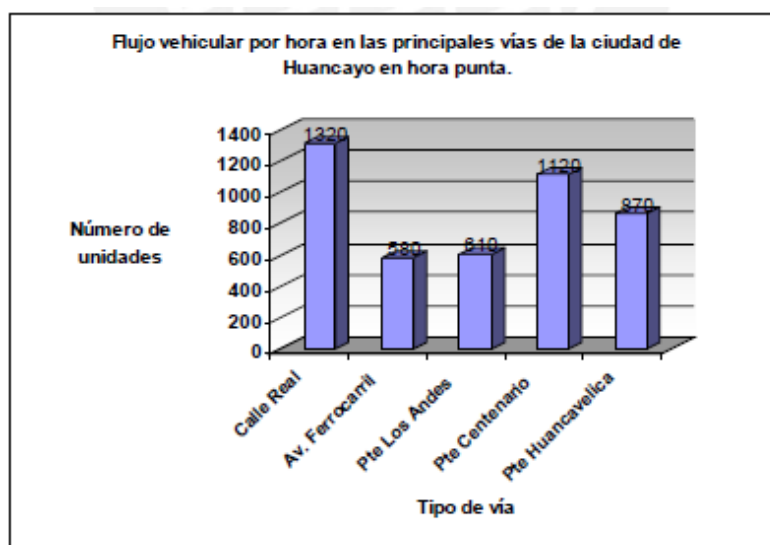


Gráfico 5. Flujo Vehicular en las Principales Vías de Huancayo
Fuente: Diario Correo del 05/05/1992

1.1.1.2. Pronóstico o Consecuencia del Problema

Si la problemática continua, la demanda vehicular superara completamente a la oferta vial produciéndose en consecuencia congestión vehicular y elevados tiempos de demoras en las vías e intersecciones, dañando la salud y reduciendo la calidad de vida en la población urbana de la Ciudad de Huancayo.

Colapsando el tránsito vehicular, para las intersecciones en estudio X1, X2, X3 y X4. Se encuentran dentro de la Ciudad de Huancayo, por lo tanto, se tienen que plantear alternativas de solución para la problemática que está aconteciendo.

1.1.1.3. Control del Pronóstico

Si bien es cierto la congestión vehicular viene a ser un problema constante para ciudades en desarrollo económico y poblacional, por la falta de un sistema de transporte público masivo, dicho esto, se tendría que plantear alternativas de solución, para las intersecciones en estudio X1, X2, X3 y X4, la presencia del rio Shullcas estrangula la continuidad del Jr. Arequipa, por lo tanto se estaría planteando la proyección de un Puente, dándose así continuidad al mismo, si no fuera suficiente para mejorar los niveles de servicio, se estarían proyectando la incorporación de semáforos, ensanchamiento de vías y la construcción de bay pases, dependiendo de las condiciones para cada intersección.

1.1.2. Formulación del Problema

1.1.2.1. Problema General

¿Cuál es la influencia en los niveles de servicio con la inclusión del Puente Arequipa sobre las intersecciones aledañas X1, X2, X3 y X4 en los próximos 20 años?

1.1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles serán los Niveles de Servicio en las Intersecciones X1, X2, X3 y X4 antes de la Inclusión del Puente Arequipa (2017, 2022, 2027 y 2037)?
- ¿Cuáles serán los Niveles de Servicio en las Intersecciones X1, X2, X3 y X4 después de la Inclusión del Puente Arequipa (2022, 2027 y 2037) asumiendo su construcción antes del 2022?
- ¿Los NdS serán apropiados una vez incluido el Puente Arequipa en las intersecciones X1, X2, X3 y X4, durante 2022, 2027 y 2037?
- En el caso de ser insuficiente, ¿cuáles serán las propuestas de alternativas de solución para las Intersecciones X1, X2, X3 y X4 que complementen la Inclusión del Puente Arequipa y disminuyan los NdS al 2022, 2027 y 2037?

1.2. Objetivos del Estudio

1.2.1. Objetivo General

Analizar la influencia en los niveles de servicio con la inclusión del Puente Arequipa sobre las intersecciones aledañas X1, X2, X3 y X4 en los próximos 20 años.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar los Niveles de Servicio en las Intersecciones X1, X2, X3 y X4 antes de la Inclusión del Puente Arequipa (2017, 2022, 2027 y 2037).
- Analizar los Niveles de Servicio en las Intersecciones X1, X2, X3 y X4 después de la Inclusión del Puente Arequipa (2022, 2027 y 2037) asumiendo su construcción antes del 2022.
- Conocer si los NdS serán apropiados una vez incluido el Puente Arequipa en las intersecciones X1, X2, X3 y X4, durante 2022, 2027 y 2037.
- En el caso de ser insuficiente, plantear las propuestas de alternativas de solución para las Intersecciones X1, X2, X3 y X4 que complementen la Inclusión del Puente Arequipa y disminuyan los NdS al 2022, 2027 y 2037.

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Justificación Teórica

La razón del proyecto es determinar la Influencia del Puente Arequipa en el Impacto Vial de las Intersecciones, X1, X2, X3 y X4. Uno de los grandes problemas de mucha importancia en las ciudades en desarrollo, es la congestión vehicular, ocasionada por la falta de un sistema de transporte público masivo, mala planificación urbana, la centralización de puntos de interés y la falta de infraestructuras viales, sobre todo en las intersecciones en estudio porque ambas están unidas mediante el puente centenario y este a su vez une las ciudades de Huancayo y El Tambo; teniéndose que resolver de manera inmediata la problemática en la ciudad de Huancayo, el cual es generador de consecuencias negativas, como el incremento de la contaminación, el aumento del índice de mortalidad y pérdida económica, debido al tiempo que se pierde por la lentitud

del tránsito, para que posteriormente se pueda proponer soluciones objetivas para mitigar la congestión vehicular.

1.3.2. Justificación Practica

De acuerdo con el objetivo planteado, el desarrollo de la presente investigación se inicia con la cuantificación del aforo vehicular, en el estado actual de la vía (evaluación sin proyecto), luego determinar los niveles de transitabilidad vehicular. Seguidamente se calcularán los niveles de servicio, con la inclusión del Puente Arequipa - Huancayo (evaluación con proyecto), siguiendo la metodología del Manual de Capacidades de Carreteras (HCM 1994), para determinar los niveles de servicio (A-F); con los datos obtenidos se plantearán soluciones que permitirán reducir la transitabilidad vehicular, para mejorar el nivel de servicio y los tiempos de desplazamiento vehicular por las zonas de estudio, generada por la Inclusión del Puente Arequipa - Huancayo en las Intersecciones X1, X2, X3 y X4.

1.3.3. Justificación Metodológica

Llegar a las metas planteadas se acude al empleo de la metodología HCM 1994, que radica en la manera de como la construcción de un Puente, afecta de manera directa e indirecta a las cuatro intersecciones en estudio, ya que se calcularán los niveles de servicio, con la inclusión del Puente Arequipa – Huancayo y con los resultados obtenidos se plantearán soluciones que permitirán reducir el tráfico vehicular, para mejorar los índices de transitabilidad, así mismo estimule el interés de las municipalidades para implantar directivas antes de la ejecución de una obra civil y actualizar constantemente su Plan Regulador de Rutas de Transporte.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

Se brindará una mejor calidad en los niveles de servicio con la inclusión del Puente Arequipa sobre las intersecciones aledañas X1, X2, X3 y X4 en los próximos 20 años.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- Existe menor calidad en los Niveles de Servicio para las Intersecciones X1, X2, X3 y X4 antes de la Inclusión del Puente Arequipa (2017, 2022, 2027 y 2037).
- Existe mayor calidad en los Niveles de Servicio para las Intersecciones X1, X2, X3 y X4 después de la Inclusión del Puente Arequipa (2022, 2027 y 2037) asumiendo su construcción antes del 2022.
- Los NdS serán de mayor calidad una vez incluido el Puente Arequipa en las intersecciones X1, X2, X3 y X4, durante 2022, 2027 y 2037.
- Las propuestas de alternativas de solución para las intersecciones X1, X2, X3 y X4 que complementen la inclusión del Puente Arequipa, logren mejorar la calidad en los NdS al 2022, 2027 y 2037.

1.5. Variables

1.5.1. Variable Dependiente

- Nivel De Servicio (NS)

Tabla 5.
Operacionalización de variables: Variable dependiente.

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
El concepto de nivel de servicio se utiliza para determinar la calidad de servicio que ofrece una vía o intersección clasificada por el tiempo de demora de cada vehículo. Definido desde el nivel A con flujo muy transitable y de libre manejo hasta el nivel de categoría F convirtiéndose el tráfico vehicular muy lento, generando largos tiempos de demoras.	La Demora en una intersección	Tiempo de Demora	Demora (segundos)

Fuente: <https://es.scribd.com/doc/Niveles-de-Servicio-Ingenieria-de-Tránsito-y-Desarrollo-Vial>.

1.5.2. Variable Independiente

- Flujo Vehicular del Puente Arequipa (PA)

Tabla 6.
Operacionalización de variables: Variable independiente.

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
La construcción del Puente Arequipa va a generar un impacto vial en las cuatro intersecciones en estudio, siendo variable el flujo vehicular.	Variación del Volumen Vehicular generado por la Construcción del Puente Arequipa.	Volumen Horario de Diseño	Volumen Vehicular (veh/hr.)

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Puente>

Formula de relación entre variables en estudio:

VD: niveles de servicio (NdS)

VI: flujo vehicular del Puente Arequipa (PA)

C= capacidad de acercamiento

$$VD = e^{3.8 \times (VI/c)}$$

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

BONILLA, (2006) Nos habla del *Análisis hacia el Transporte Público en la Ciudad de Huancayo*, se hace un comentario breve del estado actual de las vías públicas. Se mencionarán los dos problemas más importantes en el transporte: comenzando por el usuario del transporte público después se realizó un conteo vehicular en una vía pública. Seguidamente se comenta de la falta de gestión y administración de las empresas de transporte y de la Municipalidad de Huancayo, dándose recomendaciones que puedan mejorar esta problemática que afecta a todos los usuarios.

COBEÑAS, (2012) En la investigación tiene como objetivo determinar los peligros que puedan afectar a los conductores, peatones dándole una correcta operación y mantenimiento de todas las vías públicas a fin de salvaguardar las vidas humanas,

mejoran el estado de las vías, evitando así que los vehículos salgan de la calzada pudiéndose evitar accidentes de transporte llamada también “zona despejada”.

ESQUIVEL, (2011) La investigación sobre “*Elementos de diseño y planeamiento de intersecciones urbanas*” tiene por objetivo fundamental garantizar diseños optimizados para las intersecciones urbanas, teniendo en consideración el bienestar de conductores y peatones mejorando la calidad de vidas de los usuarios, analizándose dos puntos de vista importantes como son el transporte y la movilidad estudiándose de forma independiente para luego tener en consideración ambos factores importantes.

ORTEGA, (2010) investiga acerca del “*Progreso de un Procedimiento de Misión de Servicio de Taxis que Optimiza Rutas de Transporte*” se dedica a desplegar un método de indagación de mandato de prestación de taxis que optimice las rutas de transporte, el cual comprenderá los módulos de confianza, sostenimiento, acogida y concesión de servicios, y sostén al encargo y Básicamente, el método permitirá reconocer las solicitudes de servicios de coche y atenderlos eficientemente asignando el principal rumbo. De esta forma las empresas de taxi podrán economizar período y capital a la hora de brindar un ayuda a partir un territorio a cualquier nuevo lugar de la capital, mejorando la solicitud al consumidor mediante una contradicción rápida. Para transportar a cabo el plan se ha habituado uso de una notación de optimización adecuado al argumento de dificultad, asimismo de haberse utilizado software separado para la producción del método. Por otro sitio, se ha aplicado una sistemática de progreso que toma como base el Causa Unido Fundado.

NUÑEZ C. VILLANUEVA C. (2013), realizó la investigación: “*Solución Vial de La Av. Primavera Comprendida Entre Las Avenidas La Encalada Y José Nicolás Rodrigo,*

Lima-Lima-Surco”, en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas el año 2013. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. El ovalo central no cumple con el libre acceso hacia los cuatro ingresos que se están estudiando y analizando.
2. Con el diseño bien establecido y la optimización del semáforo se obtiene una intersección del nivel “E”.
3. Se busca obtener flujos vehiculares más constantes e ininterrumpidos por lo que se estaba analizando retirar el semáforo y sincronizarlo el resto, para mejorar la transitabilidad.
4. El Espacio 3 bastan para facilitar recurso a los problemas de demoras, saturación y niveles de ayuda en la Contexto Presente, las medidas tomadas incluso el lugar son cambios más que nada en los dispositivos de inspección de tráfico, tales como cambio de tiempos de verde, ámbar y rojo, sistematización del período óptimo , asimismo como la combinación de semáforos entre intersecciones que permiten poseer el creciente vehicular lo más incesante posible; conjuntamente, propone un cambio geométrico liviano en la Av. José Nicolás Rodrigo que permitirá al flujo vehicular entrante por esta avenida claramente a la Av. Alonso de Molina, evitando colmar la Av. Primavera, llegando a un Nivel de Servicio “C”.
5. Para la situación futura a 5 años, se está planteando el cambio geométrico del acceso norte ya que esta presenta mayores volúmenes, dando un tiempo de verde más prologado hacia las otras intersecciones.
6. Para la solución planteada hacia el futuro es viable, dándole un mayor uso a todos los ingresos, con un Nivel de Servicio “C”.

VERA F. (2012) Vera F. realizó la investigación: “*Aplicabilidad de las Metodologías del Hcm 2000 y Synchro 7.0 para analizar intersecciones Semaforizadas en Lima*”, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, el año 2012. La investigación llegó a las conclusiones siguientes:

1. Las conclusiones de esta investigación se basan prácticamente en las dos herramientas más usadas en los estudios de tráfico como son la metodología HCM 2000 y el uso del software Synchro 8.0, herramientas utilizadas mayormente, pero para las condiciones de la ciudad de Lima no se estaría cumpliendo con los resultados esperados a consecuencia de los factores diferenciados que existen entre el Perú y los E.E.U.U. las culturas y manera de vida son diferenciados y muy marcados, para la metodología HCM 2000 los resultados no son los esperados a consecuencia de los factores del lugar, y para el software Synchro 8.0 los resultados son más cercanos a la realidad a consecuencia del conteo realizado en campo, en conclusión se tendría que ajustar los factores del lugar a las condiciones exactas de nuestro país, y la manera de como manejan los conductores y el comportamiento de los peatones.

MARTINEZ (2014), realizó la investigación: “*Análisis de la Capacidad y Nivel de Servicio de la Vía Loja - Vilcabamba (Tramo De Estudio Loja - Landangui) aplicando la Metodología del Hcm 2000*”, en la Universidad Técnica Particular de Loja, Facultad de Ingeniería Civil, el año 2014 - Ecuador. Llegándose a obtener los siguientes resultados.

1. Los estudios de tráfico son importantes para una vía que comunica dos ciudades en desarrollo, son de vital importancia en el diseño de la misma, el nivel de transitabilidad de la vía del tramo Loja – Landangui ofrece un nivel de categoría “C”, muestran que para el futuro se incrementara la cantidad poblacional y el parque

automotor de las ciudades en consecuencia el nivel de servicio estimado para el futuro será de categoría “D”, teniéndose que plantear soluciones para evitar la sobre demanda vehicular.

2. La presente investigación no incluye soluciones, pero se darán las recomendaciones que puedan reducir los índices de congestión vehicular.
 - Incrementar el número de carriles en las vías.
 - Modificar el plan de rutas de la población.
 - Crear by pass para las intersecciones, teniendo en consideración la topografía del lugar.

SERGIO SEGUIL VELÁSQUEZ (2011) realizó la investigación: “*Propuesta Conceptual de un Autobús, Sistema en Huancayo, Perú*”, en la Universidad de Stuttgart, Facultad de Ingeniería Civil, el año 2011 - Alemania. Llegándose a obtener los siguientes resultados.

Las conclusiones del estudio, se basan en la problemática del transporte, exclusivamente en Huancayo, El tambo y Chilca, la falta de un sistema de transporte, el crecimiento demográfico y la falta de estudios e implementación a favor del transporte, son las causas que han originado el problema de congestión vehicular, para la zona en estudio, para lograr mitigar la problemática, plantea la implementación de un sistema de transporte masivo urbano, utilizando las rutas principales existentes, alimentando a estas con unas secundarias, con la incorporación de buses de transporte masivo, logrado así reducir los tiempos de demoras y mejorando la calidad de vida para toda la población dentro de la zona en estudio.

ANDRES SOTIL CHAVEZ (2013-2014) El artículo científico de título “*Impacto Vial del Túnel Santa Rosa en la Avenida Próceres de La Independencia, SJL, Lima*”, teniendo como meta final determinar los niveles de transitabilidad de la Av. Perú y Av. Próceres de independencia con la metodología HCM 2000.

Las avenidas actualmente no cuentan con semáforos que puedan regular el flujo vehicular, ya que el transitar por la avenida Perú es de un volumen bajo. Donde la Intersección (A) para el estado Actual tiene un flujo libre (Nivel de Servicio= A), ya que el tráfico es muy ligero y el túnel aun no entra en funcionamiento. La toma de datos en campo se realizó durante las horas punta por la mañana y tarde.

El proyecto estará planteado a 20 años con una tasa de crecimiento demográfico de 3.2%, con estos flujos vehiculares futuros, obteniéndose un nivel de servicio a 20 años de nivel “D”, con una demora de 46 seg. Y una duración de ciclo de 150 seg.

Como alternativas de solución es la inclusión del tren eléctrico y la restricción de vehículos pesados en la hora punta de máximo volumen vehicular.

PEDRAZA, HERNÁNDEZ Y LÓPEZ (2010) El artículo científico de Pedraza, Hernández y López. (1), posee como título de investigación “*Control de tráfico vehicular usando ANFIS*”, como uno de los objetivos de la investigación es la sincronizar los tiempos de demoras y los ciclos semaforicos, optimizando en tiempo real el flujo vehicular, sistema que viene siendo utilizado por la ciudad de Bogotá, Colombia.

URREGO, CALDERÓN Y FORERO (2012) El artículo científico de Urrego, Calderón, Forero y otros (2), que tiene como título “*Adquisición de variables de tráfico vehicular usando visión por computador*”, cuyo objetivo determinar el conteo vehicular

para el diseño de vías y el control óptimo de del tráfico Urbano. La investigación desarrolla un software que facilita el conteo vehicular y ayuda a determinar la cantidad, tipo y velocidad de cada vehículo que transita por una intersección urbana o vía de gran atracción al comercio.

FRANCO, YESID Y SARMIENTO (2009) El artículo científico de Franco, Yesid, Sarmiento y Otros (3), que tiene como título “*Niveles de material particulado en colegios distritales ubicados en vías con alto tráfico vehicular en la ciudad de Bogotá*”, cuyo objetivo determinar los niveles de material particulado respirable en cuatro colegios distritales (CD) en Bogotá, debido al alto tráfico vehicular. La investigación da como resultado los niveles medios de contaminación ambiental a consecuencia de vehículos que no cuentan con un mantenimiento constante, uso de vehículos antiguos, trayendo en consecuencia contaminación para la población en general sobre todo afectando a niños de instituciones educativas y a personal de la tercera edad, dañando la salud y disminuyendo la calidad de vida humana.

2.2. Bases Teóricas

Bajo todos estos fundamentos teóricos se basó y utilizo para desarrollar la presente investigación de tesis planteada.

2.2.1. Teoría del Tráfico Vehicular

La teoría del tráfico vehicular estudia los diferentes giros que se puedan generan en tiempo real como se muestra en la figura 2, a continuación, utilizándose de forma muy detallada en la presente investigación de tesis.

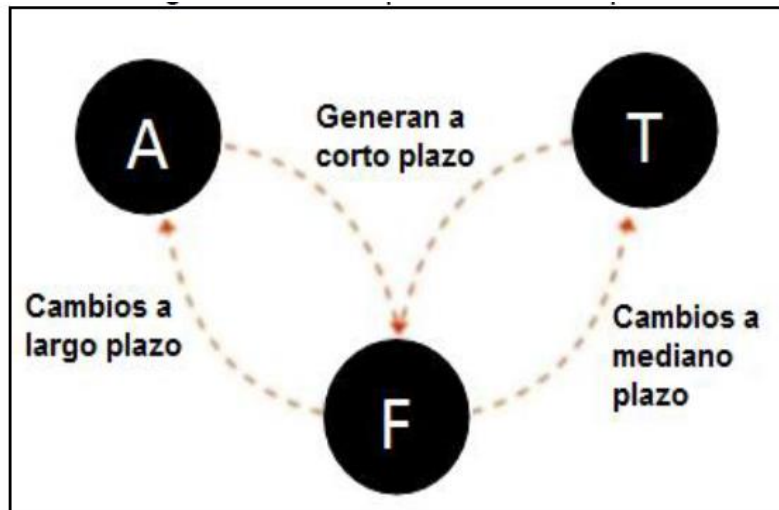


Figura 2. Esquema de Transporte
Fuente: Rodrigo Fernández – Teoría del Tráfico Vehicular

La inclusión de una nueva infraestructura en una zona siempre genera congestión en el transporte, por tal motivo, esta teoría nos permite crear sistemas de control para minimizar el tráfico vehicular.

Esta teoría fue utilizada anteriormente por otros países, desarrollando y ordenando el transporte urbano, en nuestro país el transporte tiene muchas dificultades geométricas sino también por el poco entendimiento de esta teoría. Sin embargo, se presentará solamente conceptos de la teoría del Tráfico Vehicular que pueden emplearse para un análisis de impacto vial.

2.1.1.1. Conflictos del Tráfico Vehicular

El conflicto se genera mayormente por el uso de una vía por dos o más usuarios y se clasifican en tres tipos: Concurrenciales, direccionales y funcionales.

- Conflictos Concurrenciales se da en una vía angosta de un solo sentido, cuando dos vehículos se encuentran en un mismo punto, pero con diferentes velocidades.

- Conflictos Direccionales se dan mayormente en intersecciones con una calle mayor y secundaria, por la diferencia de volúmenes.
- Conflictos Funcionales se generan a consecuencia de paraderos informales, ya que los transportistas públicos recogen y dejan a pasajeros en puntos no establecidos.

En la figura 2, se presenta los diferentes tipos de conflictos de tráfico anteriormente mencionado.

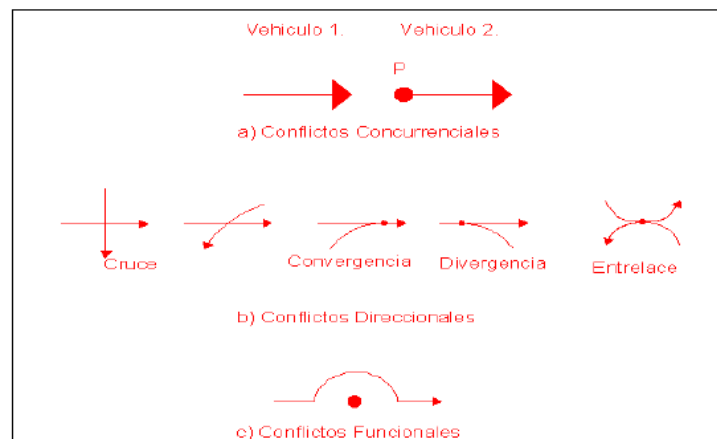


Figura 3. Tipos de Conflictos de Trafico
Fuente: Rodrigo Fernández – Teoría del Tráfico Vehicular

Estos conflictos no son ajenos a nuestra a realidad, son los usuarios de las vías generadores de estos conflictos. La solución a los conflictos, en nuestro país, requiere un adecuado sistema de regulación vehicular, es decir, una buena señalización y dispositivos de control operativo eficiente y seguro que controle el tráfico.

2.1.1.2. Modelo Flujo Dinámico

Para el modelo de flujo dinámico el comportamiento del tráfico es independiente de la geometría de la vía, es decir, viene a ser

un modelo que considera al espacio y tiempo como factores que influyen en el tráfico, como se muestra en la figura 04.

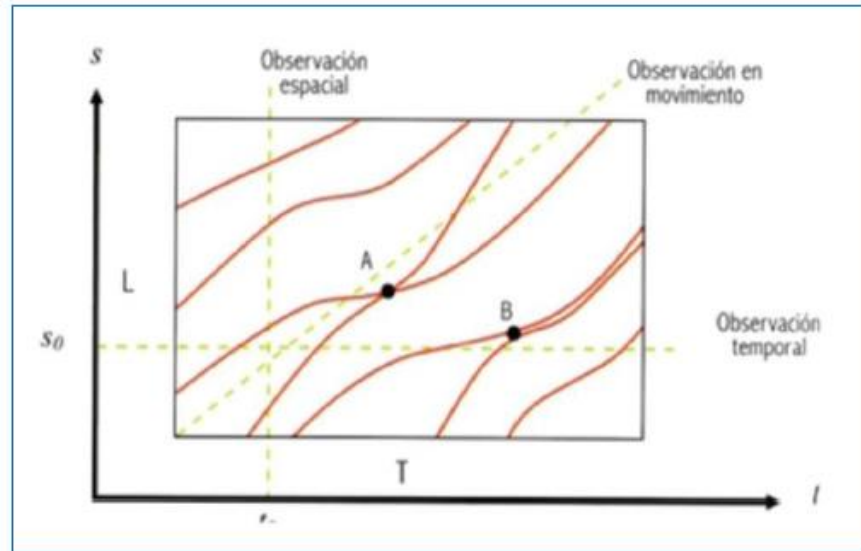


Figura 4. Modelación del Tráfico en el Espacio y Tiempo
Fuente: Rodrigo Fernández – Teoría del Tráfico Vehicular

Como se puede observar en la figura 4, estas pendientes representadas en la figura son las velocidades de los vehículos, teniendo en consideración la velocidad y tipo de vehículo, el punto A representa un adelantamiento, y el punto B representa un alcance siendo el flujo vehicular muy dinámico y cambiante con el transcurrir del tiempo, es necesario entender las variables fundamentales del tráfico vehicular como son el Volumen, velocidad media temporal y media espacial y concentración.

a. Volumen (q)

Es la relación equivalente entre la cantidad de vehículos que transcurre por un punto dentro de un periodo determinado, normalmente medido en intervalos de 15 minutos o por hora. Con

este parámetro se puede determinar el volumen y parámetro de saturación real de la vía.

b. Velocidad Media Temporal (Vt)

Dato que se obtiene por la media aritmética de las velocidades de los vehículos que pasan por un punto determinado en un periodo de tiempo.

c. Velocidad Media Espacial (Vs)

Dato que se obtiene por la media armónica de las velocidades de los vehículos que pasan por un punto determinado en un periodo de tiempo.

d. Concentración (K)

Viene a ser un parámetro que nos indica el nivel de tráfico en el que se encuentra una vía o intersección, cuando la concentración es alta nos indica que la separación entre vehículos es corta y velocidades bajas, indicando que existe congestión vehicular, por el contrario, la concentración baja significa separación entre vehículos largos y velocidades altas, indicándose que existe un libre flujo de transitabilidad vehicular.

Las variables mencionadas anteriormente son parte fundamental en los estudios de tráfico, mostrándose en la ecuación 1.

$$q = v \times k \quad \dots \dots \dots \text{ecuacion (1)}$$

e. Relación entre componentes

La relación entre las tres variables no es tan compleja de entender y detalla las características reales de una vía pública, como se puede observar en la figura 5.

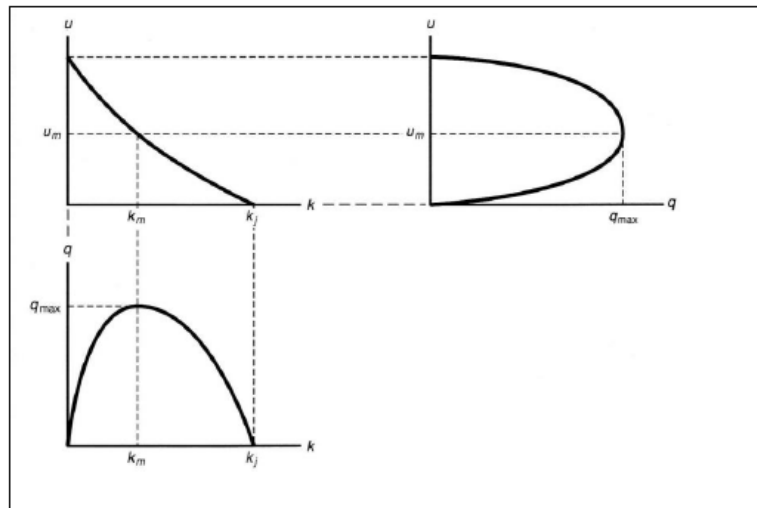


Figura 5. Diagramas Fundamentales de Flujo de Trafico

Fuente: Cal y Mayor

A continuación, se explicará la relación entre Velocidad – Concentración, Velocidad- Flujo y Concentración y Flujo.

f. Velocidad vs Concentración

La compatibilidad entre estas dos variables es logarítmica pero los investigadores del tema analizaron que el comportamiento entre ambos es lineal. La figura 6, describe que, a mayor concentración, es decir, mayor número de vehículos en una vía menor es la velocidad y viceversa.

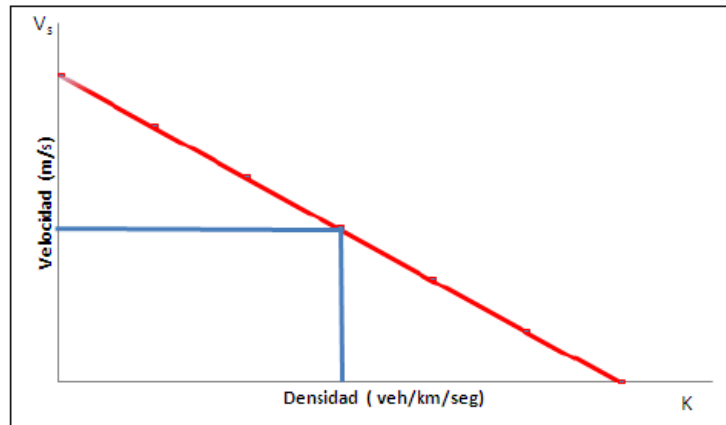


Figura 6. Diagrama Velocidad vs Concentración
Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2000)

g. Velocidad vs Volumen

La compatibilidad de las variables es cuadrática. Por lo tanto, los usuarios pueden viajar a máxima velocidad, se le conoce como velocidad media espacial. La figura 7 es una imagen representativa del diagrama entre velocidad y concentración.

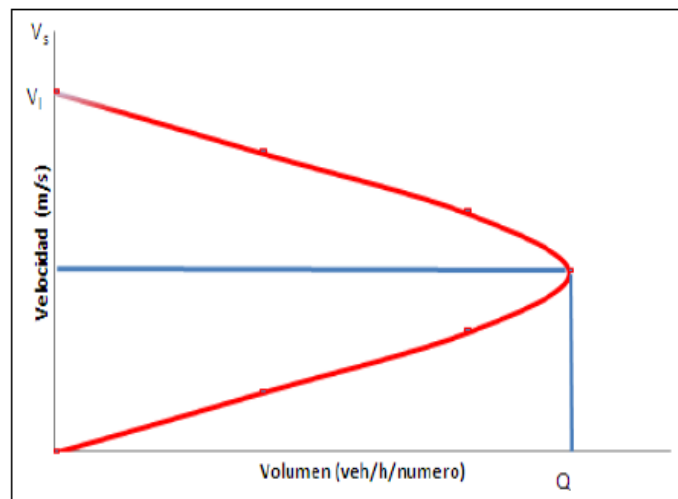


Figura 7. Diagrama Velocidad vs Flujo
Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2000)

La velocidad media espacial está regida por las condiciones de vías. Un incremento del flujo conlleva a decrecimiento en la velocidad hasta alcanzar su concentración máxima.

h. Volumen vs Concentración

El aumento de la concentración reducirá el flujo vehicular, llegando está a cero, significaría un embotellamiento en las vías. El cual será cero cuando la concentración es igual al embotellamiento, como se aprecia en la siguiente figura 8.

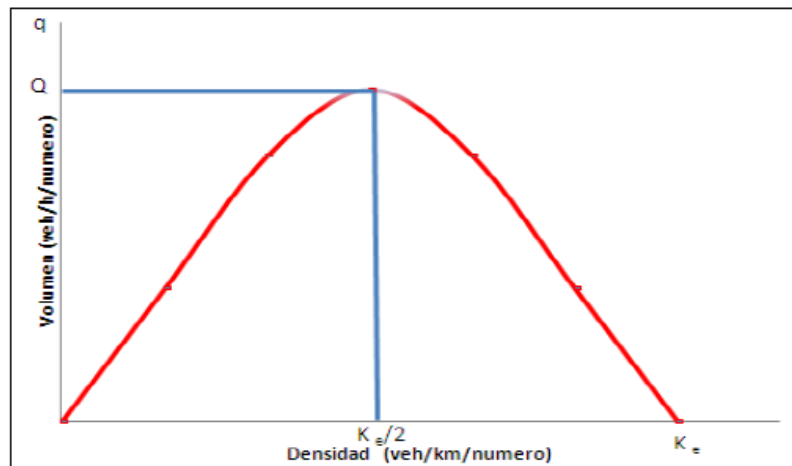


Figura 8. Diagrama Flujo vs Concentración
Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 2000)

Estas tres variables están relacionadas directamente y desarrollad una manera más detallada la capacidad de una vía.

2.2.2. Capacidad del Tránsito

Las capacidades reales de medir que un sistema de transporte funcione de una manera más eficiente, tomándose en cuenta valores como capacidades de vía y la cantidad de pasajeros transportados de un lugar a otro, teniéndose en cuenta la cantidad de vehículos, velocidad y concentración midiéndose en un periodo de tiempo establecido, se mide en vehículos/ hora.

Según la clasificación de las vías por el MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES se clasifican por su funcionalidad como para las vías provinciales, son expresas, arteriales y locales.

- **Vías Expresas:** unen zonas de importante generación de tránsito, unen extensas zonas de vivienda, integra la ciudad con el resto del país, se caracteriza por sus altas velocidades de flujo interrumpido en la cual no existen cruces.
- **Vías Arteriales:** por esta vía transita un flujo importante de vehículos, flujo interrumpido a distancias.
- **Vías Colectoras:** permiten relacionar las áreas urbanas con las vías arteriales y expresas, tiene un flujo interrumpido a cortas distancias.

A continuación, en la figura 09. Se mostrará la clasificación de las vías según el MTC.



Figura 9. Esquema de las Vías Urbanas en el Perú
Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)

Para regular y mejorar las condiciones de tráfico en una intersección o vía se utilizan los semáforos, estos a su vez cuentan con ciclos y fases de color verde, rojo y ámbar. En la figura 10, se muestra un ejemplo del ciclo semafórico.

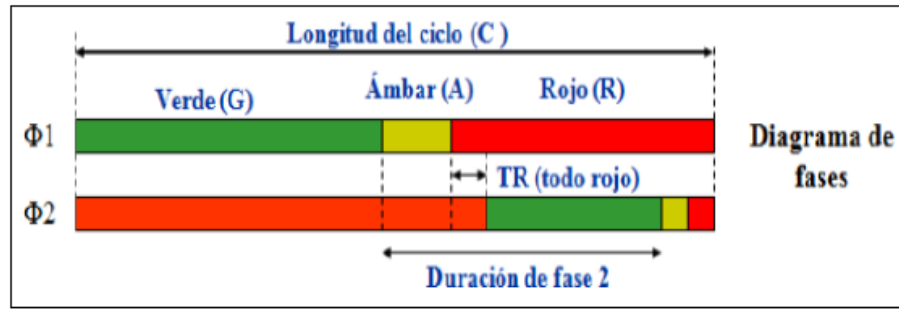


Figura 10. Ciclo Semáforo
Fuente: Highway Capacity Manual (HCM 1994)

Para intersecciones o vías donde no existan semáforos es recomendable instalar uno, pero con un ciclo óptimo de funcionamiento, prevaleciendo así el libre flujo vehicular, para esto se emplea la ecuación 2 (Método de Webster).

$$C_o = \frac{1.5 \times L + 5}{1 - \sum Y_i} \dots \dots \dots \text{ecuacion (2)}$$

Dónde:

C_o: ciclo óptimo

L: tiempo total perdido por ciclo (s)

Y_i: máximo valor de la relación entre el flujo observado y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase (i).

Para una mejor redistribución del ciclo semafórico en los tiempos de verde y rojo, se utiliza la ecuación 3.

$$G_t = C_o - (\sum l_i + TR) \dots \dots \dots \text{ecuacion (3)}$$

Dónde:

G_t: tiempo de verde efectivo total

L: tiempo perdido en todo el ciclo

l_i: tiempo de ámbar en la fase (i)

Con el uso de las ecuaciones 2 y 3 se optimiza el ciclo semafórico para intersecciones y vías, aplicables para cada clase de vía, ubicadas en Perú, cada punto de interacción está regulada por un semáforo o señalización respectiva, para el control del tráfico. Por esta razón, es necesario comprender el comportamiento dinámico del Tráfico Vehicular en las intersecciones de las vías y como varía su demanda y volumen de tráfico.

2.2.3. Highway Capacity Manual (HCM 1994)

2.2.3.1. Niveles de Servicio (NdS)

Es un rango de parámetros cualitativos que determinan el nivel de congestión en el cual se encuentra una vía o intersección, diseñada y aplicada por los EE. UU, y patentada en el Highway Capacity Manual (HCM) de 1965. Los niveles de Servicio o Level of Service (NdS) medible por los siguientes parámetros como velocidad, comodidad, seguridad, facilidad de maniobras en una vía., se divide en 6 niveles de la Letra A hasta la F. clasificados por el tiempo de demora en pasa por un punto en un determinado periodo de tiempo, ver figura 11. A continuación, se explicará los seis niveles:

- **Nivel de servicio A.** existe flujo libre, siendo el usuario imperceptible a otros usuarios, donde se tiene libre espacio para maniobrar o variar la velocidad.
- **Nivel de Servicio B.** la velocidad será ligeramente afectada, notándose ligeramente la percepción y afectándose un poco el libre transitar de los usuarios.

- **Nivel de Servicio C.** Las velocidades son de un flujo más cercano, convirtiéndose las vías más restringidas para los usuarios. Ya no existe la libre disposición de maniobrar. La no adecuada gestión del tránsito afectaría el transcurrir de los vehículos generando demoras y colas.
- **Nivel de Servicio D.** con el aumento del volumen vehicular las condiciones de velocidad serán más restringidas. Estaría desapareciendo la libre disposición de maniobras de los conductores, afectándose la salud y tranquilidad de estos. Debido al incremento vehicular se generarían largas colas.
- **Nivel de servicio E.** las capacidades de las vías estarían siendo saturadas. Siendo muy limitada la libre maniobra de los conductores, afectándose considerablemente la salud y bienestar de los usuarios.
- **Nivel de Servicio F.** existen niveles altos de congestión, donde la cantidad de ingreso de vehículos es superior a la salida de estos. Las velocidades son bajas y las paradas de vehículos son casi siempre constantes, afectando seriamente la salud, bienestar y la calidad de vida humana.

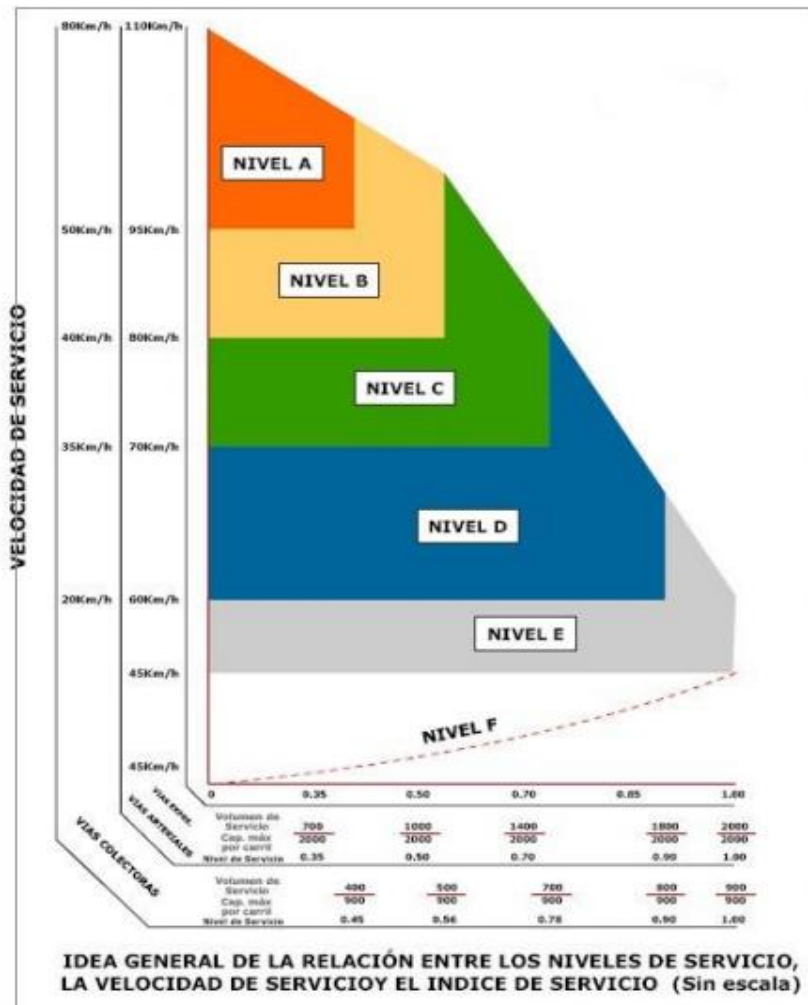


Figura 11. Clasificación de los Niveles de Servicio
 Fuente: Antonio Valdés Gonzales – Roldan Madrid 1982

2.2.3.2. Capacidad vial en intersecciones semaforizadas

Para intersecciones reguladas por un semáforo, se trata de dar una prioridad absoluta a los accesos durante un periodo de tiempo “C” (ciclo de Semáforo), como es representado en la figura 12.

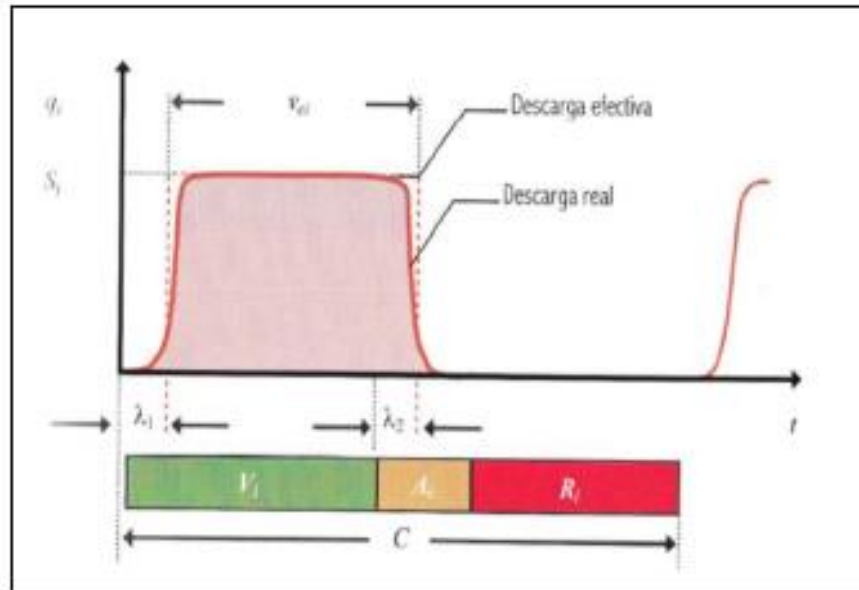


Figura 12. Diagrama de Longitud del Ciclo Semáforo
Fuente: Rodrigo Fernández – Teoría del Tráfico Vehicular

En donde para el acceso:

Vi = Verde presentado

Ai = Amarillo

Ri = Rojo presentado

C = Ciclo Semafórico

λ_1 = Pérdida Inicial

λ_2 = Ganancia Final

Vei = Verde efectivo

rei= Rojo efectivo

ui=Razón de verde efectivo

Si = Flujo de Saturación

Un parámetro de vital importancia en la modelación del tráfico es el flujo de saturación, utilizada para intersecciones reguladas con un semáforo, existen dos tipos de flujo 6:

Flujo de Saturación Real (S): máxima tasa de descarga de una cola, compuesta por cualquier tipo de vehículo que hace cualquier movimiento en la intersección se mide en [veh/h – carril] o [veh/h].

Flujo de Saturación Básico (Sb): máxima tasa de descarga durante el verde de una cola compuesta solo por automóviles que siguen directo en la intersección. [1900 Veh livianos/h verde – carril]”

Para el flujo de saturación real, se determina para cada carril de acceso para la intersección como se aprecia en la ecuación 4.

$$S = N \times S_b \times (f_w)(f_{HV})(f_g)(f_P)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT}) \dots \dots \text{ecuacion (4)}$$

Donde:

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

Sb : Flujo de Saturación Básico por carril (1900 veh ligero/hora de verde-carril).

N : número de carriles del grupo de carriles.

F : factores de ajuste

A. Niveles de servicio en intersecciones semaforizadas

Las intersecciones semaforizadas se caracterizan por tener un volumen de tránsito alto o medio con el cual es regulado y controlado con semáforos. Son reguladores y controlan el tráfico, los semáforos son dispositivos electromecánicos regulado por una sincronización de luces y señalizaciones. El tipo de semáforo a utilizar dependerá del volumen de tráfico, tipo de vía y la zona donde estará ubicado.

Toda vía de alta transitabilidad está regida por la sincronización de semáforos, para mejorar la circulación vehicular. Para la sincronización de semáforos existen cuatro tipos de sistemas como son: simultanea – onda verde, alterna, progresiva limitada y progresiva flexible. En la figura 13, se muestra los tipos de semáforo con luces de giro o viraje.

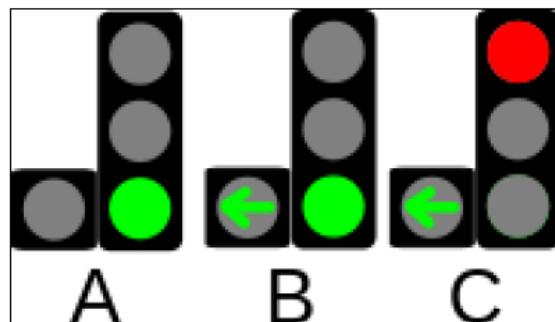


Figura 13. Tipos de Semáforo con Luces de giro o viraje
Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Semaforo>

Para un mejor control y distribución del tráfico se usan los semáforos, debiendo tener un buen ciclo para mejorar y reducir los tiempos de demoras para las intersecciones y vías.

En la siguiente tabla 7, se muestran las seis escales designadas para el control del tráfico vehicular en intersecciones y vías.

Tabla 7.
Niveles de Servicio

DEMORA ENTRE		LOS
0	5	A
5.1	15	B
15.1	25	C
25.1	40	D
40.1	60	E
60.1	mas	F

Fuente: Metodología HCM 1994

El HCM 1994 explica que existe tres tipos de demora, la primera es la demora por Viaje, la segunda la demora en Pare y la tercera por demora de Cola Inicial.

Demora de Viaje: La diferencia entre el tiempo que un vehículo toma para pasar la intersección y recuperar su velocidad original y el tiempo que le hubiera tomado si no hubiera reducido su velocidad.

Demora en Pare: Viene hacer el tiempo que se demora un vehículo en esperar en la cola.

Demora de Cola Inicial: Estimación del retardo de la cola inicial por vehículo (en segundos) cuando una cola está presente al comienzo del periodo de análisis.

Se determina el nivel de servicio, con el tiempo que demora un vehículo en pasar por una intersección, como se muestra en la siguiente tabla 8.

Tabla 8.
Calculo de Nivel de Servicio HCM 1994

ACCESO	CARRIL	VOLUMEN	SATURACION	V/S	Y'	g	Co	g/Co	c = sg/Co	X = v/c	d1	d2	PF	TD (DEMORA)	NDS GIRO	TD ACCESO	NDS ACCESO
N-S	SOLO FD	1258	3908	0.32	0.32	49	140	0.35	1367.83	0.92	3.15	3.44	1	6.59	A	19.50	B
	SOLO I	417	1457	0.29		49	140	0.35	509.79	0.82	59.49	7.00	1	66.49	E		

Fuente: Elaboración propia Basado en la Metodología del HCM 1994

En dónde:

V: Volumen máximo de la vía en la hora punta.

S: Flujo de Saturación Real.

g: Verde Efectivo.

C: Longitud del ciclo semafórico.

ci = Capacidad del acercamiento de la intersección, medido veh/m

X: Grado de Saturación.

d1: Control de retardo uniforme asumiendo llegadas uniformes (s/veh)

d2: Incremento del retardo para tener en cuenta para el efecto de colas de azar y la sobresaturación, ajustado por la duración del período de análisis y tipo de señal de control (s / veh).

PF: Factor de progresión que refleja la condición de llegada de vehículos.

$$d1 = 0.38 \times C \times \frac{(1 - \frac{g}{c})^2}{1 - (\frac{g}{c})X} \dots \dots \dots \text{ecuacion (5)}$$

$$d2 = 173 * x^2 \left(x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + 16 * \frac{x}{c}} \right) \dots \text{ecuacion (6)}$$

$$TDi = PFi \times (d1i + d2i) \dots \dots \dots \text{ecuacion (7)}$$

Con la ecuación 7, se halla el nivel cualitativo (Nivel de Servicio) para una intersección urbana.

2.2.3.3. Capacidad vial en intersecciones no semaforizadas

Las intersecciones más comunes en nuestro país son las no semaforizadas, utilizando señalización vertical como ceda el paso o pare, dependiendo del tipo de vías. El Highway Capacity Manual (HCM) clasifica las intersecciones no semaforizadas en cuatro tipos:

- Vía principal vs vía secundaria: la señal de Pare se encuentra en la vía secundaria para regular el flujo vehicular

- Dos vías del mismo nivel de Flujo: Las señales de Pare se encuentra en ambas vías y tiene acceso la vía de mayor capacidad, es decir la vía expresa o arterial.
- Vía principal vs vía de acceso y/o rampa: la señal de Ceda Paso se encuentra en la vía de acceso para permitir el flujo libre en la principal.
- Dos vías de bajo volumen: Se rige el tránsito al primero en llegar hacia la intersección.

Evaluar la oferta vial para intersecciones no semaforizadas es muy elemental para un diseño del Ciclo Óptimo de un semáforo, pero, además se debe tener en consideración que el flujo peatonal es otra variable importante para el procesamiento de datos de la oferta vial y el tiempo semafórico. El tiempo de desplazamiento, el número de peatones, los movimientos y la saturación peatonal influye directamente en el diseño, por tal motivo, es esencial conocer cómo influye el cruce peatonal para el diseño de capacidad vial. A continuación, se explicará el concepto de capacidad de cruces peatonales.

Estimar la capacidad en la calle menor y también los giros a la izquierda de la calle mayor a la calle menor.

El método usado es uno probabilístico (estocástico), y este incluye dos conceptos:

Distribución de espacios:

- Distribución de Espacios está asociado con el flujo en la calle principal o mayor.
- Espacios largos entre vehículos le permite al tráfico en la calle menor el cruzar sin riesgos.
- Normalmente se teorizan estos espacios con distribución de Poisson, exponenciales o agrupados en pelotones.
- El segundo caso (pelotones) se observa cuando hay una intersección señalizada cercano y el flujo se restringe debido a esta intersección.

Aceptación de espacios:

Aceptación de Espacios describe el comportamiento del chofer, tal como:

- Condición mental y física del chofer
- Percepción de riesgo
- Características de aceleración

Describe la probabilidad del chofer en la calle menor de aceptar un espacio para poder cruzarlo. En una intersección de este tipo el flujo de tráfico es complicado por todos los conflictos que existen. Si una calle menor para y tiene la opción de girar a la derecha, izquierda o seguir de frente, entonces empíricamente se ha demostrado que:

- El espacio Crítico para girar a la derecha es menor
- El espacio Crítico para ir de frente y este es menor que
- El espacio Crítico para girar a la izquierda

2.2.3.4. Niveles de servicio en intersecciones no semaforizadas

Intersección de cuatro paradas:

Es más fácil de analizar porque todos los usuarios se detienen y esto reduce la probabilidad a algo más teórico o mecanístico. De las variables representativas se encuentran:

- Separación entre vehículos que dejan la intersección
- Número de líneas a cruzar
- Porcentajes de giro
- Distribución de volumen en cada aproximación.

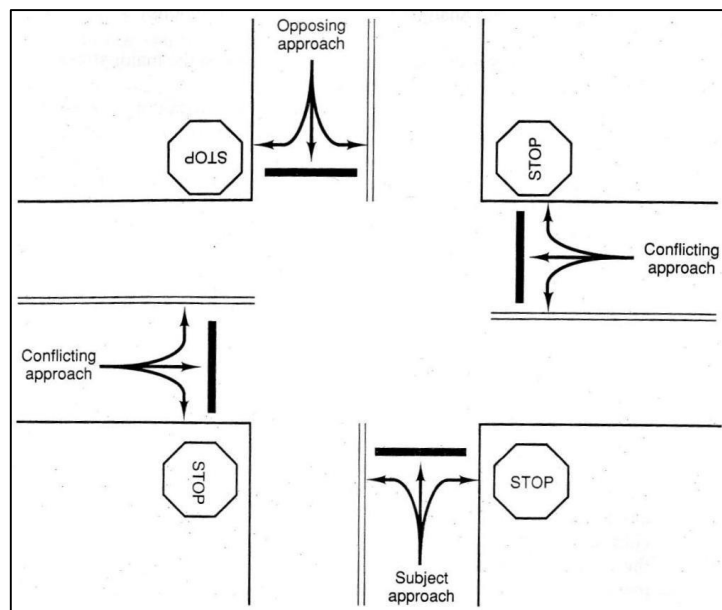


Figura 14. Esquema de Probabilidades de giros en conflicto.
Fuente: metodología HCM 1994

La capacidad de acercamiento se calcula:

$$C = 1000V_s\% + 700V_o\% + 200L_o - 100L_o - 300LTo\% + 200RT_o\% - 300LTc\% + 300RTc\% \dots \dots \dots \text{ecuación (8)}$$

Donde:

Vs %	Proporción de volumen en sentido de flujo
Vo %	Proporción de volumen en sentido opuesto del flujo
Ls	Número de carriles en el sentido del flujo
Lo	Número de carriles en el sentido opuesto del flujo
LTo %	Proporción de volumen opuesto que giran a la izquierda
RTo %	Proporción de volumen opuesto que giran a la derecha
LTc %	Proporción de volumen que genera conflictos los que giran ala izquierda
RTc %	Proporción de volumen que genera conflictos los que giran ala derecha

La demora respectiva por acercamiento se calcula de la siguiente manera:

$$D = e^{3.8 \times (v/c)} \dots \dots \dots \text{ecuación (9)}$$

D= demora

V=volumen de aproximación

C= capacidad de acercamiento

Tabla 9.
Calculo de Nivel de Servicio HCM 1994

Solución	Vs %	Vo %	Lo	Ls	LTo %	RTo %	LTc %	RTc %	c	Demora	LOS
Hacia el este	0.14	0.15	3.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.25	419	61.0	F
Hacia el oeste	0.15	0.14	3.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.25	420	68.9	F
Hacia el norte	0.40	0.31	3.00	1.00	0.00	0.30	0.00	1.00	877	241.3	F
Hacia el sur	0.31	0.40	4.00	1.00	0.00	0.20	0.00	1.00	732	178.4	F
										170.6	F

Fuente: Elaboración propia Basado en la Metodología del HCM 1994

2.2.3.5. Relación entre capacidad y niveles de servicio

La definición para la capacidad vial consta en determinar la cantidad máxima de vehículos que transitan por un punto o segmento específico de una vía o intersección, determinado durante un periodo de tiempo específico. Para los niveles de servicio, clasificada en seis niveles establecidos desde la categoría “A” hasta la “F”, garantiza la comodidad y confort de los usuarios.

Se realiza un conteo periódico durante 15 minutos, para determinar la hora de máxima demanda vehicular, teniéndose en consideración el tipo de vehículos, cantidad de accesos y número de carriles, los cuales se usa las unidades de coche patrón (UCP) para obtener un volumen total de la cantidad contable de vehículos en campo.

- Las características del transporte dependerán del volumen vehicular, cantidad de accesos, número de carriles y la funcionalidad de la vía.
- Características del control de tránsito, establecida por señalizaciones verticales y horizontales como cede el paso, pare, cruce peatonal, etc.

2.3. Definición de Términos Básicos

Tener una definición exacta de los términos usados en la ingeniería de transportes, ayudara a comprender y entender de una mejor manera la presente investigación.

Términos Generales

PEA: Población Económica Activa

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicación

MPH: Municipalidad Provincial de Huancayo

HCM: Highway Capacity Manual

Términos Técnicos

Capacidad: Viene a ser la cantidad máxima de vehículos que transitan por un determinado punto o segmento de vía o intersección, dentro de un periodo de tiempo establecido.

Carril: Es aquella parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos.

Demanda de tránsito: Viene a ser la cantidad de vehículos que transitan por una intersección o vía, durante un periodo de tiempo.

Demora: Es el periodo de tiempo que demanda trasladarse de un punto hacia otro.

Densidad de tránsito: Es la concentración, cantidad de vehículos dentro de un tramo determinado.

Estacionamiento: Viene a ser un espacio y/o lugar que será usado exclusivamente para detención y parada de los vehículos de transporte.

Estudio de impacto vial: Se hará, a consecuencia de la influencia que genera una infraestructura y/o obras civiles en los volúmenes vehiculares, dentro del área en estudio.

Factor de Hora Pico (FHP): Es el flujo vehicular de la hora de máxima demanda horaria, establecido en rangos de 15.0 min, tiempo recomendado por la HCM 1994.

Flujo Vehicular: Es el volumen de vehículos que transitan en un determinado sentido y dirección.

Hora punta o periodo pico: Es la cantidad máxima de volumen vehicular determinado dentro de una hora.

Ingeniería de Tránsito: Es aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte.

Ingeniería de Transporte: Es la aplicación de los principios tecnológicos y científicos a la planeación, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente.

Nivel de servicio: Es un Indicador cualitativo usado para medir la calidad de un flujo vehicular o peatonal. El rango se extiende desde “A” (muy bueno) hasta “F” (congestionamiento).

Tasa de Crecimiento (TC): Viene hacer el aumento del parque automotor, dato obtenido por los conteos vehiculares en intersecciones y peajes, expresado en porcentaje.

Tiempo de viaje: Viene a ser el periodo de tiempo que demanda en trasportarse de un punto de origen hacia un punto de destino.

Tráfico: Es el tránsito de personas y circulación de vehículos por calles, carreteras o caminos.

Tránsito (transitar): Es la acción de ir o pasar de un punto a otro por vías o parajes públicos.

Vía: Se considera únicamente a las destinadas para la movilización terrestres compuestas generalmente por calzadas y carriles.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Métodos y Alcances de la Investigación

3.1.1. Método de la investigación

3.1.1.1. Método General o Teórico de la Investigación

El método general que se abordará en el estudio es el **método científico**, este se basa en una **evaluación sistemática** por medio de medidas y análisis cuidadosos.

El método científico se aplicará con los siguientes pasos:

Observación: Mediante la observación determinamos el problema que está aconteciendo en nuestra sociedad.

Hipótesis: Plantea una suposición respecto al problema, puede ser una afirmación como podría estar negándolo.

Comprobación: Se determina planteando soluciones a los problemas que se han presentado en la investigación, para la ingeniería determinar las soluciones deciden si el proyecto será viable o no.

Teoría: En Ingeniería la teoría es una solución conceptual sin tomar en cuenta el desarrollo del proyecto en su ejecución.

3.1.1.2. Método específico de la investigación:

Los métodos específicos para utilizarse será principalmente el **método experimental**, ya que se someterá a una simulación de la construcción y funcionamiento del Puente Arequipa, para medir el aumento o disminución del volumen vehicular que generará esta obra pública, para ello se aplicará la metodología de Highway Capacity Manual (HCM 1994).

3.1.2. Tipo de Investigación

La relación de las variables y el análisis de los resultados, el estudio será Explicativo, cuyo propósito es comprobar la influencia de la construcción del Puente Arequipa (causa) en el (Nivel de Servicio) (efecto) de la intersección de Calle Real con Jr. Ayacucho y la intersección de Calle Real con Jr. Santa Rosa.

3.1.3. Nivel de la Investigación

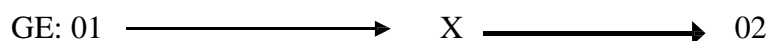
El nivel de investigación es Correlacional, porque determina el grado de relación de una variable en función de otra; en este estudio se analizará la relación que existe entre las variables de niveles de servicio y la Construcción del Puente Arequipa Huancayo en la intersección en estudio (X1 – X2 – X3 –

X4). El nivel de investigación busca especificar las características del Puente Arequipa y su relación en los Niveles Servicio en las intersecciones mencionadas.

3.2. Diseño de la Investigación

El diseño será no experimental, se evaluará la influencia de la construcción del Puente Arequipa y se tasará su nivel de servicio, mediante el uso de la manipulación de variables con simulación.

La gráfica de este diseño es:



Donde:

G.E. Grupo Experimental.

01: Pre Prueba

02: Post Prueba

X: Manipulación de la Variable Independiente.

3.2.1. Tipo de diseño en la investigación

Es **APLICATIVO**, se desarrollará una base de datos matemáticos, este se desarrollará comparando el nivel de servicio antes y después de la construcción del Puente Arequipa.

En este estudio se recolectarán los datos mínimos en dos tiempos distintos, fijados como antes y después de la construcción, por lo que será un estudio longitudinal.

3.3. Población y Muestra de la Investigación

El tipo de muestreo será probabilístico, para el aforo vehicular que intervienen en la zona de estudio, el muestreo es al azar tomado en distintos tiempos de acuerdo con la afluencia o no afluencia de vehículos durante el día, el cual ha sido seleccionado por tener características necesarias.

3.3.1. Población

Está constituida por todos los puentes que intervienen dentro del área de estudio del proyecto, para este proyecto será el Puente Arequipa y Puente Centenario.

3.3.2. Muestra

Será la construcción del Puente Arequipa que se convertirá en un tramo alterno para los conductores y usuarios de la vía.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Será la observación directa, donde se distingue el flujo de tráfico vehicular en tiempo real, permitiendo contabilizar los vehículos que pasan sobre las intersecciones en estudio, para ello se hará uso de la metodología HCM 1994.

3.4.2. Instrumentos utilizados en la recolección de datos

Serán los “Formatos de conteo vehicular”, diseñados para este estudio, donde se estructura de manera clara, la identificación de los vehículos según sus características físicas y las maniobras que hacen éstas en el instante cuando se encuentran en la intersección, las maniobras que serán consideradas son los giros a la izquierda, giros a la derecha, de frente.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Diagnóstico Actual Del Proyecto

El Puente Arequipa actualmente no existe, viene a ser un proyecto a mediano plazo del cual será financiado y ejecutado por administración directa por la Municipalidad Provincial de Huancayo con el único fin de mejorar el flujo y transitabilidad vehicular en la Provincia de Huancayo. Los ingresos del puente serán por norte y sur todo por el Jr. Arequipa comunicando a dos ciudades importantes, no será el primer Puente que une ambas localidades, ya existen varios puentes, pero lejanos uno de otro son puentes construidos ya hace varios años siendo ya insuficientes para el tráfico vehicular que se presenta actualmente, con el transcurrir del tiempo el parque automotor aumentara por lo tanto se tendrá que construir más puentes, bay pass y túneles subterráneos.

4.1.1. Ubicación y Localización

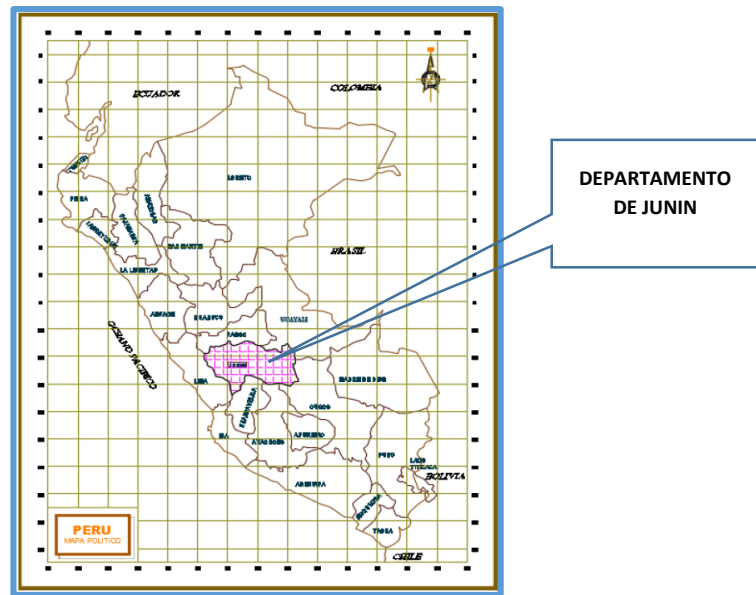


Figura 15. Ubicación Departamental: Puente Arequipa
Fuente: Elaboración propia

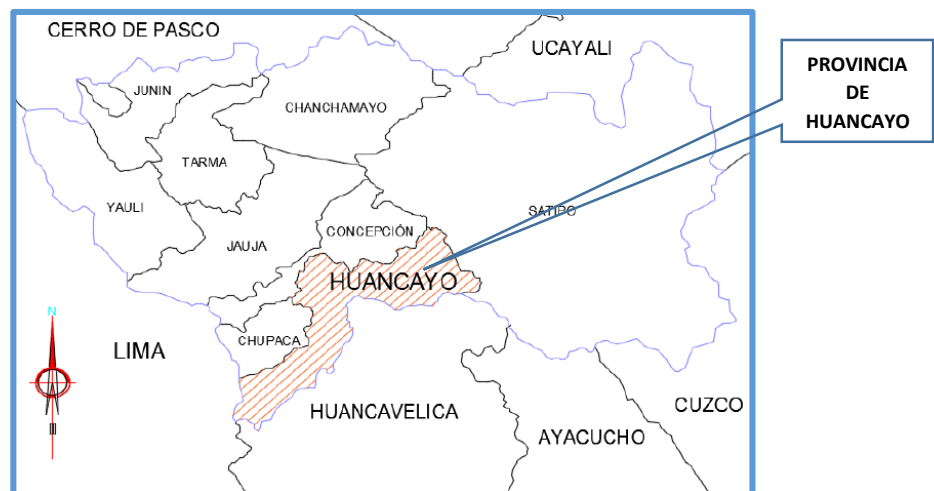


Figura 16. Ubicación Provincial: Puente Arequipa
Fuente: Elaboración propia

Se presenta a continuación una vista en planta de las intersecciones X1, X2, X3 y X4, encontrándose dentro del área en estudio. Se presentará adicionalmente las siguientes intersecciones Y1, Y2, Y3 y Y4 encontrándose fuera del área en estudio, tan solamente se están considerando para presentar más adelante en esquemas geométricos y de giros vehiculares. Presentando las ocho intersecciones en el Google Eart Pro.

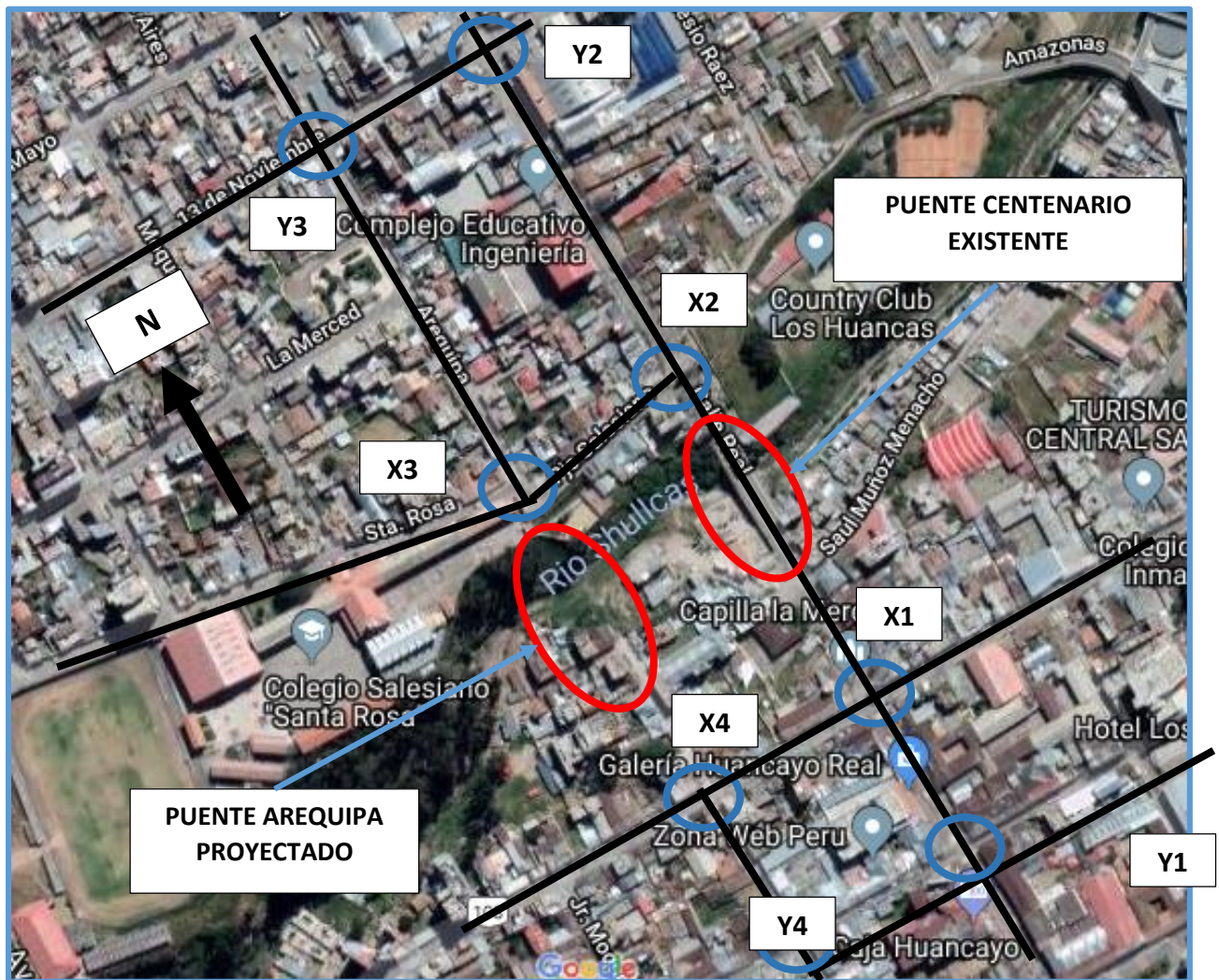


Figura 17. Localización del Proyecto Google Earth: Puente Arequipa
 Fuente: Elaboración propia - Google Earth Pro

Se presenta a continuación una vista en planta de las intersecciones X1, X2, X3 y X4, encontrándose dentro del área en estudio. Se presentará adicionalmente las siguientes intersecciones Y1, Y2, Y3 y Y4 encontrándose fuera del área en estudio, tan solamente se están considerando para presentar más adelante en esquemas geométricos y de giros vehiculares. Presentando las ocho intersecciones en el Google Map.



Figura 18. Localización del Proyecto Google Map: Puente Arequipa
Fuente: Elaboración propia - Google Map

4.1.2. Rutas de Accesos

El ingreso al nuevo puente Arequipa en Huancayo, se puede realizar por 4 rutas diferentes:

Ruta de acceso N° 1: Por el Oeste

Av. Daniel Alcides Carrión – Jr. Libertad – Jr. Ayacucho – hasta el Jr. Arequipa – Puente Arequipa. Ver figura 19.

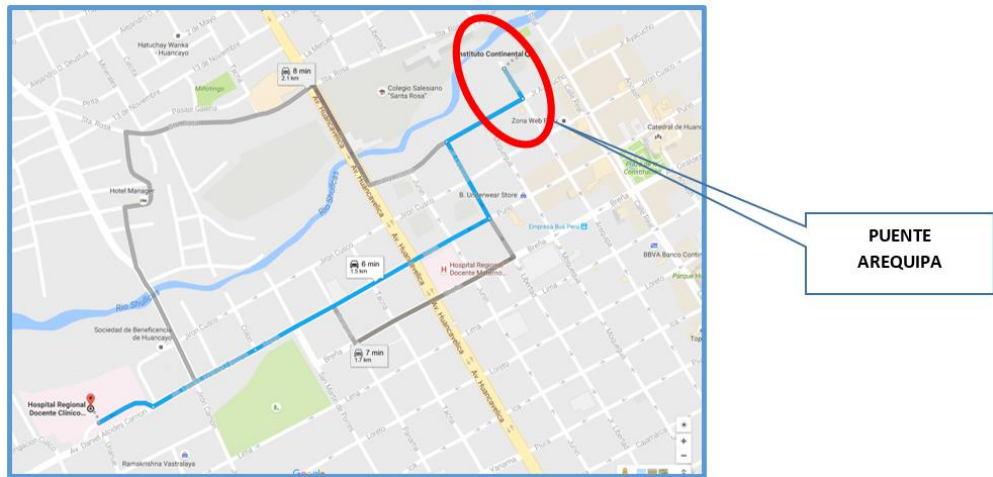


Figura 19. Ruta de acceso N° 1. Por el Oeste
Fuente: Elaboración propia - Google Map

Ruta de acceso N° 2: Por el Norte

Desde la Calle Real por el distrito del Tambo – Jr. Ayacucho – hasta el Jr. Arequipa – Puente Arequipa. Ver figura 20.

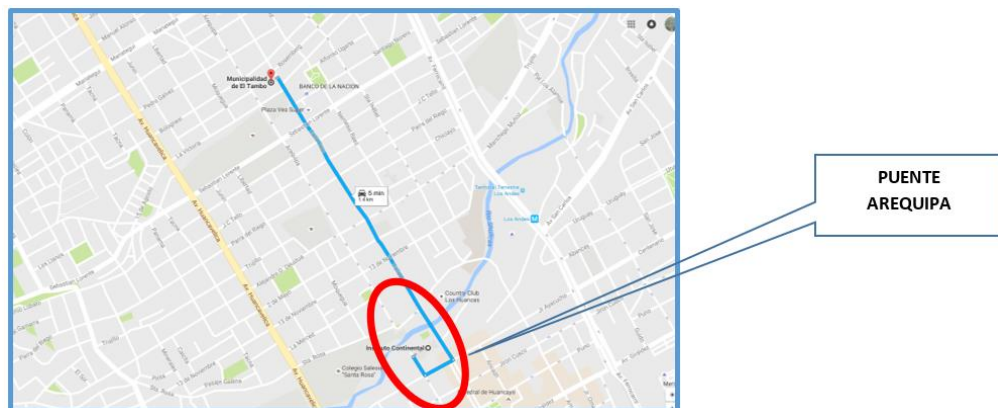


Figura 20. Ruta Acceso N° 2. Por el Norte
Fuente: Elaboración propia - Google Map.

Ruta de acceso N° 3: Por el Este

Desde el Distrito de Palian – todo Jr. Ayacucho – Hasta el Jr. Arequipa – Puente Arequipa. Ver figura 21.

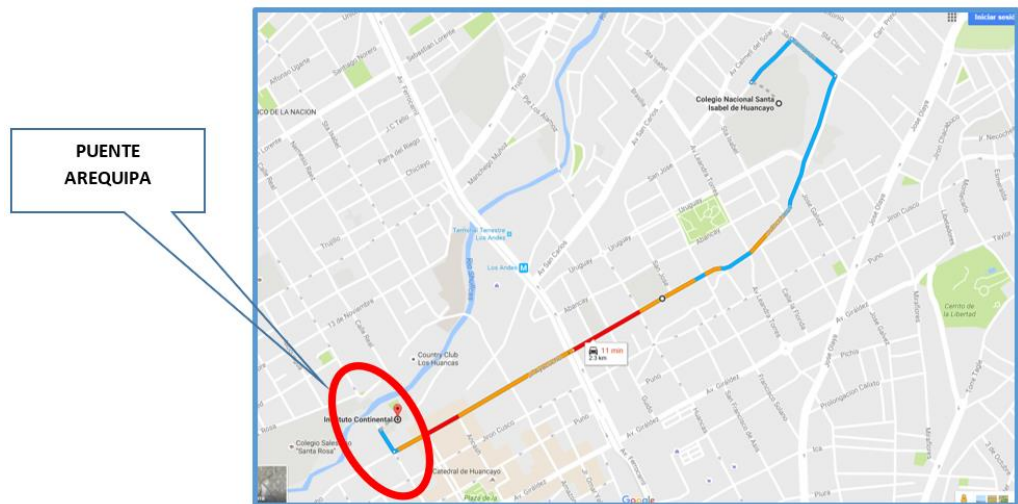


Figura 21. Ruta Acceso N° 3. Por el Este
Fuente: Elaboración propia - Google Map

Ruta de acceso N° 4: Por el Sur

Desde el Distrito de Chilca – por toda la Av. Huancavelica – Jr. Ayacucho–
Hasta Jr. Arequipa – Puente Arequipa. Ver figura 22.

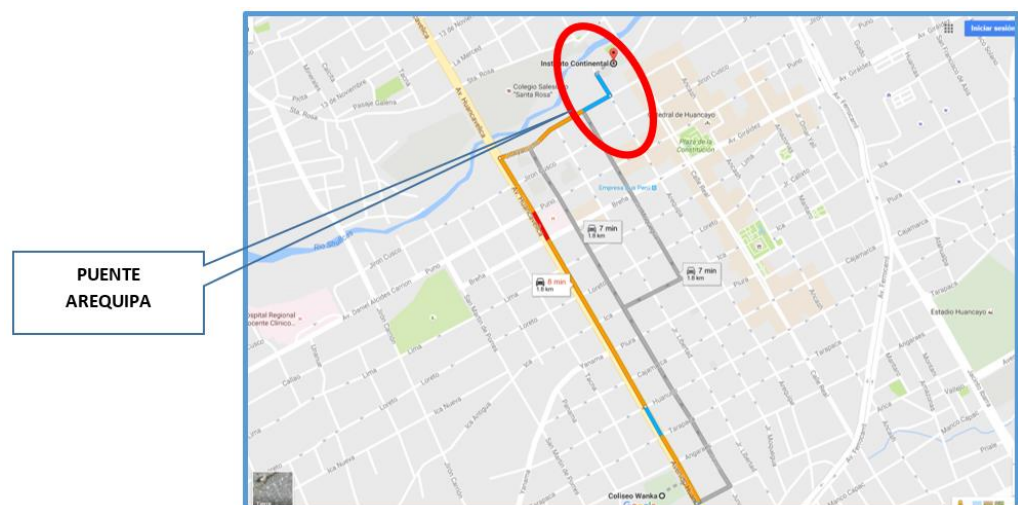


Figura 22- Ruta Acceso N° 4. Por el Sur
Fuente: Elaboración propia - Google Map

Haciendo un análisis de las cuatro rutas de acceso hacia el Puente Arequipa, las dos vías que van a disminuir o aumentar el tránsito vehicular, con la apertura del nuevo Puente Arequipa, son Calle Real proveniente del Distrito del Tambo (Norte) con el Jr. Santa Rosa y la misma Calle Real con el Jr. Ayacucho proveniente de Palian (Este). Por tal motivo, estas dos vías e

intersecciones serán las que sufrirán menor congestión vehicular con la inclusión del Puente Arequipa en Huancayo. A continuación, describiremos las áreas de influencia que se encuentran en los alrededores del Puente Arequipa en Huancayo.

4.1.3. Lugares generadores de viajes

Para definir la influencia del puente Arequipa en los niveles de servicio de las intersecciones es necesario primero reconocer y definir el tipo de edificaciones, generara la atracción de viajes, en consecuencia, se incrementarán el transitar de los vehículos. A continuación, en la figura 23 se visualizan lugares o infraestructuras que puedan generar viajes constantemente.

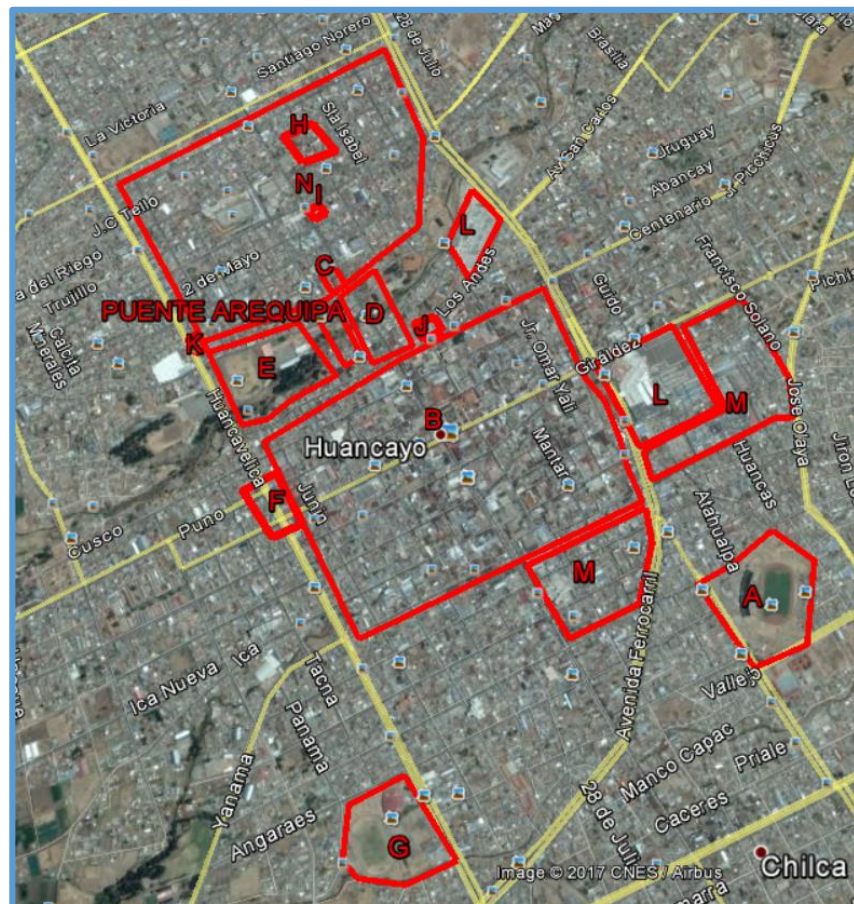


Figura 23. Área de Influencia de la Construcción del Puente Arequipa.
Fuente: Elaboración propia - Google Earth Pro

Leyenda:

A: Estadio de Huancayo

B: Locales Comerciales – Centro de Huancayo

C: Centros de Estudios Academia, Primaria y Secundaria Ingeniería

D: Centros de Estudios Técnicos Continental y Casa de la Cultura

E: Centros de Estudios Salesiano Santa Rosa y Salesiano Técnico

F: Hospital Nacional El Carmen

G: Coliseo Wanka

H: Corte Superior de Justicia de Junín

I: Universidad Peruana Los Andes

J: I.E. Sebastián Lorente

K: Tiendas Maestro

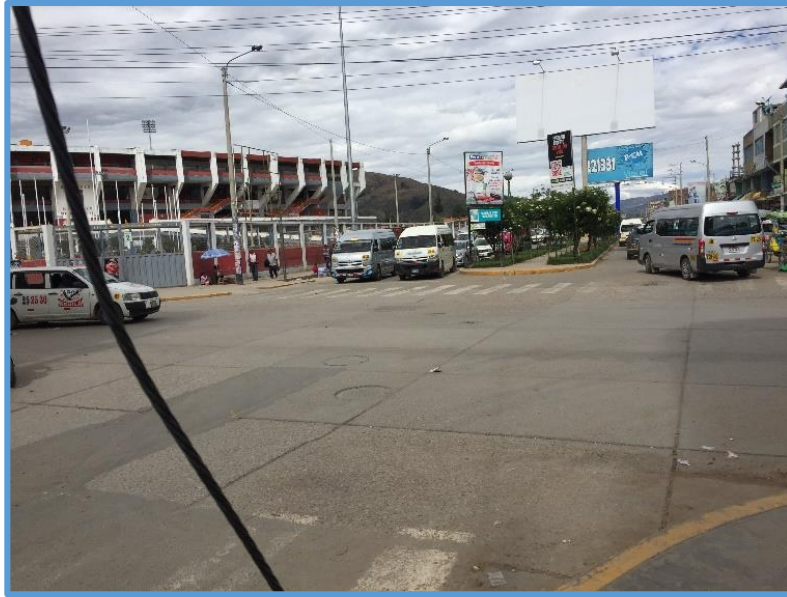
L: Súper Mercados (OPEN PLAZA - PLAZA VEA)

M: Mercados Grandes (MODELO - MAYORISTA)

N: Locales Comerciales – Centro de El Tambo

A: Estadio de Huancayo

El estadio Huancayo es otra zona de atracción para la población aficionada al deporte, siendo la menos importante puesto que los eventos deportivos que se practica en este recinto son eventuales, pero se considera puesto que también es una zona de atracción principalmente los sábados y domingos los cuales hace que el flujo vehicular se incremente y posteriormente se congestione la zona de estudio puesto que la Av. Ferrocarril es una ruta principal para acceder al Estadio Huancayo. Para la población.



Fotografía 1. Estadio Huancayo
Fuente: Elaboración propia

B: Locales Comerciales – Centro de Huancayo

Las zonas comerciales son locales que brindan bienes y servicios, estas son generadoras de viajes, estos están ubicados a lo largo la Av. Giráldez hasta la Av. Real y parte del centro de Huancayo, donde se encuentra pequeños, medianos y grandes locales comerciales de entretenimiento como son: pollerías, tiendas de electrodoméstico, tiendas de venta de celulares, centros de venta tecnológica (computadoras y otros), librerías, casas de cambio de dólar, venta de calzados y ropas en general. Estos centros comerciales generan viajes de los diferentes distritos de la ciudad. Gracias a estos se aprecia gran cantidad de viajes de vehículos, provenientes del Norte de Huancayo atravesando la vía principal de la Av. Ferrocarril.



Fotografía 2. Locales Comerciales - Huancayo
Fuente: Elaboración propia

C: Academia, Centros de Estudios Primaria y Secundaria Ingeniería

Los centros de estudios tanto primaria, secundaria y la academia del centro educativo Ingeniería generan incremento en el tránsito vehicular por estos centros de enseñanzas la intersección tiene un aumento de viajes y por ende el incremento del flujo vehicular, pero en horas marcadas, en la mañana de 7:00 - 9:00 am que es la hora de entrada a estos centros de enseñanzas y en la tarde de 1:00 – 3:00 pm que es la hora de salida y de entrada a la academia y hora de salida de 6:00 – 8:00 pm, que genera el incremento de flujo vehicular.



Fotografía 3. Centro de Estudios Ingeniería
Fuente: Elaboración propia

D: Centros de Estudios Técnicos Continental y Casa de la Cultura

Los Centros de Estudios Técnicos existentes en el centro de Huancayo como: el Instituto Continental, el centro de idiomas continental y la casa de la cultura que brinda clases en baile, canto, música, etc. para personas de toda edad. Son entes que influyen en el flujo vehicular en la intersección en estudio (Calle Real y Jr. Ayacucho y Calle Real y Psj. Santa Rosa), Por estos centros de enseñanzas la intersección tiene un aumento de viajes y por ende el incremento del flujo vehicular, pero en horas marcadas, en la mañana de 7:00 - 8:00 am que es la hora de entrada a estos centros de enseñanzas y en la tarde de 1:00 – 2:00 pm que es la hora de salida, que hace el incremento de flujo vehicular.

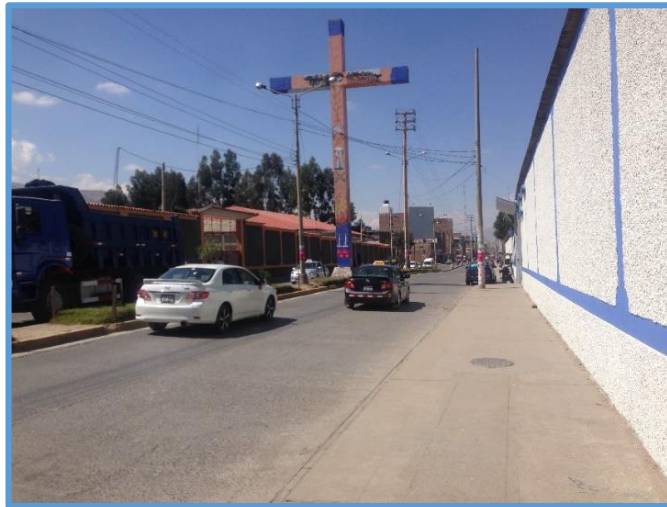


Fotografía 4. Instituto Continental - Huancayo
Fuente: Elaboración propia

E: Centros de Estudios Salesiano Santa Rosa y Salesiano Técnico

Los centros de estudios secundaria del centro educativo Salesiano Santa Rosa y técnico generan un incremento en el tránsito vehicular por estos centros de enseñanzas las intersecciones tienen un aumento de viajes y por ende el incremento del flujo vehicular, pero en horas marcadas, en la mañana de 7:15 - 7:45 am que es la hora de entrada a estos centros de enseñanzas y en la tarde de

1:15 – 1:30 pm que es la hora de salida, que genera el incremento de flujo vehicular.



Fotografía 5. Colegio Salesiano Santa Rosa – El Tambo
Fuente: Elaboración propia

F: Hospital Nacional El Carmen

El hospital nacional el Carmen, genera gran cantidad de viajes a consecuencia que los ciudadanos quieran tratarse las enfermedades que presentan cada uno no teniendo un horario definido los viajes que se generan es en todo momento, los cuales hace que el flujo vehicular se incremente y posteriormente se congestione la zona de estudio.



Fotografía 6. Hospital Nacional El Carmen
Fuente: Elaboración propia

G: Coliseo Wanka

El coliseo Wanka es otra zona de atracción para la población aficionada al deporte, puesto que los eventos deportivos que se practica en este recinto son todos los días de la semana en especial los fines de semanas, puesto que también es una zona de atracción principalmente los sábados y domingos los cuales hace que el flujo vehicular se incremente y posteriormente se congestione la zona de estudio puesto que la Av. Huancavelica. Es una ruta principal para acceder al coliseo huanca para la población.



Fotografía 7. Coliseo Wanka
Fuente: Elaboración propia

H: Corte Superior de Justicia de Junín

Genera gran cantidad de viajes a consecuencia que los ciudadanos quieran solucionar los problemas judiciales que presentan cada uno, no teniendo un horario definido los viajes que se generan es en todo momento, los cuales hace que el flujo vehicular se incremente y posteriormente se congestione la zona de estudio.



Fotografía 8. Corte Superior de Justicia de Junín
Fuente: Elaboración propia

I: Universidad Peruana los Andes (Facultad Ciencias Administrativas y Contables)

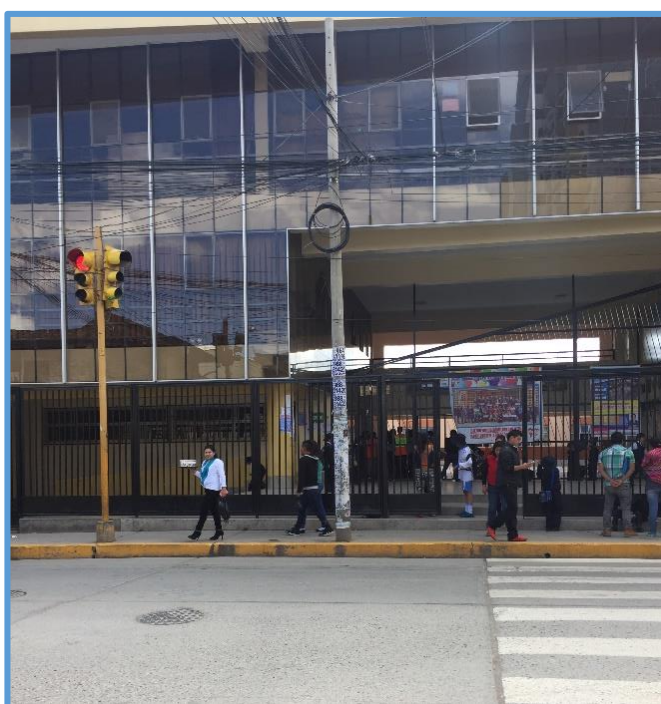
Genera gran cantidad de viajes a consecuencia que los jóvenes universitarios tiene un horario de clases establecido para cada alumno, los viajes que se generan son en todo momento, los cuales hace que el flujo vehicular se incremente y posteriormente se congestione la zona de estudio.



Fotografía 9. Universidad Peruana Los Andes
Fuente: Elaboración propia

J: I.E. Sebastián Lorente

La I.E. Sebastián Lorente generan un incremento en el tránsito vehicular, este centro de enseñanzas, por ende, las intersecciones tienen un aumento de viajes y por ende el incremento del flujo vehicular, pero en horas marcadas, en la mañana de 7:15 - 7:45 am que es la hora de entrada a estos centros de enseñanzas y en la tarde de 1:15 – 1:30 pm que es la hora de salida, que genera el incremento de flujo vehicular.



Fotografía 10. I.E. Sebastián Lorente
Fuente: Elaboración propia

K: Tiendas Maestro

Tiendas Maestro generan un incremento en el tránsito vehicular, por la necesidad de los usuarios de comprar materiales de construcción entre otros, por lo tanto, las intersecciones tienen un aumento de viajes y por ende el incremento del flujo vehicular, que genera el incremento de flujo vehicular.



Fotografía 11. Tiendas Maestro
Fuente: Elaboración propia

L: Súper mercados (Open Plaza y Plaza Vea)

Los supermercados plaza vea y open plaza generan un incremento en el tránsito vehicular, por la necesidad de los usuarios de poder realizar todas sus compras, siendo los fines de semana de mayor congestión y un tránsito poco fluido, por lo tanto, las intersecciones tienen un aumento de viajes y por ende el incremento del flujo vehicular.



Fotografía 12. Open Plaza
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 13. Plaza Veá
Fuente: Elaboración propia

M: Mercados Grandes (Modelo y Mayorista)

Los mercados tanto modelo como mayorista son puntos que generan viajes de toda la provincia de Huancayo, ya que las amas de casa pueden hacer sus compras correspondientes con frecuencia todos los días de la semana, pero los fines de semana se incrementa la demanda ya que la mayoría de los usuarios disponen de tiempo, incremento así en el tránsito vehicular, por lo tanto, las intersecciones tienen un aumento de viajes y por ende el incremento del flujo vehicular.



Fotografía 14. Mercado Modelo
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 15. Mercado Mayorista
Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Diseño Geométrico

La descripción del diseño geométrico de las cuatro intersecciones en estudio es muy importante para desarrollar los objetivos del proyecto. A continuación, se describirá los anchos de carril, ancho de cada acceso, las dimensiones de las zonas protegidas, las bermas, ubicación de los semáforos, entre otros.

4.1.4.1. Intersección de la Calle Real con Jr. Ayacucho (X1)

La Calle Real del distrito de Huancayo, es una vía Arterial calificada por la MPH dentro del PDU, Huancayo 2006 - 2011. La Calle Real viene a ser una vía principal entre dos Distritos, ubicados dentro del área de estudio. Es una vía de doble sentido opuestos de circulación con cuatro carriles con un ancho de 2.75 m en Promedio cada uno y por sentido, en sus pistas principales, y no cuenta con un separador central y ancho de vereda 3.20 m a cada lado. El Jr. Ayacucho es una vía Colectora según el Plan de desarrollo Urbano Huancayo 2006 - 2011, es bidireccional opuestas con dos carriles de

3.95m de ancho cada uno y ancho de vereda de 1.80 m a cada lado y no cuenta con un separador central.

La intersección se encuentra en regular estado de mantenimiento. La señalización horizontal o marcas en el pavimento están en malas condiciones, pero de manera diferente la señalización vertical está en buenas condiciones. No cuenta con semáforos para el transporte público. La intersección se encuentra en una zona de alta concurrencia de vehículos puesto que se encuentra el instituto continental, centro de idiomas continental, la casa de la cultura y otros pequeños y medianos centros comerciales.

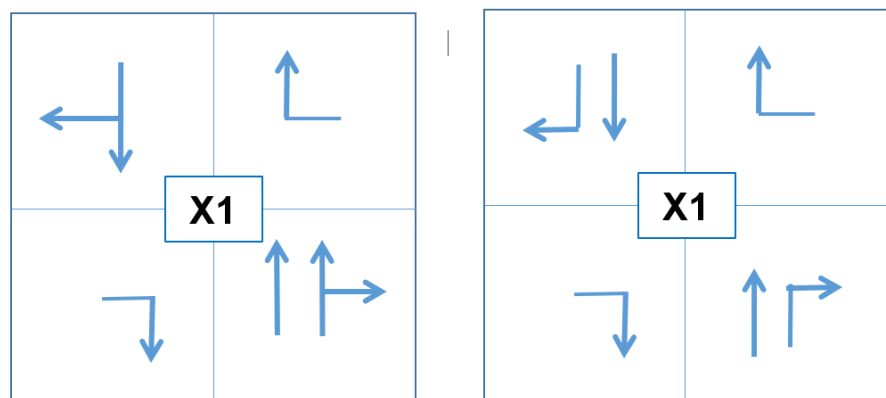


Figura 24. Lado izquierdo esquema geométrico y lado derecho giros en X1 año 2017.

Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

4.1.4.2. Intersección de la Calle Real con Jr. Santa Rosa (X2)

La Calle Real, es una vía Arterial calificada por la MPH dentro del PDU, Huancayo 2006 - 2011. Viene a ser una vía principal entre dos distritos norte y sur ubicados dentro del área de estudio. Es una vía de doble sentido de circulación con cuatro carriles con un ancho de **2.75 m** en Promedio cada uno y por sentido, en sus pistas principales, no cuenta con un separador central y ancho de vereda 3.20

m a cada lado. El Jr. Santa Rosa es una vía local según el PDU, Huancayo 2006 - 2011, es una vía de un solo sentido con dos carriles de 2.45 m para cada carril de ancho y ancho de vereda 1.40 m a cada lado, no cuenta con un separador central.

La intersección se encuentra en regular estado de mantenimiento. La señalización horizontal o marcas en el pavimento están en malas condiciones, pero de manera diferente la señalización vertical está en buenas condiciones. No Cuenta con semáforos para el transporte público. La intersección se encuentra en una zona de alta concurrencia de vehículos puesto que se encuentra el instituto continental, centro de idiomas continental, la casa de la cultura, el colegio salesiano santa rosa y otros pequeños centros comerciales.

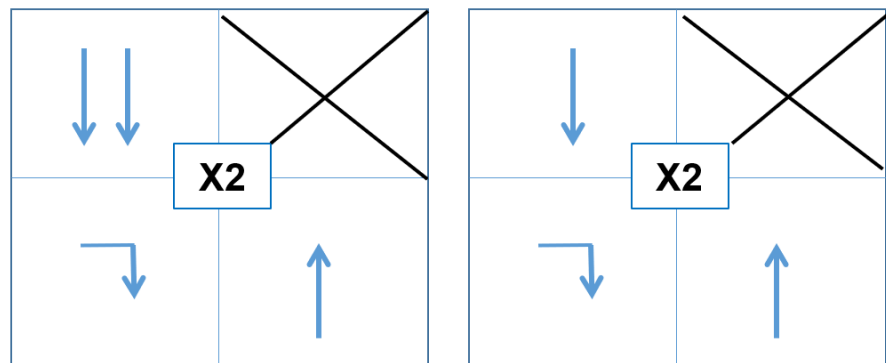


Figura 25. Lado izquierdo esquema geométrico y lado derecho giros en X2 año 2017.

Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

4.1.4.3. Intersección del Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa (X3)

El Jr. Arequipa, es una vía Colectora calificada por la MPH dentro del PDU, Huancayo 2006 - 2011. Es una de las vías de comunicación importantes para las dos Provincias, perteneciente dentro del área de estudio. Con la habilitación del Puente Arequipa al

100%. Es una vía de un solo sentido de circulación con dos carriles con un ancho de 2.50 m en Promedio, y ancho de vereda 1.20 m a cada lado, cuenta con una línea divisoria. El Jr. Santa Rosa es una vía local según el PDU, Huancayo 2006 - 2011, es una vía de un solo sentido con dos carriles de 2.45 m de ancho cada uno, ancho de vereda 1.40 m a cada lado y cuenta con una línea divisoria central.

La intersección se encuentra en regular estado de mantenimiento. La señalización horizontal o marcas en el pavimento se encuentran en sentido contrario al flujo vehicular, la señalización vertical se encuentra en medianas condiciones. No Cuenta con semáforos para el transporte público. La intersección se encuentra en una zona de alta concurrencia de vehículos puesto que se encuentra la Contraloría de la Republica, el colegio salesiano santa rosa (Primaria y Secundaria) entre otros pequeños negocios.

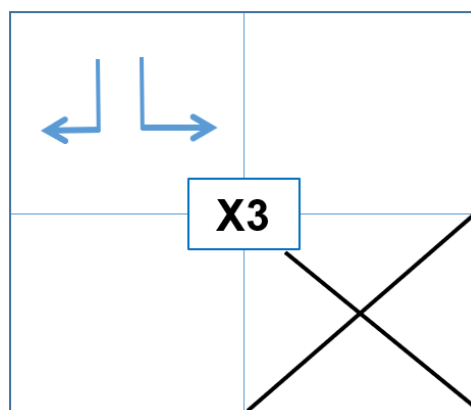


Figura 26. Esquema geométrico y de giros para X3 año 2017.
Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

4.1.4.4. Intersección del Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho (X4)

El Jr. Arequipa, es una vía Colectora calificada por la MPH dentro del PDU, Huancayo 2006 - 2011. Vía de vital importancia entre

las dos Provincias, ubicados dentro del área de estudio. Con la habilitación del Puente Arequipa al 100%. Es una vía de un solo sentido de circulación con dos carriles con un ancho de 2.50 m cada uno y ancho de vereda 1.20 m a cada lado en Promedio, y cuenta con una línea divisoria. El Jr. Ayacucho es una vía Colectora según el PDU, Huancayo 2006 - 2011, es bidireccional opuestas con dos carriles de 3.95m de ancho cada uno y ancho de vereda 1.70 m a cada lado y cuenta con una línea divisoria central.

La intersección se encuentra en regular estado de mantenimiento. La señalización horizontal o marcas en el pavimento están desapareciendo por el constante uso, la señalización vertical se encuentra en medianas condiciones. No Cuenta con semáforos para el transporte público. La intersección se encuentra en una zona de alta concurrencia de vehículos puesto que se encuentra el instituto continental, centro de idiomas continental, la casa de la cultura y otros pequeños centros comerciales.

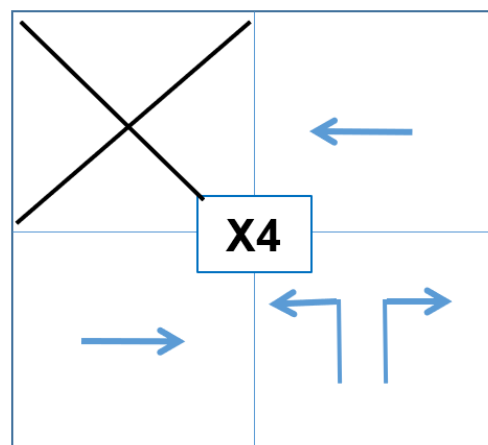


Figura 27. Esquema geométrico y de giros para X4 año 2017.
Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994

A continuación, se mostrará el esquema geométrico general actual, para las intersecciones X1, X2, X3 y X4 encontrándose dentro del área en estudio, adicionalmente se presentará Y1, Y2, Y3 y Y4 para detallar de una mejor manera la transitabilidad en las intersecciones aledañas.

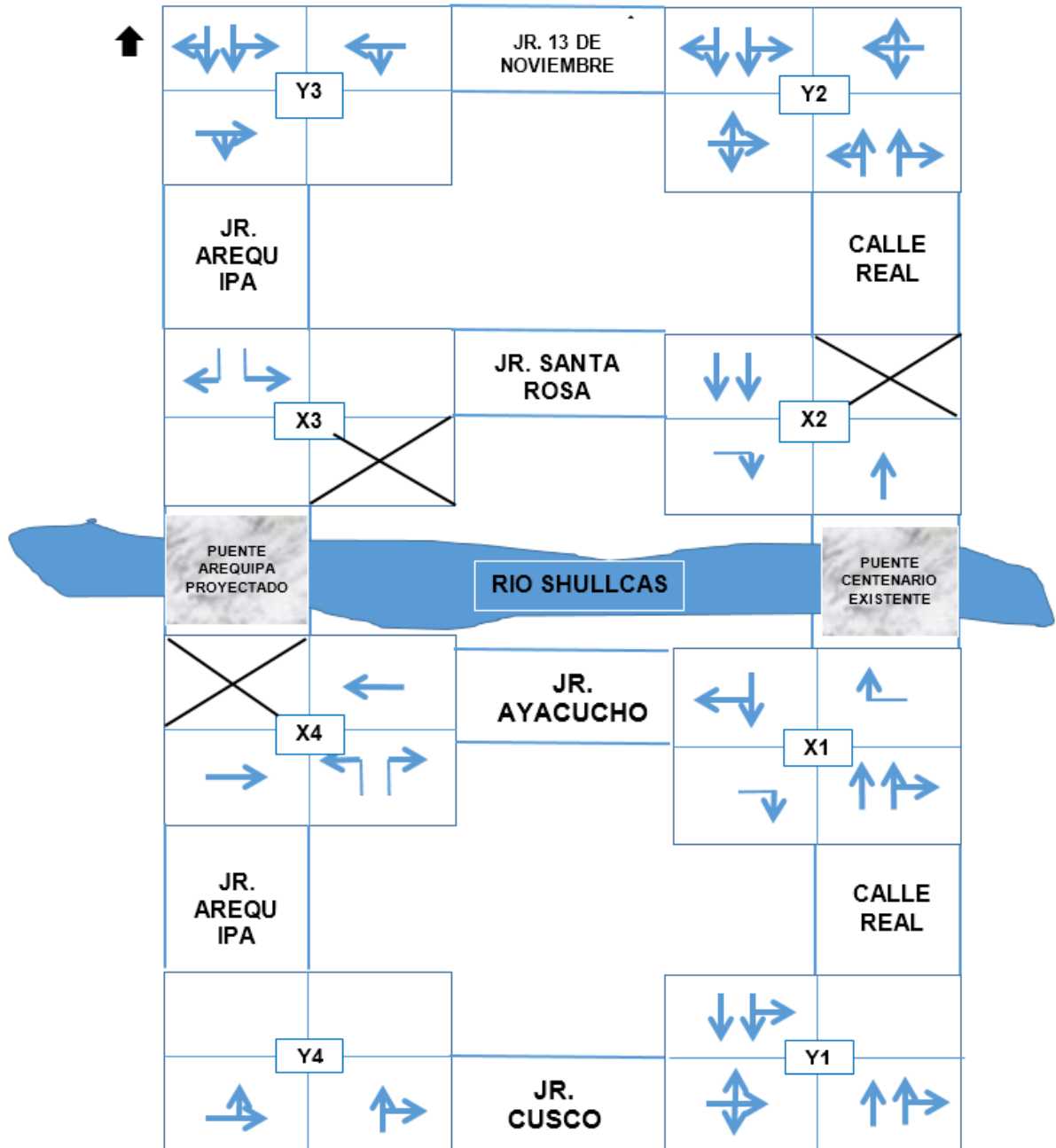


Figura 28. Esquema geométrico año 2017 para intersecciones X1, X2, X3 y X4 – Y1, Y2, Y3 y Y4. Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994

A continuación, se mostrará el esquema de giros permitidos en general actual, para las intersecciones X1, X2, X3 y X4 encontrándose dentro del área en estudio, adicionalmente se presentará Y1, Y2, Y3 y Y4 para detallar de una mejor manera la transitabilidad en las intersecciones aledañas.

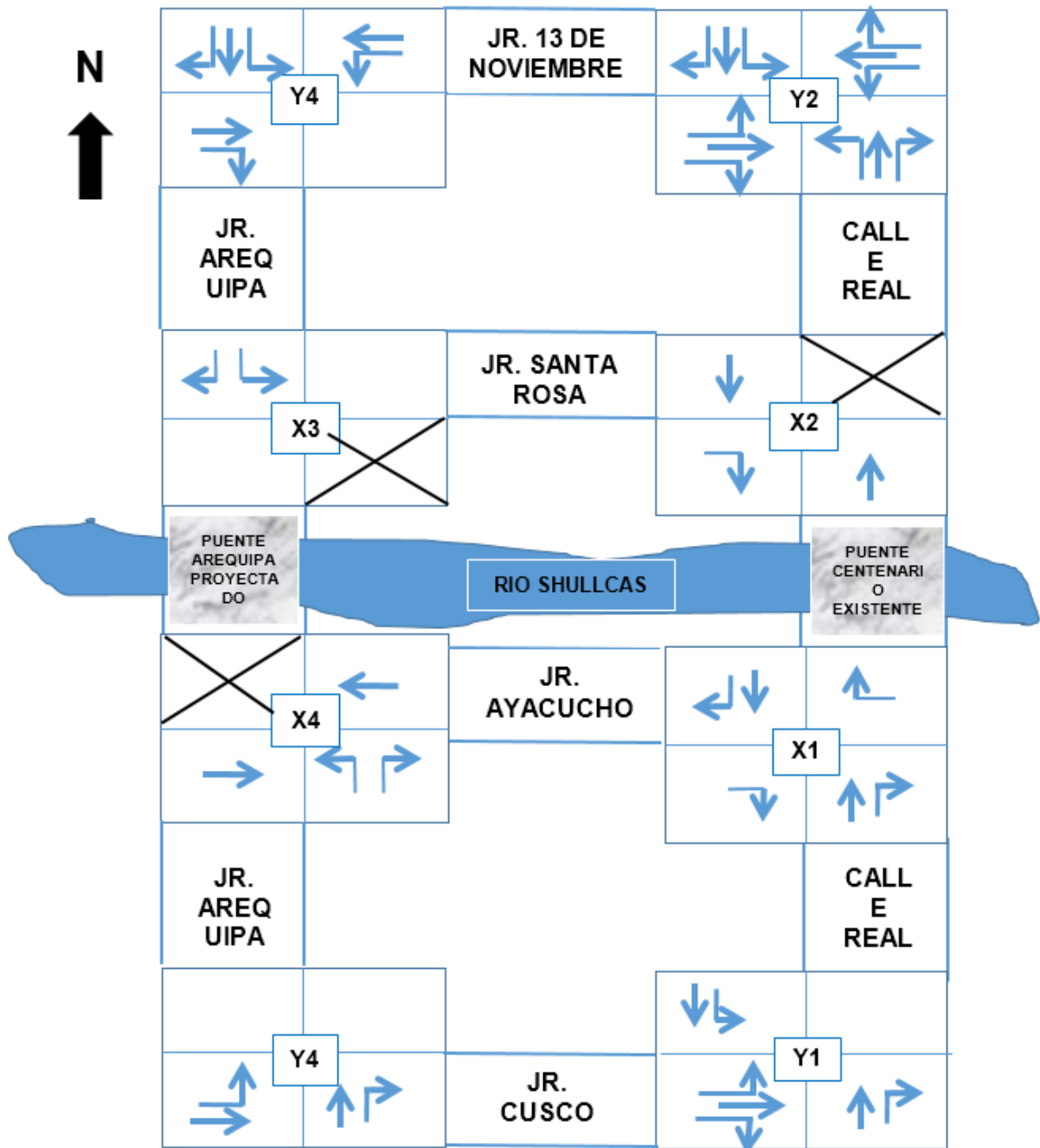


Figura 29. Esquema de giros permitidos año 2017 para intersecciones X1, X2, X3 y X4 – Y1, Y2, Y3 y Y4. Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

4.1.5. Intersecciones no Semaforizadas

4.1.5.1. Intersección de la Calle Real con Jr. Ayacucho (X1)

Esta intersección tiene una geometría en cruz, con accesos N-S, S-N, E-O y O-E. Intersección aforada día viernes 07/julio/2017 (volúmenes máximos dentro de la hora pico, obtenidos de la tabla 9). En la figura 30, se muestra los giros y volúmenes por carril de cada acceso de la intersección, perteneciendo al tipo de intersección no semaforizada (dos calles de importancias equivalentes), dadas por la metodología HCM 1994.

Calle 1: Calle Real

Calle 2: Jr. Ayacucho

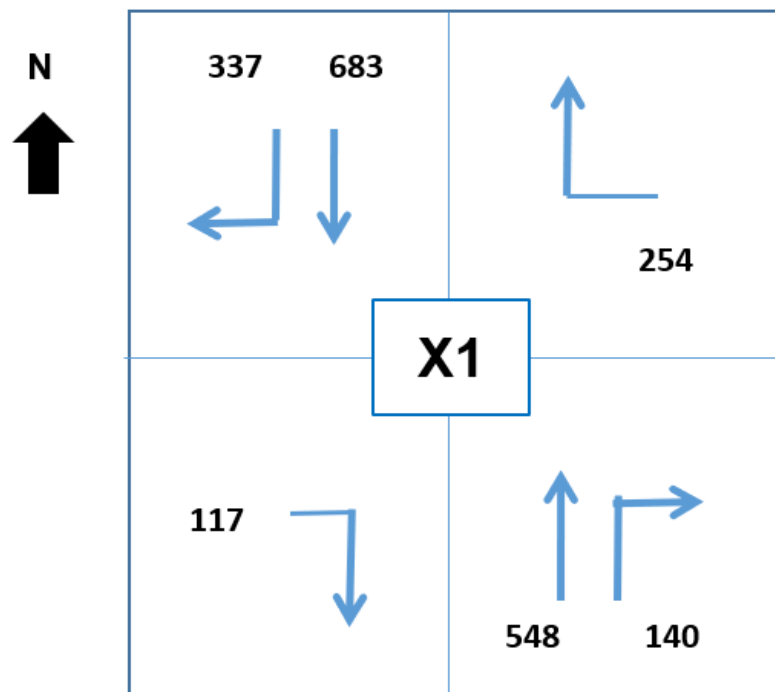


Figura 30. Giros permitidos año 2017 con volumen aforado (UCP/h.r.) - (X1)
Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

4.1.5.2. Intersección de la Calle Real con Jr. Santa Rosa(X2)

Esta intersección tiene una geometría en T no semaforizada con accesos N-S, S-N y O-E. Intersección aforada día viernes 07/julio/2017 (volúmenes máximos dentro de la hora pico, obtenidos de la tabla 10). En la figura 31, se muestra los giros y volúmenes por carril de cada acceso de la intersección, perteneciendo al tipo de intersección no semaforizada (dos calles de importancias equivalentes), dada por la metodología HCM 1994.

Calle 1: Calle Real

Calle 2: Jr. Santa Rosa

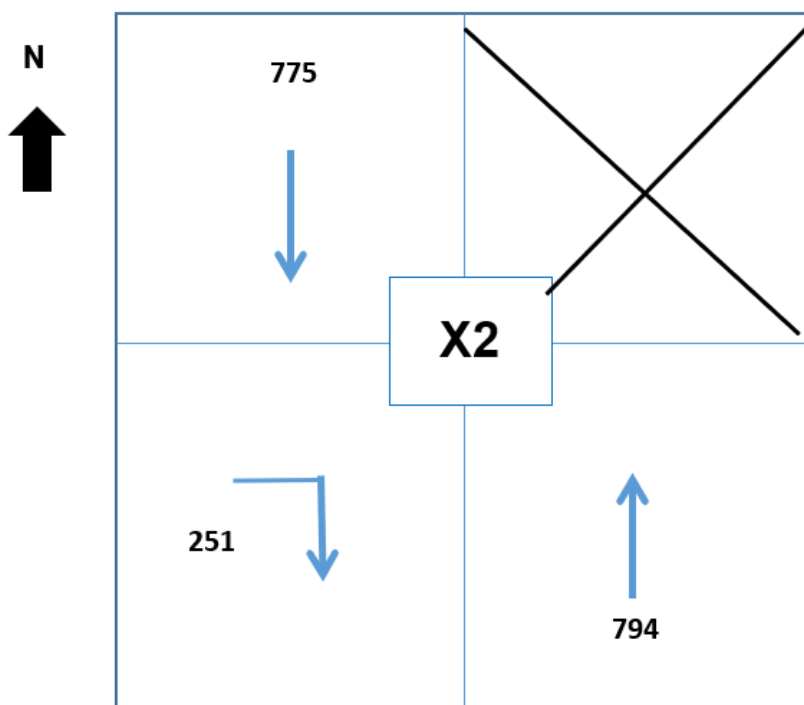


Figura 31. Giros permitidos año 2017 con volumen aforado (UCP/h.r.) - (X2)
Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

4.1.5.3. Intersección del Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa (X3)

Esta intersección tiene una geometría en T, de solo un acceso (N-S) no semaforizada. Intersección aforada día lunes 03/julio/2017

(volúmenes máximos dentro de la hora pico, obtenidos de la tabla 11). En la figura 32, se muestra los giros y volúmenes por carril de cada acceso de la intersección, perteneciendo al tipo de intersección no semaforizada (dos calles de importancias equivalentes), dada por la metodología HCM 1994.

Calle 1: Jr. Arequipa

Calle 2: Jr. Santa Rosa

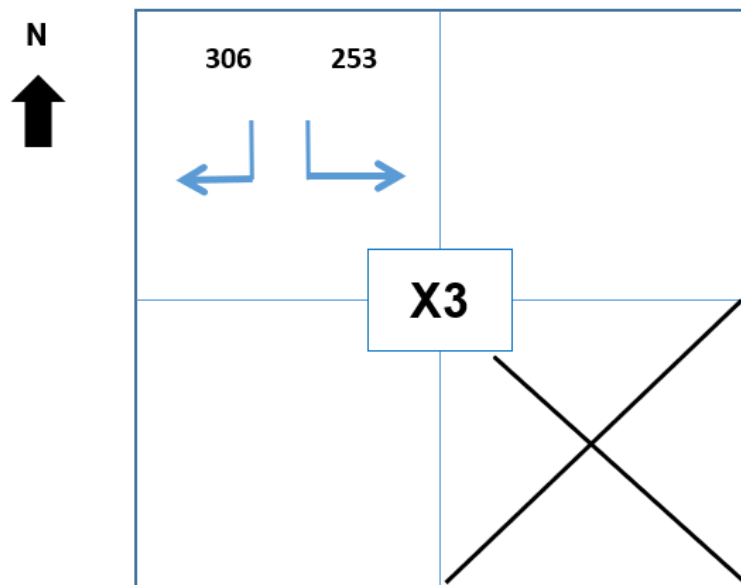


Figura 32. Giros permitidos año 2017 con volumen aforado (UCP/h.r.) - (X3)
Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

4.1.5.4. Intersección del Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho(X4)

Esta intersección tiene una geometría en T no semaforizada con accesos E-O, O-E y S-N. Aforos contabilizados día lunes 03/07/2017 (volúmenes máximos dentro de la hora pico, obtenidos de la tabla 12). En la figura 33, se muestra los giros y volúmenes por carril de cada acceso de la intersección, perteneciendo al tipo de intersección no semaforizada (dos calles de importancias equivalentes), dada por la metodología HCM 1994.

Calle 1: Jr. Arequipa

Calle 2: Jr. Ayacucho

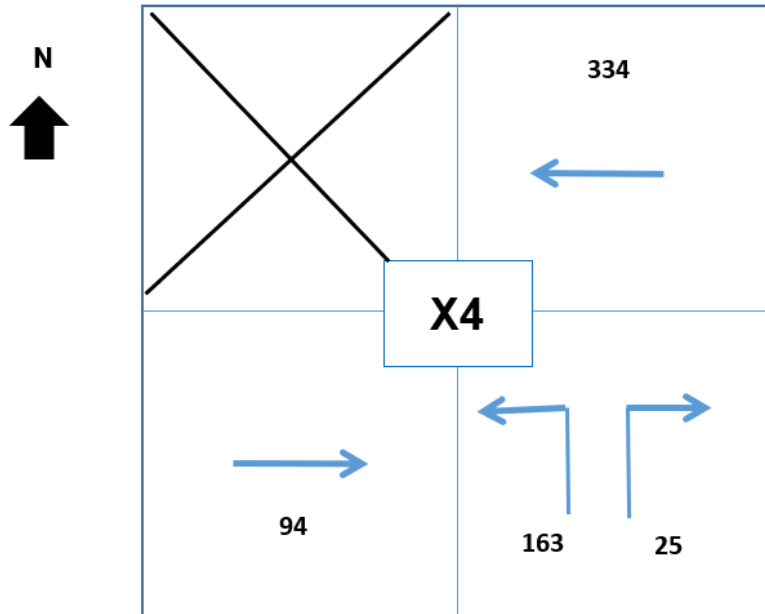


Figura 33. Giros permitidos año 2017 con volumen aforado (UCP/h.r.) - (X4)
Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

A continuación, se mostrará el esquema de giros permitidos con volumen en general actual, para las intersecciones X1, X2, X3 y X4 encontrándose dentro del área en estudio, adicionalmente se presentará Y1, Y2, Y3 y Y4 para detallar de una mejor manera la transitabilidad en las intersecciones aledañas.

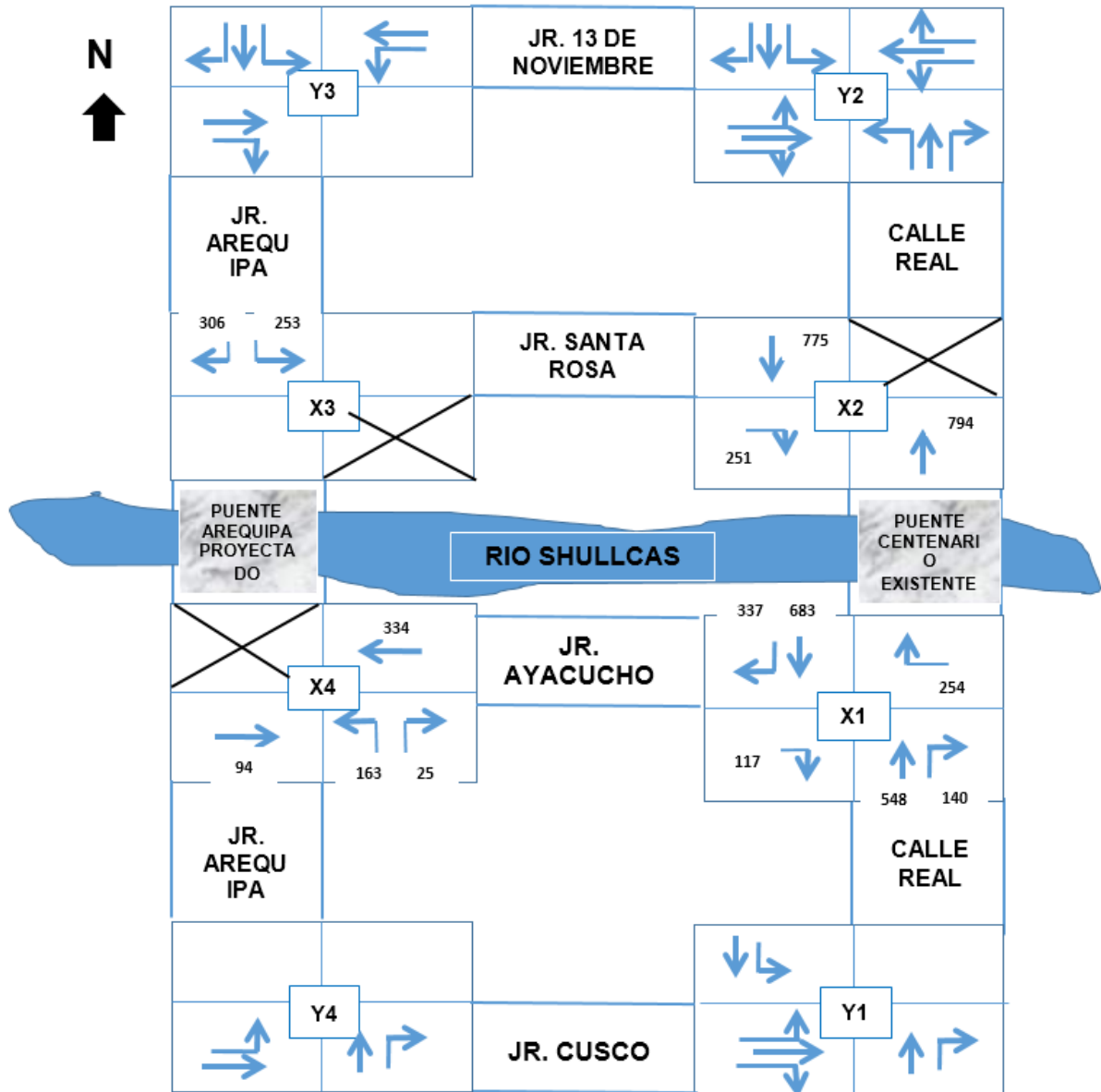


Figura 34. Esquema de giros permitidos año 2017, con volumen (UCP/h.r.) para intersecciones X1, X2, X3 y X4.

Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

4.1.6. Señalización vial

Para las vías la señalización es importante en el ordenamiento tanto vehicular como peatonal, brindando, orden, seguridad, alineamiento y regulación del tránsito vehicular.

A. Señalización Horizontal

Son usadas mayormente para regular y controlar el tránsito vehicular, complementándose con dispositivos como semáforos y señalizaciones verticales, siendo las más usadas, símbolos, letras, bordes y líneas longitudinales y transversales.

Clasificación de las demarcaciones

- Líneas Longitudinales:

El color es de vital importancia, para las demarcaciones dadas en una vía de bajo, mediano y alto tránsito vehicular.

La línea amarilla delinea las separaciones diversas del tráfico como son, borde izquierdo de vía de un solo carril, delinea las separaciones de carriles.

La línea blanca enmarca las líneas del tráfico de sentidos puestos y las zonas de estacionamientos públicos y privados.

Las demarcaciones rojas señalan vías no transitables o señal de no ser usadas.

Las demarcaciones azules señalan zonas de parque para personas con alguna discapacidad física.

Las dimensiones de las líneas longitudinales deben ser de 100 a 150 mm de ancho. Se tienen las líneas continuas que prohíben y las líneas segmentadas que indican una condición permisiva.

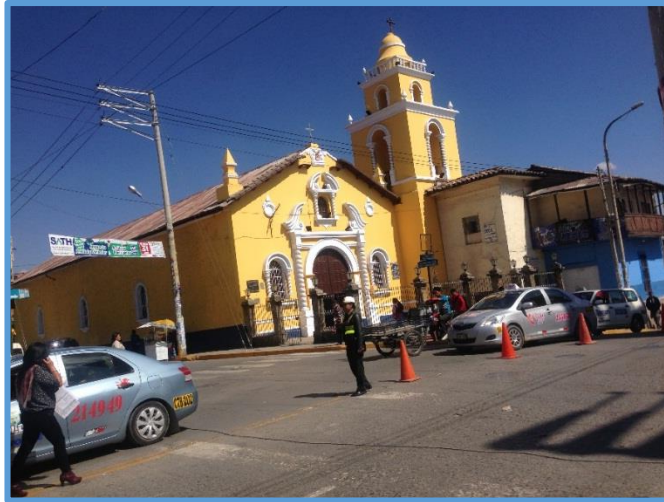
- Líneas Transversales:

Color de línea utilizadas es blanco, usadas mayormente para señales como ceda el paso, pare, cruce peatonal, enmarcaciones de parqueo y cambio de velocidades.

Las señales de cruces peatonales anticipan a los usuarios o conductores del cruce de personas en la vía pública, ya que no se usan señales de pare.

Las líneas de pare y ceda el paso deben ser ubicadas a 1.2 m antes y paralelamente a la línea de cruce de peatones más próxima, excepto las líneas de ceda el paso ubicadas a mitad de cuadra. Si no existen líneas peatonales, las líneas de Pare o ceda el paso debería ser ubicadas en el punto deseado de Pare o ceda el paso, teniendo en cuenta que no deben a esta a más de 9 m y menos de 1.2 m del filo de la vía interceptada.

A continuación, se explicará sobre la señalización horizontal para las cuatro intersecciones. En casi todos los casos no se aprecian con claridad las señales de color blanco y amarillo; las señales horizontales blancas longitudinales segmentadas sirven de canalización de tránsito, Mientras que las señales transversales blancas sirven de canalización el paso peatonal (Cebra Peatonal). Estas deberían estar en condiciones adecuadas para el acceso peatonal y evitar accidentes, se pueden apreciar que en algunas intersecciones existen señales horizontales, pero en condiciones inadecuadas por falta de mantenimiento. (Ver fotografía 16).



Fotografía 16. Líneas longitudinales y Transversales
Fuente: Elaboración propia

También, en el acceso al Jr. Arequipa y Psj. Santa Rosa la señalización del sentido del flujo está señalando al revés poniéndose a producir accidentes, además las señales se encuentran borrosas a consecuencia del uso y de las condiciones climáticas por lo que estaría faltando un mantenimiento adecuado de la intersección. (Ver fotografía 17)

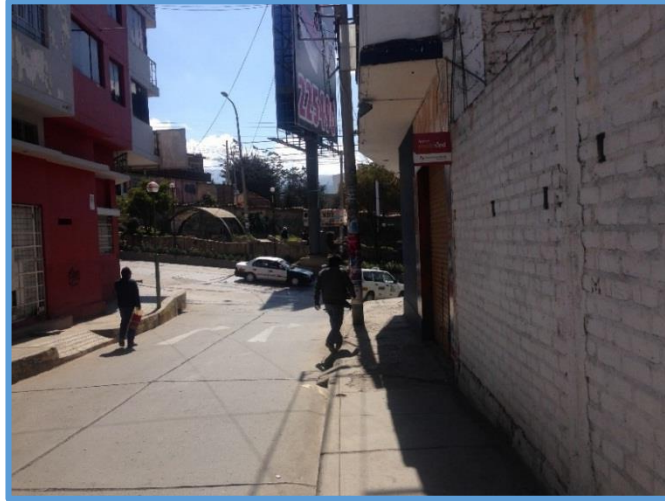


Fotografía 17. Señalización del sentido de flujo vehicular
Fuente: Elaboración propia

En el acceso a la calle real y Jr. Santa Rosa las señalizaciones transversales y del sentido del flujo se encuentran borrosas más también

no existe una línea divisoria longitudinal para poder separar los carriles.

(Ver fotografía 18)



Fotografía 18. Señalizaciones horizontales del flujo borrosas
Fuente: Elaboración propia

En el acceso del Jr. Arequipa y Jr. Ayacucho las señalizaciones transversales de paso peatonal y del sentido del flujo se encuentran borrosas además la carpeta asfáltica del Jr. Arequipa se encuentra erosionada pudiéndose producir accidentes. (Ver fotografía 19)



Fotografía 19. Existe señalización peatonal borrosa
Fuente: Elaboración propia

B. Señalización Vertical

Viene a ser un controlador de tráfico importante, señalando, anticipando y advirtiendo a los conductores o usuarios de las vías de los que acontece más adelante, controlando el tráfico de la mejor manera.

Clasificación de la señalización vertical

De acuerdo con su función:

- **Señales reglamentarias:** Brindan informaciones preventivas acerca de las vías, con simbología y descripción de lo que acontecerá más adelante, su desobediencia de estas conlleva a una infracción a las normas del tránsito.
- **Señales preventivas:** teniendo como objetivo advertir a los usuarios acerca de los riesgos naturales que se pueden presentar más adelante.
- **Señales de guía:** Brindan información acerca de destinos, distancias y direcciones.
- **Señales de servicios generales, turísticas y recreativas:** Brindan datos acerca de lugares turísticos, recreativos, geográfica y cultural.
- **Señales y dispositivos para trabajos en la vía y propósitos especiales:** Se utilizan para advertencia de trabajos especiales o de mantenimiento que se pueden estar haciendo en las vías públicas, tanto para los usuarios y los trabajadores.

En la Calle Real y Jr. Ayacucho se aprecian señales verticales como señales preventivas de advertencia sobre el peso máximo de 2 toneladas para los vehículos que transitan por la vía arterial (Ver fotografía 20); señales preventivas, como el anuncio de desvíos o giro obligatorio hacia la derecha (Ver

fotografía 21), existiendo otra señal preventiva para el usuario de no girar a la izquierda para que el flujo sea fluido (Ver fotografía 22), también señal vertical de paradero prohibido para los usuarios (Ver fotografía 23) y por ultimo otra señal que prohíbe el cruce peatonal por esta zona específica de la vía (Ver fotografía 24).



Fotografía 20. Señal Preventiva de Peso Máximo
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 21. Señal preventiva de giro a la derecha
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 22. Señal preventiva de prohibido giro a la izquierda
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 23. Señal preventiva de paradero prohibido.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 24. Señal preventiva no cruzar por la pista
Fuente: Elaboración propia

En la intersección de la Jr. Arequipa y Jr. Santa rosa se aprecian señales verticales como señales preventivas de advertencia sobre cruce peatonal de escolares por esta zona determinada de la vía (Ver fotografía 25). Y otra señal vertical de prohibido estacionarse en esta zona de la vía (Ver fotografía 26).



Fotografía 25. Señal preventiva de cruce peatonal de estudiantes.
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 26. Señal preventiva de prohibido estacionarse.
Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Tipos de Vehículos

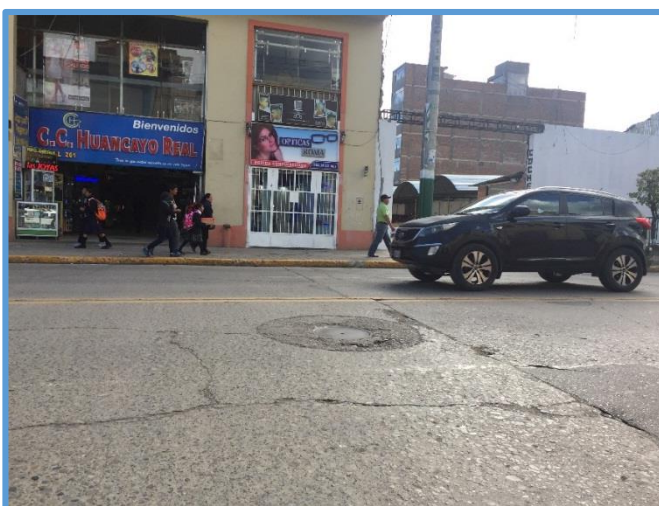
En la zona de estudio del proyecto transitan unidades de transporte privadas constantemente que a continuación se detallaran mejor.



Fotografía 27. Auto - Taxis
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 28. Camioneta
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 29. Camioneta - Privado
Fuente: Elaboración propia



Fotografía 30. Moto Lineal - Privado
Fuente: Elaboración propia

4.1.8. Aforo Vehicular

Para las intersecciones en estudio se realizó el aforo vehicular, mas no el aforo peatonal ya que el objetivo de tesis es medir la influencia en los niveles de servicio vehiculares por la construcción del Puente Arequipa, para las cuatro intersecciones: X1, X2, X3 y X4. Obteniendo una data más confiable en campo, ya que como hemos venido describiendo estas intersecciones son las que más influencia tienen con la incorporación del nuevo proyecto.

Por lo tanto los aforos vehiculares fueron realizados durante 7 días para todas las intersecciones en estudio como son X1, X2, X3 y X4, en el mes de Julio del año 2017 (lunes 03, martes 04, miércoles 05, jueves 06, viernes 07, sábado 08 y domingo 09), durante 9 horas por día cada 15 minutos según recomienda la metodología HCM 1994, estos días fueron elegidos teniendo en consideración que son los más representativos debido a que es un área donde el terreno se usa para locales de negocios, colegios, centros de recreación y hoteles, los cuales son muy visitados y concurridos en estos días. En las cuatro intersecciones aforadas se estableció los puntos de conteo. La siguiente figura muestra la localización de los puntos de aforo. (Ver figura 35).

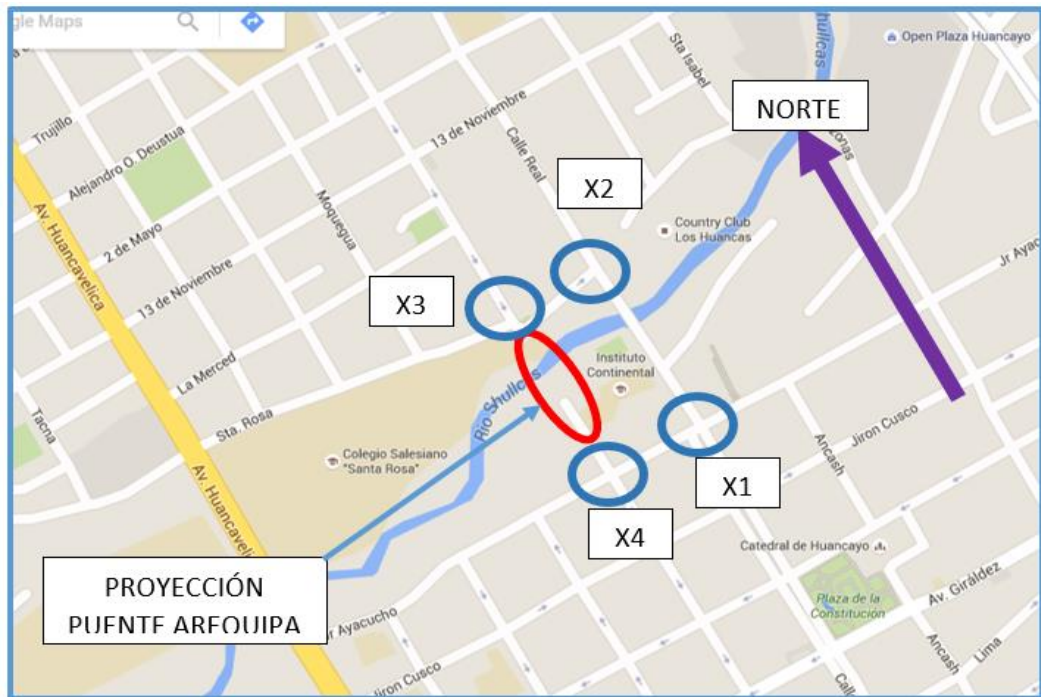


Figura 35. Puntos de Aforo vehicular
Fuente: Elaboración propia - Google Map

El obtener una información más detallada en los conteos de aforos, se utilizó el Método No-Intrusivos conteos manuales para los cuatro puntos de conteo, durante un periodo de tiempo establecido (Mañana, Tarde y Noche). La data para los conteos vehiculares se registró en fichas de aforo vehicular. (Ver Anexo 1).

Para realizar el conteo, está separado en rangos de 15 minutos según el HCM 1994, empezando a las 6:30 am hasta las 9:30 am por las mañanas, mientras que por la tarde se empezó el conteo vehicular a las 12:00 pm hasta las 3:00 pm y terminando el conteo por la noche en el horario de 6:00 pm hasta las 9:00 pm. La data estará dividida por carriles, cantidad de ingresos. Tomándose en cuenta, auto, camioneta, Buses/Camiones, y motos. Luego haremos la conversión a autos directos equivalentes ADE según la tabla 10. Finalmente, con todos estos resultados se obtendrá los volúmenes máximos para cada punto aforado.

4.1.9. Capacidad Vehicular en las Intersecciones

Viene hacer la máxima cantidad de vehículos que transitan por un punto o segmento de vía, dentro de un periodo de tiempo establecido. Se sabe también que, en las cuatro intersecciones transitan vehículos de transporte terrestre. Entonces, en primera instancia se obtuvo un volumen dentro de la hora pico, el software sistematiza una modelación para autos livianos. Amplificándose los valores dependiendo el tipo de vehículo, con la tabla de Equivalencia de Unidad de Coche Patrón (UCP) o llamada también Autos directamente equivalentes (ADE), brindada por la Gerencia de Transporte Tránsito de Huancayo. Ver tabla 10.

Tabla 10.
Tabla de Equivalencias (ADE)

Tipo de Vehículo	Factor UCP
Auto	1.00
Taxi	1.00
A. Colectivo	1.00
Camioneta Rural	1.30
Microbús	2.00
Ómnibus Interprovincial	3.50
Camión	3.00
Vehículos Menores	0.40

Fuente. - PDU-MPH

Con los datos obtenidos por la tabla 10 determinándose la hora pico y las capacidades de ingreso, para un flujo mixto y amplificado con los factores ya presentados, para la data siguiente se usarán los datos de los volúmenes amplificados. Para las tablas que se encuentran más adelante, se muestran los volúmenes máximos para cada día, acceso, dentro de la hora pico.

La tabla 11, muestra los resúmenes de los aforos del día lunes a Domingo, donde se muestra los volúmenes máximos en las horas pico para el

flujo vehicular, como se muestra el máximo volumen es del día viernes para la intersección de la Calle Real con Jr. Ayacucho con un volumen mixto de 1901 veh/h y volumen ADE de 2079 veh/h.

Tabla 11.
Resumen de aforo Intersección Calle Real con Jr. Ayacucho

Acceso	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE
Norte	763	841	769	844	771	800	668	707	927	1020	747	781	613	642
Sur	660	715	719	766	674	707	713	768	633	688	764	811	685	747
Este	295	342	266	287	223	245	234	242	245	254	308	327	252	269
Oeste	59	84	57	81	34	50	38	58	96	117	55	75	45	64
TOTAL	1777	1982	1811	1978	1702	1802	1653	1775	1901	2079	1874	1994	1595	1722

Fuente: Elaboración propia

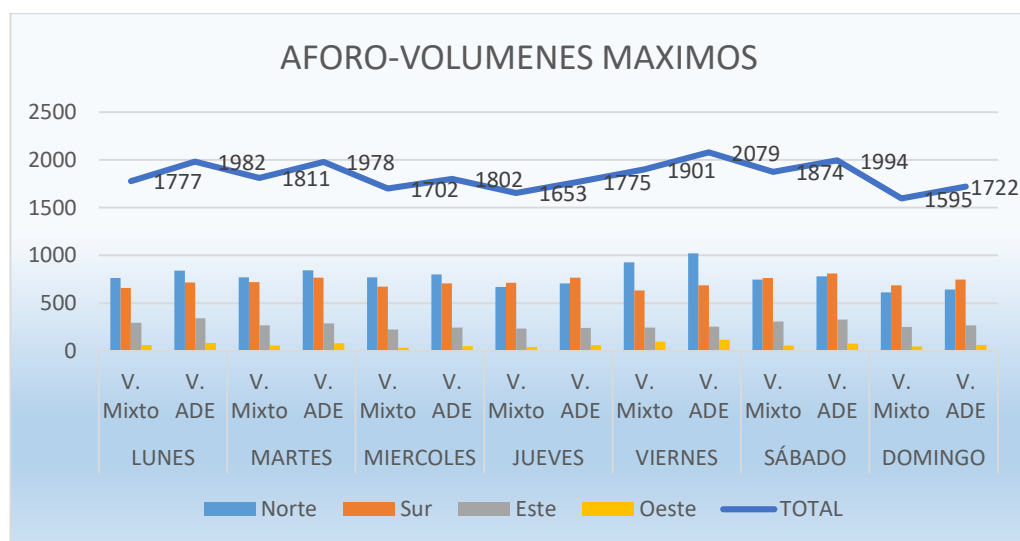


Gráfico 6. Resumen de aforo Intersección Calle Real con Jr. Ayacucho
Fuente: Elaboración propia

La tabla 12, muestra los resúmenes de los aforos del día lunes a Domingo, donde se muestra los volúmenes máximos en las horas pico para el flujo vehicular, como se muestra el máximo volumen es del día viernes para la intersección de la Calle Real con Jr. Santa Rosa con un volumen mixto de 1677 veh/h y volumen ADE de 1820 veh/h.

Tabla 12.
Resumen de aforo Intersección Calle Real con Jr. Santa Rosa

Acceso	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE
Norte	596	628	606	642	547	575	690	721	736	775	687	726	571	594
Sur	643	687	581	614	636	699	683	707	730	794	667	733	528	540
Oeste	331	359	197	236	227	249	198	235	211	251	223	249	212	235
TOTAL	1570	1674	1384	1492	1410	1523	1571	1663	1677	1820	1577	1708	1311	1369

Fuente: Elaboración propia

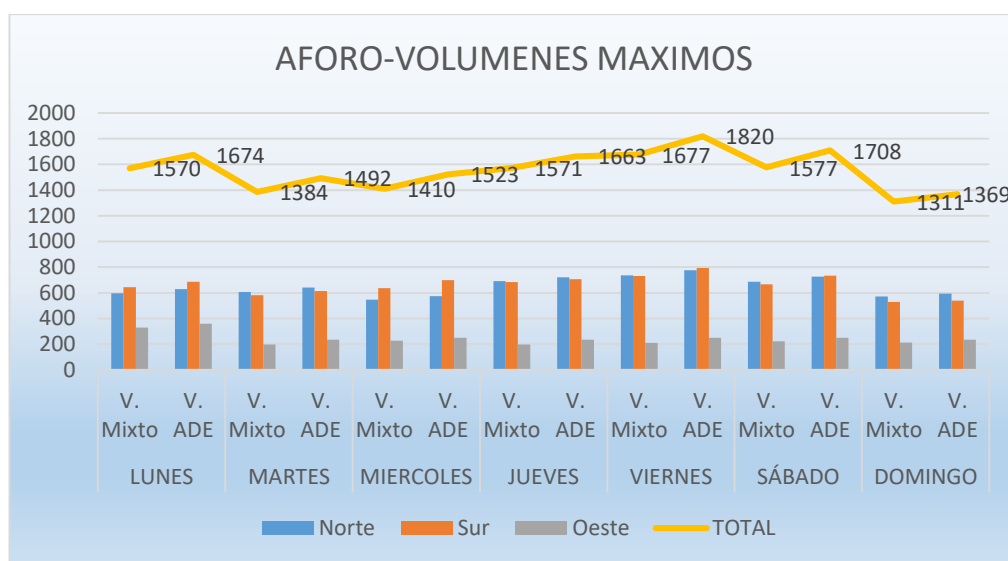


Gráfico 7. Resumen de aforo Intersección Calle Real con Jr. Santa Rosa
Fuente: Elaboración propia

La tabla 13, muestra los resúmenes de los aforos del día lunes a Domingo, donde se muestra los volúmenes máximos en las horas pico para el flujo vehicular, como se muestra el máximo volumen es del día lunes para la intersección de la Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa con un volumen mixto de 507 veh/h y volumen ADE de 559 veh/h.

Tabla 13.
Resumen de aforo Intersección Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa

Acceso	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE
Norte	507	559	408	444	317	387	328	373	434	467	428	453	292	350
TOTAL	507	559	408	444	317	387	328	373	434	467	428	453	292	350

Fuente: Elaboración propia

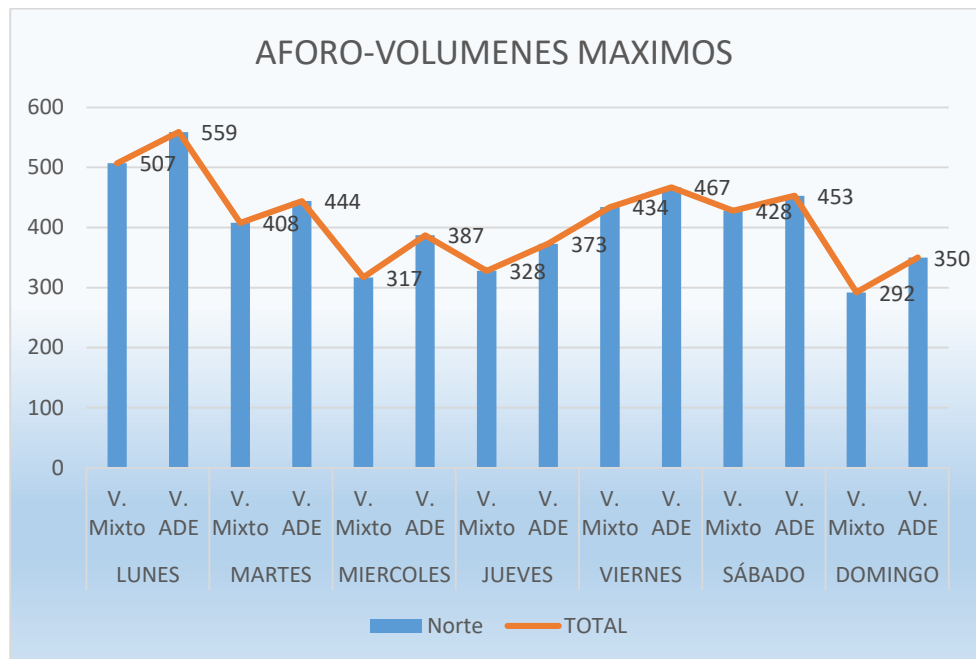


Gráfico 8. Resumen de aforo Intersección Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa
Fuente: Elaboración propia

La tabla 14 muestra los resúmenes de los aforos del día lunes a domingo, donde se muestra los volúmenes máximos en las horas pico para el flujo vehicular, como se muestra el máximo volumen es del día lunes para la intersección de la Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho con un volumen mixto de 565 veh/h y volumen ADE de 616 veh/h.

Tabla 14.
Resumen de aforo Intersección Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho

Acceso	LUNES		MARTES		MIERCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE	V. Mixto	V. ADE
Sur	156	188	139	168	172	235	126	159	155	183	128	154	135	164
Este	316	334	207	221	181	189	220	229	218	254	231	249	150	159
Oeste	93	94	47	55	42	52	74	81	59	74	78	95	60	69
TOTAL	565	616	393	444	395	476	420	469	432	511	437	498	345	392

Fuente: Elaboración propia

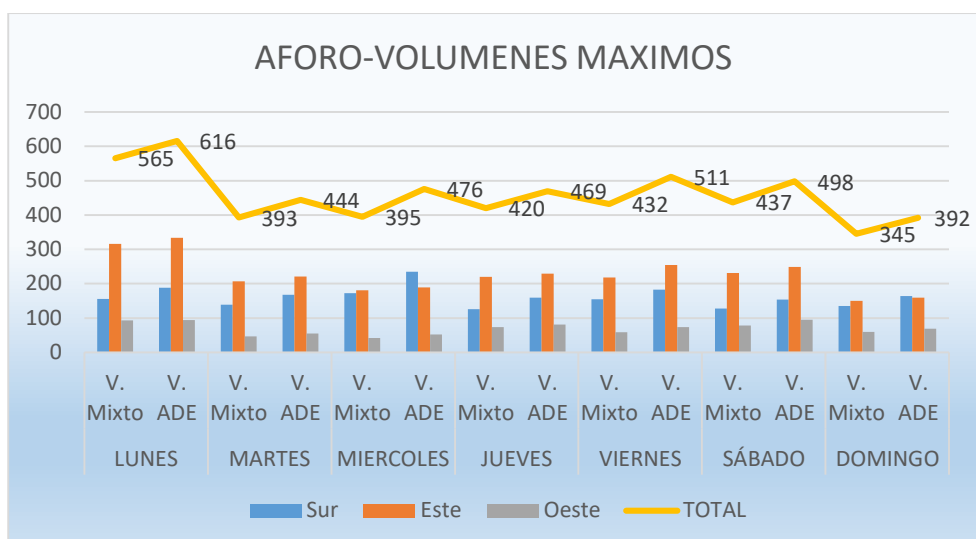


Gráfico 9. Resumen de aforo Intersección Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho
Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.

Resumen de aforo del día más Crítico de Cada Intersección año 2017

Intersección	Acceso	Hora Inicio	Hora Fin	Volumen Mixto	Volumen ADE
X1	Tabla resumen de aforo del día viernes				
	Norte	19:45	20:45	927	1020
	Sur	20:00	21:00	633	688
	Este	18:45	19:45	245	254
	Oeste	08:00	09:00	96	117
X2	Tabla resumen de aforo del día viernes				
	Norte	19:00	20:00	736	775
	Sur	19:30	20:30	730	794
	Oeste	06:45	07:45	211	251
X3	Tabla resumen de aforo del día lunes				
	Norte	19:45	20:45	507	559
X4	Tabla resumen de aforo del día lunes				
	Sur	18:45	19:45	156	188
	Este	18:45	19:45	316	334
	Oeste	18:30	19:30	93	94

Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

Para la tabla 15, los volúmenes máximos y horas pico fueron determinados luego del conteo vehicular realizado en campo para cada intersección y acceso, para las intersecciones X1, X2 los volúmenes de máxima demanda son por las mañanas, tardes y noches del día viernes principalmente la Calle Real por ser una vía arterial principal entre Huancayo y El Tambo, para las intersecciones X3, X4 las máximas demandas vehiculares son los lunes por las mañanas y noches.

CAPITULO V

RESULTADOS Y PRUEBA DE HIPOTESIS

6.1. Procesamiento, Análisis y Comparación de la Información año 2017, 2022, 2027 y 2037 - sin la Construcción del Puente Arequipa.

La información recopilada del diseño geométrico actual, el tipo de transporte y el aforo vehicular mencionado anteriormente, se procedió en el cálculo de los Niveles de Servicio para los años 2017, 2022, 2027 y 2037. Además, una vez obtenidos los resultados matemáticos según la metodología del HCM 1994 se corroboran con los resultados que se obtendrá con la modelación en el software Estos resultados deben ser similares; con ello, se procederá con el análisis de la tesis.

6.1.1. Calculo de la Tasa de crecimiento Vehicular

Conociendo el estado actual de las cuatro intersecciones de la zona de estudio, se calculará el Nivel de Servicio a futuro proyectado a un periodo de 10 años, para ello se utilizará la tasa de crecimiento vehicular anual proporcionada

de MPH -Gerencia de Transporte y Tránsito, además se promediará con la tasa de crecimiento vehicular departamental de Junín para obtener así una data más exacta a las condiciones reales. En la tabla 16 se muestra la tasa promedio de crecimiento.

Tabla 16.
Provincia Huancayo: Parque Automotor 2000 -2015

CLASE DE VEHICULO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	TASA PROMEDIO ANUAL
Automóvil	431	256	168	131	88	131	243	404	751	602	779	1044	5010	7338	8470	21.96%
Camión	252	92	31	25	35	24	49	82	200	223	220	179	157	254	244	-0.21%
Camioneta Panel	5	5	7	10	9	11	9	10	9	8	11	10	23	26	35	13.85%
Camioneta Pickup	68	45	30	67	66	94	172	235	362	295	432	559				-100.00%
Camioneta Rural	406	196	109	18	44	47	48	118	302	332	401	625	1502	1859	1859	10.68%
Ómnibus	30	17	1	9	4	3	4	4	10	11	13	15				-100.00%
Remolcador	47	33	10	13	6	5	0	2	7	7	1	6				-100.00%
Remolque	35	22	34	9	1	0	4	5	2	5	9	5				-100.00%
Semi Remolque	39	37	36	11	20	6	35	73	86	58	60	63				-100.00%
Station Wagon	894	908	909	557	415	537	665	891	614	878	875	531	500	527	527	-3.46%
Vehículo Menor	56	40	47	79	116	286	308	738	1206	1441	1967	3259				-100.00%
TOTAL	2263	1651	1382	929	804	1144	1537	2562	3549	3860	4768	6296	7192	10004	11135	11.21%

Fuente: Gerencia de Tránsito y Transporte - MPH

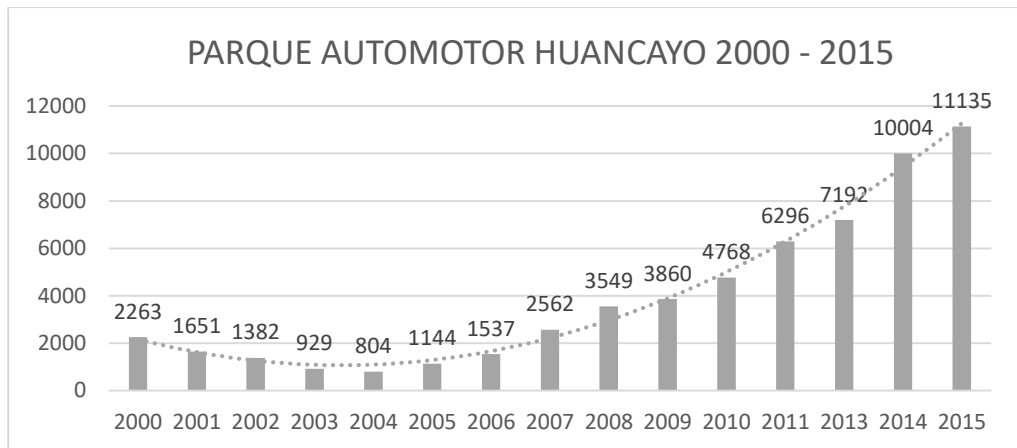


Gráfico 10. Parque Automotor Huancayo 2000 -2015
Fuente: Gerencia de Tránsito y Transporte - MPH

Según la tabla 16 se tiene una tasa de crecimiento para la provincia de Huancayo de 11.21% respectivamente, condiciones del flujo vehicular para todas las intersecciones en estudio.

$$r\% = 11.21$$

Se realizará la proyección del crecimiento vehicular utilizando la ecuación 9, debido a que el crecimiento vehicular tiende a ser exponencial según el gráfico 10.

$$P_t = P_o \times (1 + r)^n \dots\dots\dots Ecuacion (9)$$

Donde:

Pt: población futura

Po: población actual

r: tasa de crecimiento

n: número de años

Como primer ejemplo se detallará de una mejor manera los cálculos en los niveles de servicio en intersecciones no semaforizada para la intersección X1, utilizando la metodología HCM 1994.

Calculo de la capacidad de acercamiento

Para determinar la capacidad de acercamiento, se utilizará la ecuación 5 mencionada en el capítulo II. fórmula utilizada para intersecciones no semaforizadas,

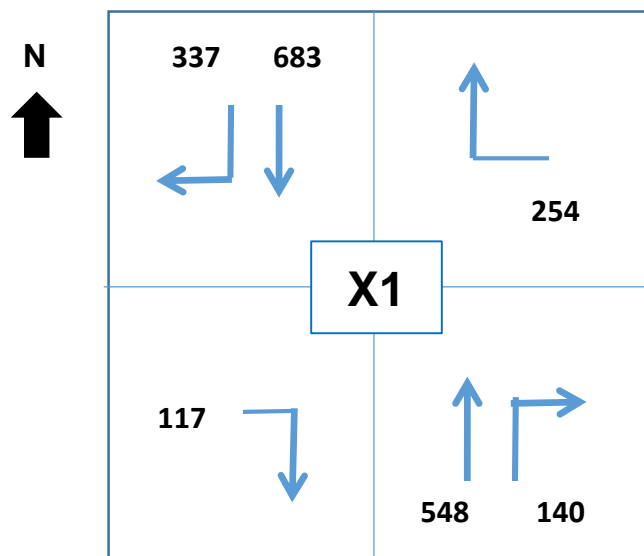


Gráfico II. Intersección X1 con distribución de giros permitidos año 2017 con volúmenes (UCP/h.r.) aforados.
Fuente. Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

$$C = 1000 \times 0.06 + 700 \times 0.12 + 200 \times 1 - 100 \times 1 - 300 \times 0\% + 200 \times 1 - 300 \times 0 + 300 \times 0.28$$

$$C = 526 \text{ veh/hr}$$

$$V = 117 \text{ veh/hr}$$

6.1.2. Calculo del Nivel de Servicio (LOS)

Para la ingeniería de tráfico, tiempo pasado se buscaba determinar cuál era la capacidad real de una vía, buscándose que la demanda vehicular estuviese por debajo de la capacidad. Hoy en día los usuarios prefieren tener un flujo de

tránsito más libre y rápido, por lo tanto, se establecieron rangos por el HCM 1994, divididos en seis rangos desde en nivel de servicio “A” hasta el nivel “F”. Según el tiempo (seg) que demoran en pasar los vehículos en una vía recta y/o intersección, en la tabla 07 se observan los niveles correspondientes. Como ejemplo de cálculo se determinará el nivel en que se encuentra la primera intersección (X1).

Utilizándose para ello la formula menciona en el capítulo II, ecuación 7.

Demora por acceso: (PARA LA INTERSECCIÓN X1)

Hacia el este: $C = 526 \text{ veh/hr}_2$ $_V = 117 \text{ veh/hr}$

$D = 2.3 \text{ seg.NS=A}$

Hacia el oeste: $C = 545 \text{ veh/hr}_2$ $_V = 254 \text{ veh/hr}$

$D = 5.9 \text{ seg.NS=B}$

Hacia el norte: $C = 640 \text{ veh/hr}_2$ $_V = 688 \text{ veh/hr}$

$D = 59.30 \text{ seg.NS=E}$

Hacia el sur: $C = 663 \text{ veh/hr}_2$ $_V = 1020 \text{ veh/hr}$

$D = 346.00 \text{ seg.NS=F}$

Demora por intersección:(PARA LA INTERSECCIÓN X1)

$$D = \frac{117 \times 2.3 + 254 \times 5.9 + 688 \times 59.3 + 1020 \times 346}{2079}$$

$D = 190.20 \text{ seg.NS=F}$

A continuación, se presentarán varios esquemas presentando las cuatro intersecciones en estudio como son X1, X2, X3 y X4. Con sus niveles de

servicio para cada una y para los años 2017, 2022, 2027 y 2037. El análisis de la información y cálculo de los niveles de servicio se determinarán utilizando dos herramientas importantes para la ingeniería en transporte y tránsito como son la metodología HCM 1994 y el software, con los resultados obtenidos a través de estas dos herramientas se podrán obtener conclusiones objetivas de todo punto de vista.

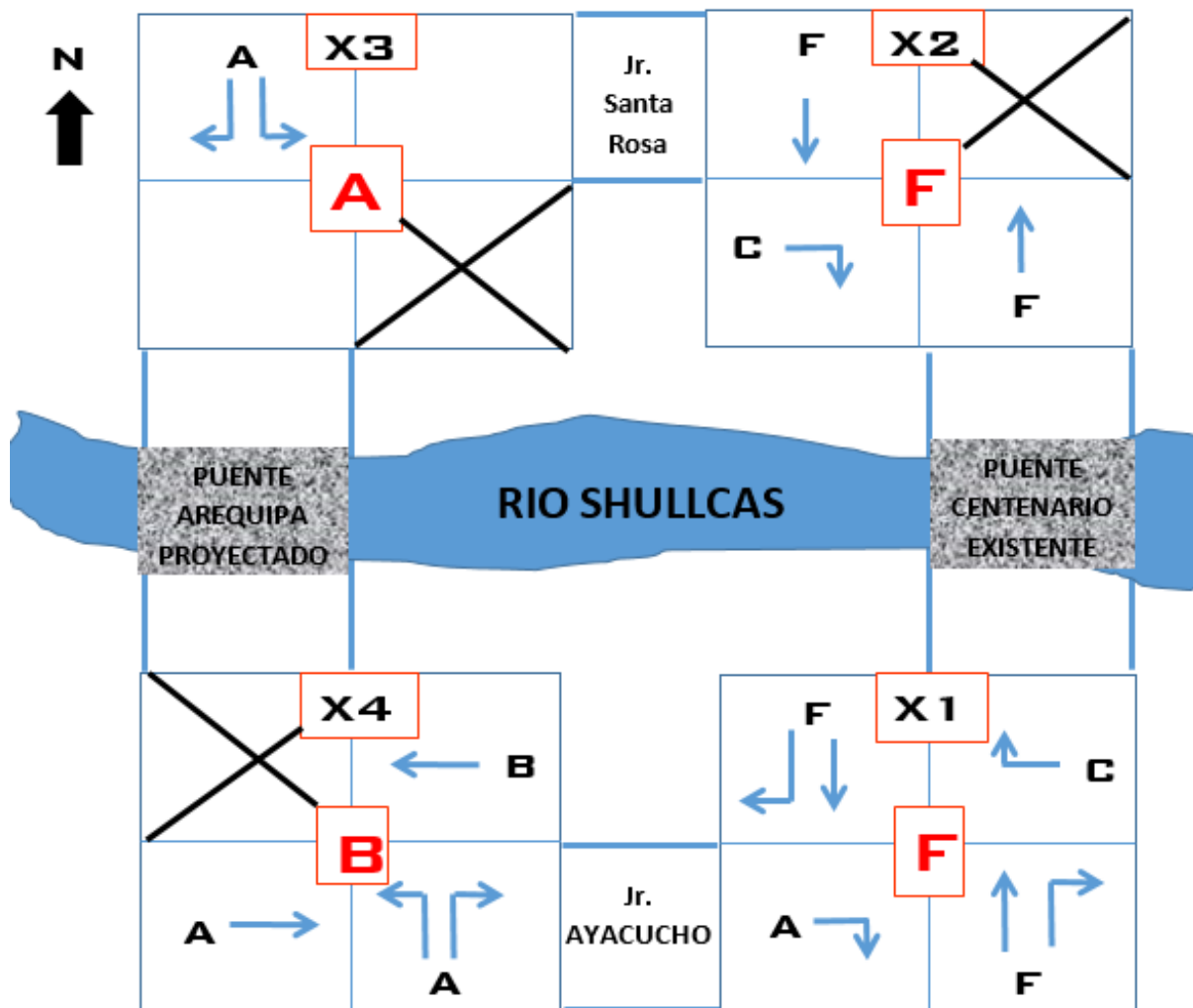


Figura 36. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2017 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.

Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

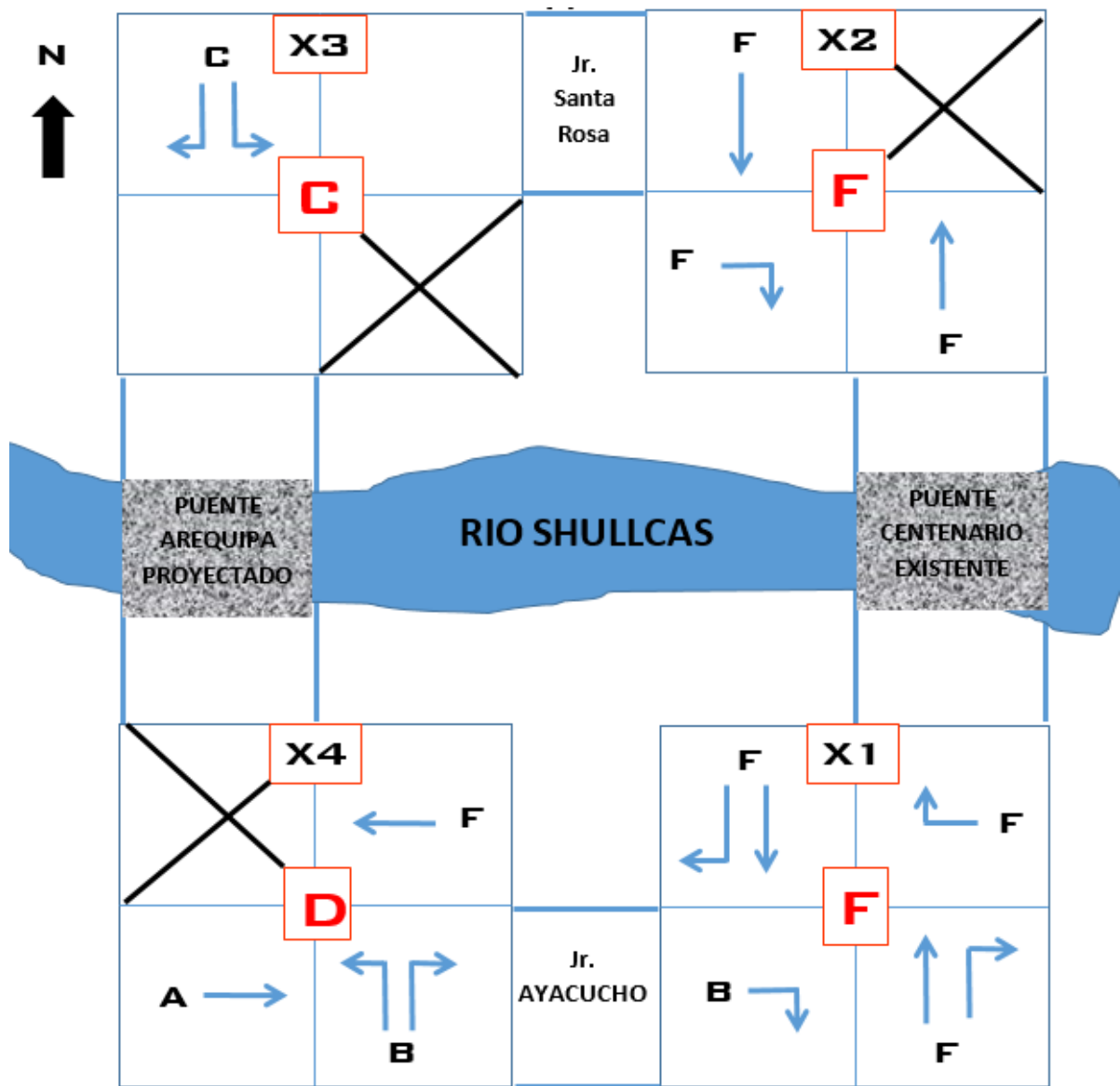


Figura 37. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2022 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.
 Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

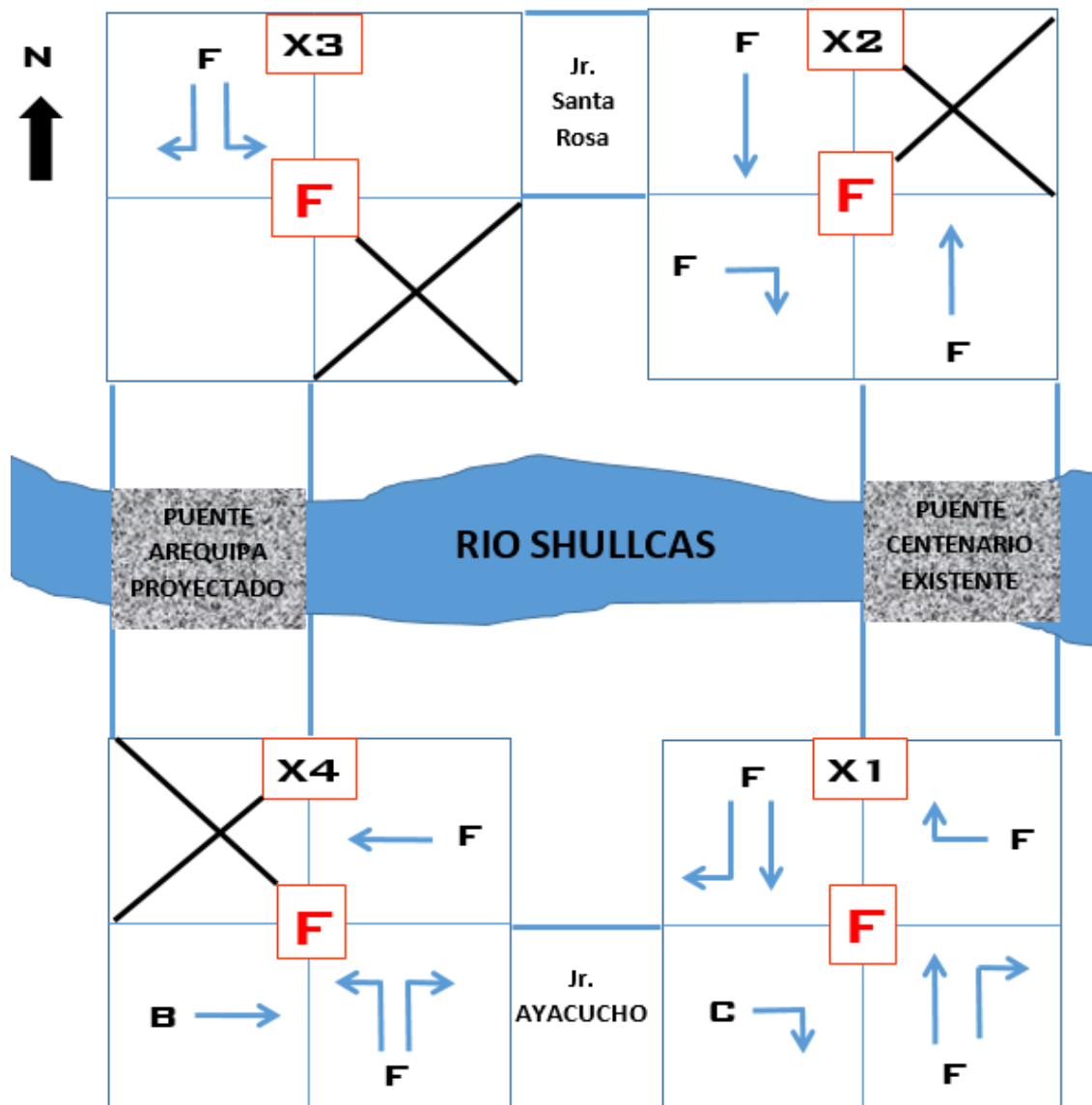


Figura 38. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2027 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.
 Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

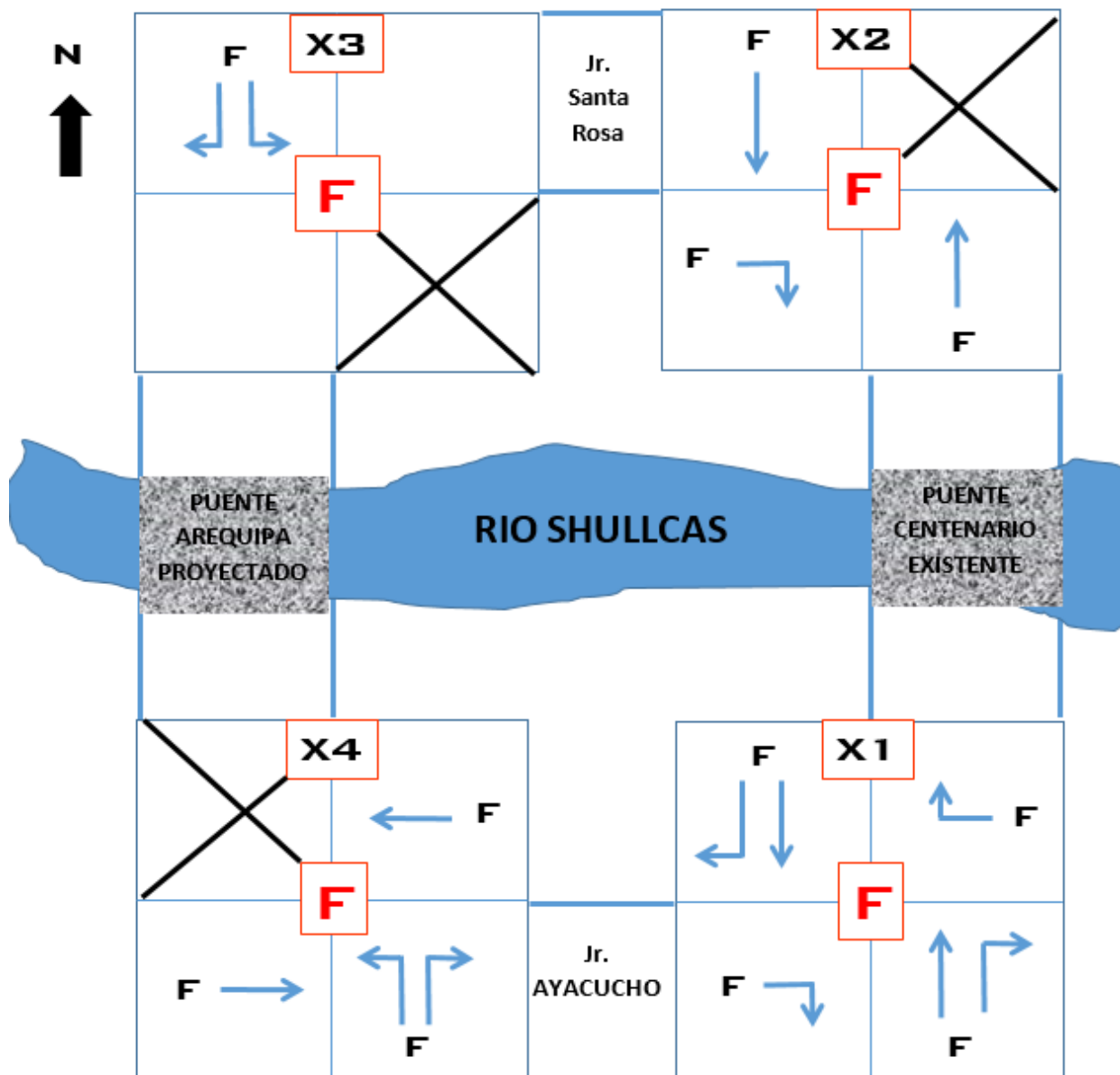


Figura 39. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2037 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.
Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

Los datos obtenidos después de haber determinado los niveles de servicio para las intersecciones en estudio X1, X2, X3 y X4. Se concluye lo siguiente, que los niveles de servicio son y serán aún más críticos con el transcurrir de los años, a consecuencia principalmente del incremento del volumen vehicular (parque automotor). Se dará un breve resumen de los resultados obtenidos, utilizando solo la metodología HCM 1994.

Tabla 17.

Comparación de Nds, sin Puente Arequipa, utilizando Metodología HCM 1994.

Niveles de Servicio (Nds) – Sin Puente Arequipa				
Intersección \ Año	X1	X2	X3	X4
2017	F	F	A	B
2022	F	F	C	D
2027	F	F	F	F
2037	F	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

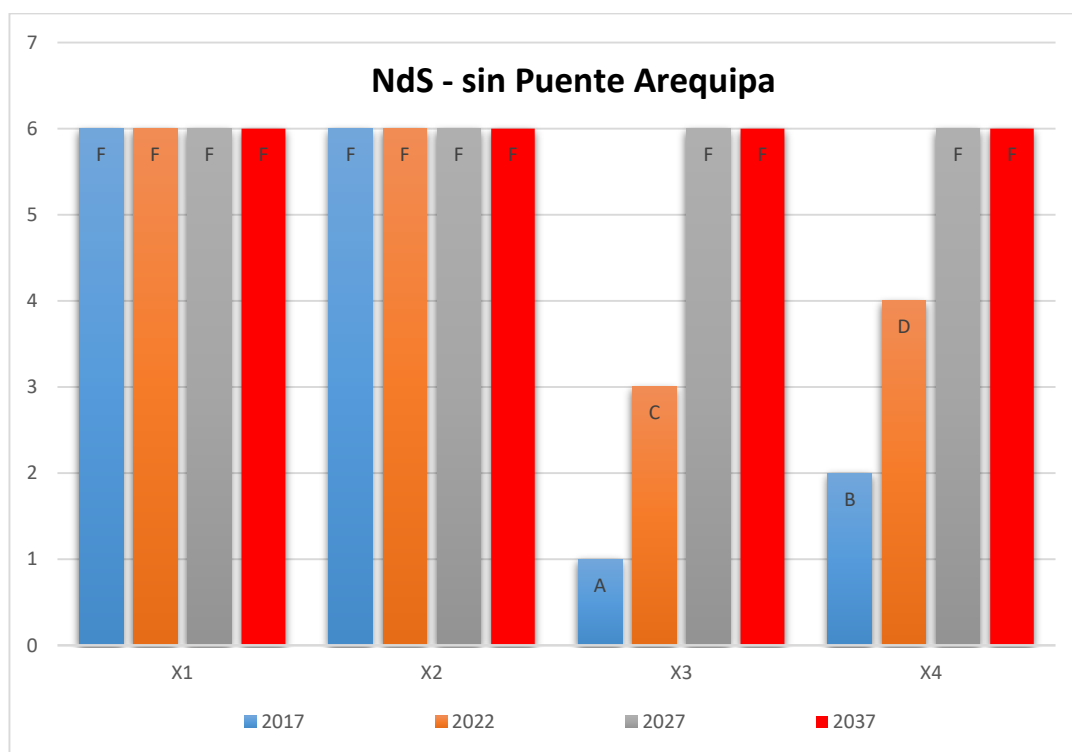


Gráfico 12. Comparación de Nds sin Puente Arequipa, utilizando Metodología HCM 1994.

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la tabla 18, podemos darnos cuenta de que los niveles de servicio para las intersecciones X1 y X2, son críticos encontrándose en una categoría de nivel “F”, teniendo largos tiempos de espera, y para las intersecciones X3 y X4, se incrementará el volumen vehicular con el transcurrir de los años, obteniendo niveles de servicio de categoría “F” para el año 2027 y 2037.

A continuación, se realizará una comparación de los cálculos analíticos con la modelación del software.

6.1.3. Resultados del proyecto utilizando el software.

6.1.3.1. Características de software.

Trafficware es una empresa Estado Unidense de los 80 fabricante de Synchro y SimTraffic, Trafficware lidera la industria del tráfico, la construcción de infraestructura de gestión para la próxima generación de ciudades inteligentes. Todos los días en todo el mundo, Trafficware avanza la calidad de vida y promueve iniciativas verdes. La compañía logra esto mediante la optimización del flujo de automovilistas y peatones tráfico mientras agilizar la llegada de los vehículos de emergencia, mantener el horario de los vehículos de transporte, y el desarrollo de productos innovadores para los caminos del futuro.

Synchro: Viene a ser un software de computadora, creado para la planificación, diseño, control y ordenamiento del tráfico vehicular en intersecciones y vías.

La información del software Synchro es admisible con el “Universal Traffic Data Format (UTDF)” usados también para CORSIM, TRANSYT-7F y HCS y por diferentes tipos de controladores y contadores digitales.

SimTraffic viene a ser parte del software Synchro, teniendo la función del modelamiento y animación del flujo vehicular en 2D y 3D.

6.1.3.2. Requisitos del Sistema Para Su Instalación.

Synchro más SimTraffic V. 8

- ✓ CPU: Procesador Intel Pentium 1GHz o procesador AMD
- ✓ Sistema Operativo: Windows XP, Windows 7, Windows 8, Windows 10
- ✓ Memoria: 4 GB de RAM mínimo
- ✓ Espacio libre en disco duro: 50MB
- ✓ Monitor: Adaptador de gráficos acelerado recomendado
- ✓ Unidad de DVD-RW/USB

3D Viewer V. 8

- ✓ CPU: Procesador Intel Pentium 1GHz o procesador AMD
- ✓ Sistema Operativo: Windows XP, Windows 7, Windows 8, Windows 10
- ✓ Memoria: 4 GB de RAM mínimo, 8GB recomendado
- ✓ Espacio libre en disco duro: 100MB
- ✓ Monitor: Adaptador de gráficos acelerado recomendado
- ✓ Unidad de DVD-RW/USB

6.1.3.3. Aplicación del software.

Se comenzará ingresando al Software, iniciando por ingresar información de las intersecciones en estudio como ancho de carril nombre vía, velocidad de diseño, sentido y volumen del tráfico, como se muestra en la figura 40.

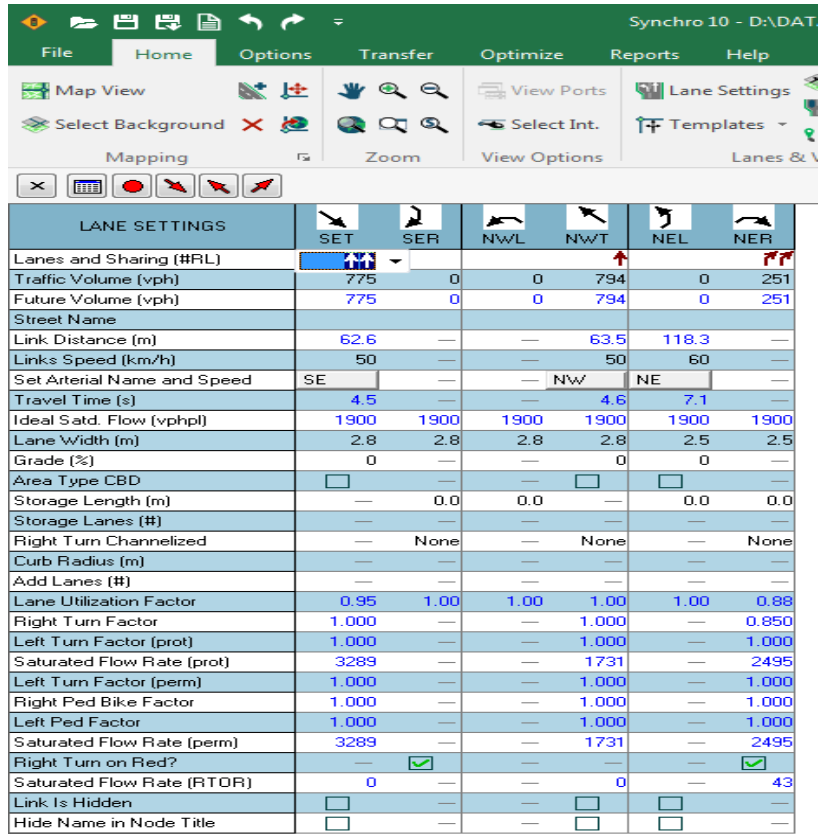


Figura 40. Ventana para el ingreso de datos empleando software.
Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

Después se ingresará al cuadro de intersecciones no semaforizadas para ingresar datos sobre el tipo de control establecido para cada intersección, mostrándose para la siguiente figura 41.

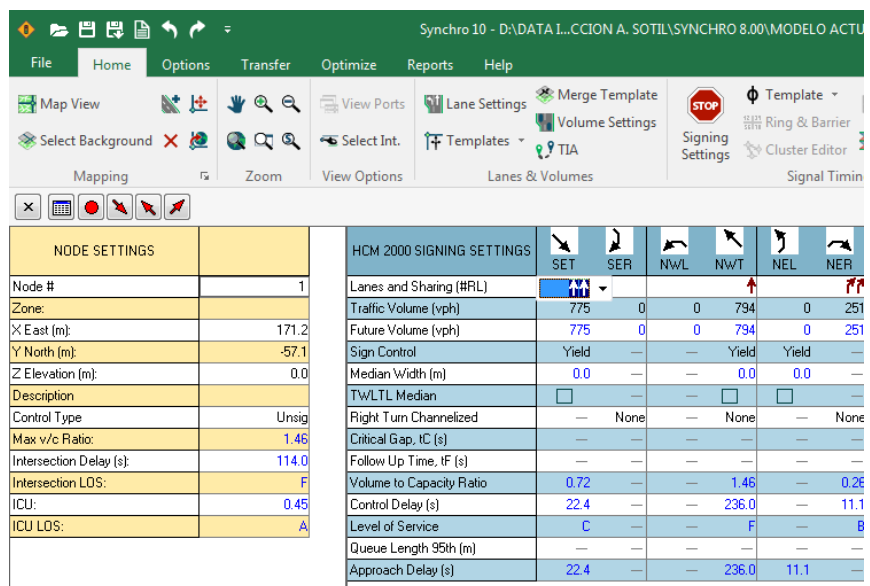


Figura 41. Cuadro para intersecciones no semaforizadas empleando software.
Fuente: Elaboración propia modelada en el software.



Figura 42. Esquema de las cuatro intersecciones, empleando software.
Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

A continuación, se presentarán esquemas generales de todas las intersecciones en estudio X1, X2, X3 y X4. Mostrándose los niveles de servicio que obtendrán las intersecciones con el transcurrir de los años, 2017, 2022, 2027 y 2037, utilizando para ello el software. para obtener datos más objetivos y contundentes, a la hora de analizar y determinar los niveles de servicio para cada intersección.

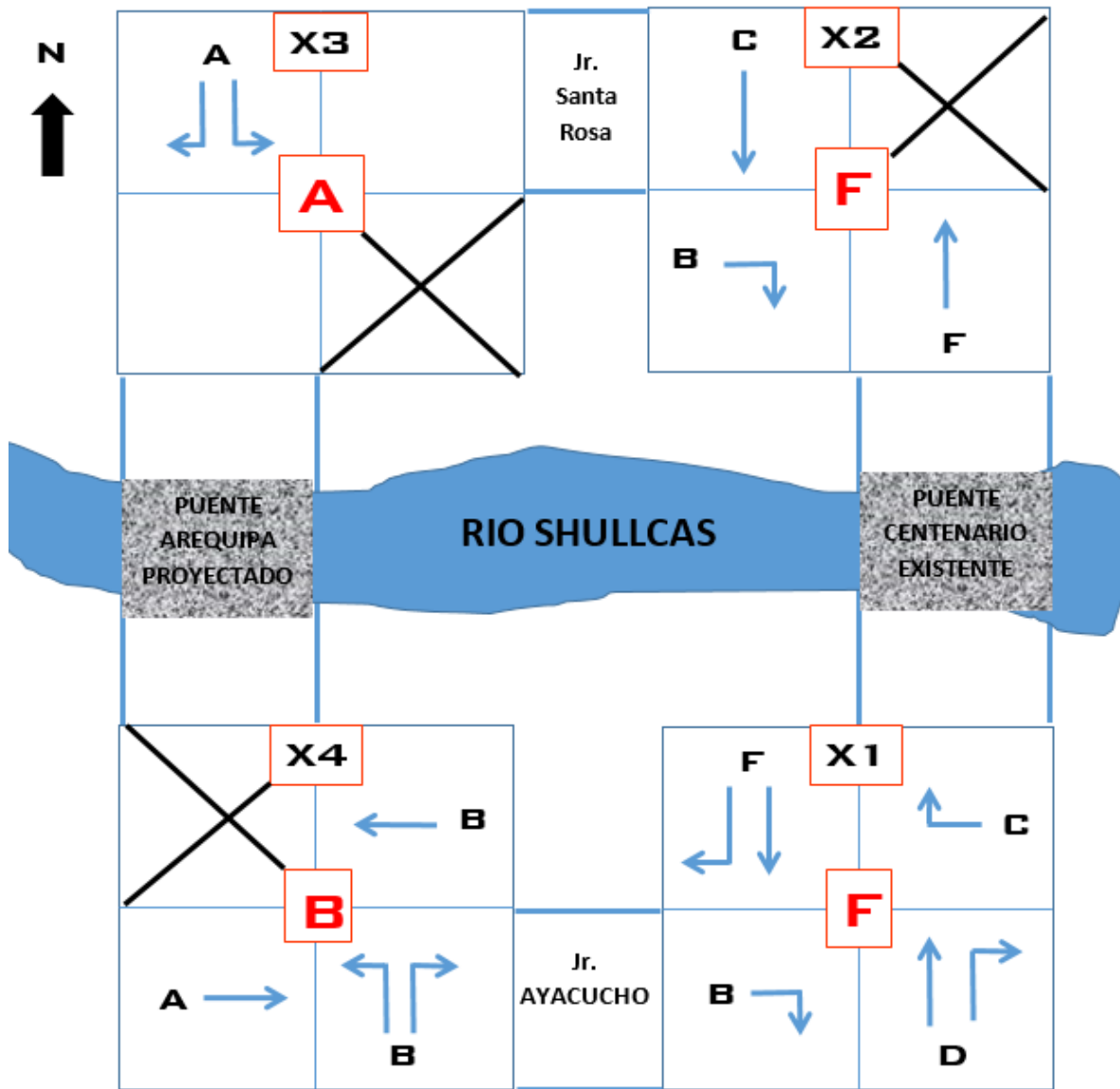


Figura 43. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2017 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.

Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

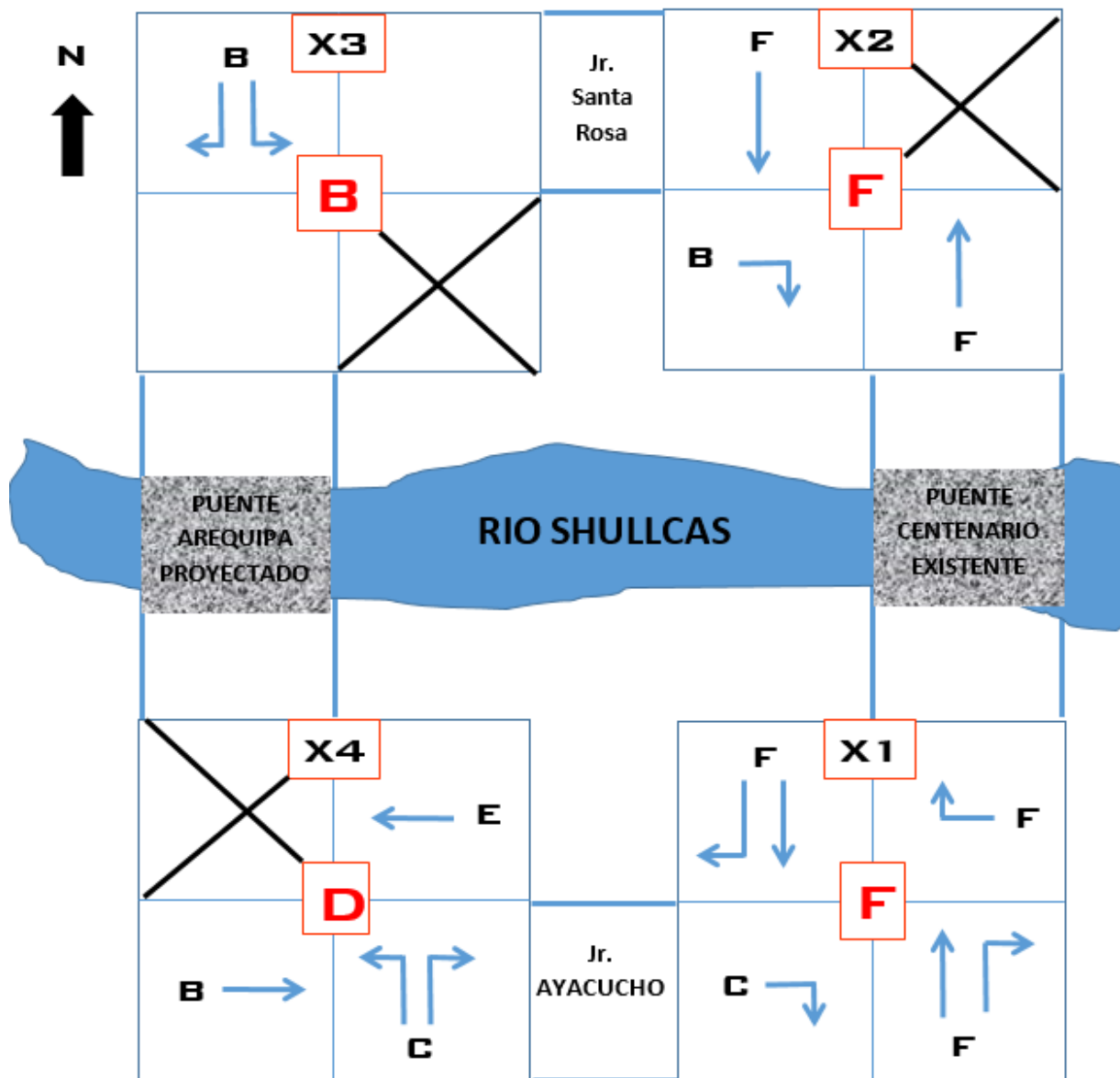


Figura 44. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2022 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.

Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

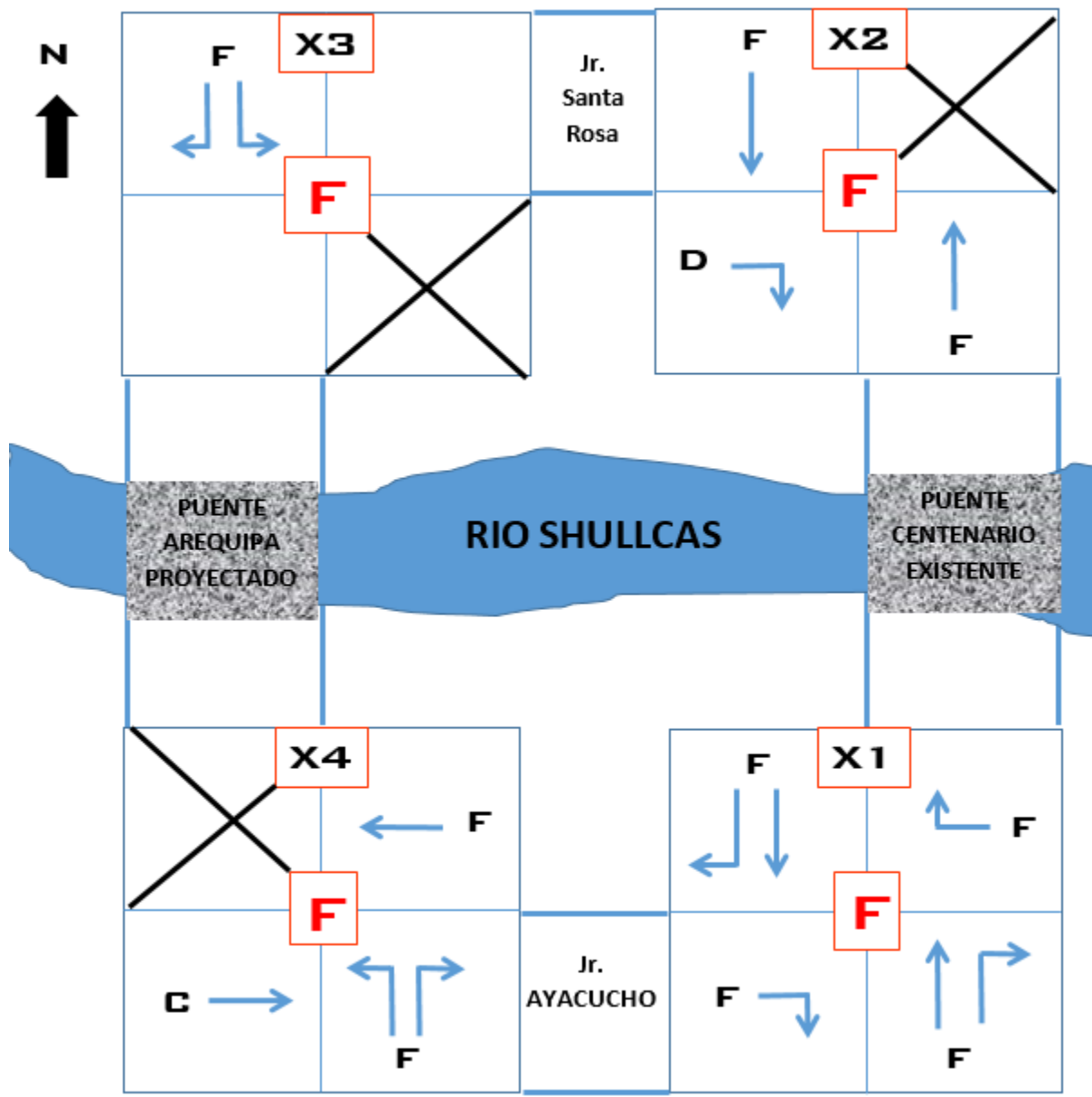


Figura 45. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2027 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.
 Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

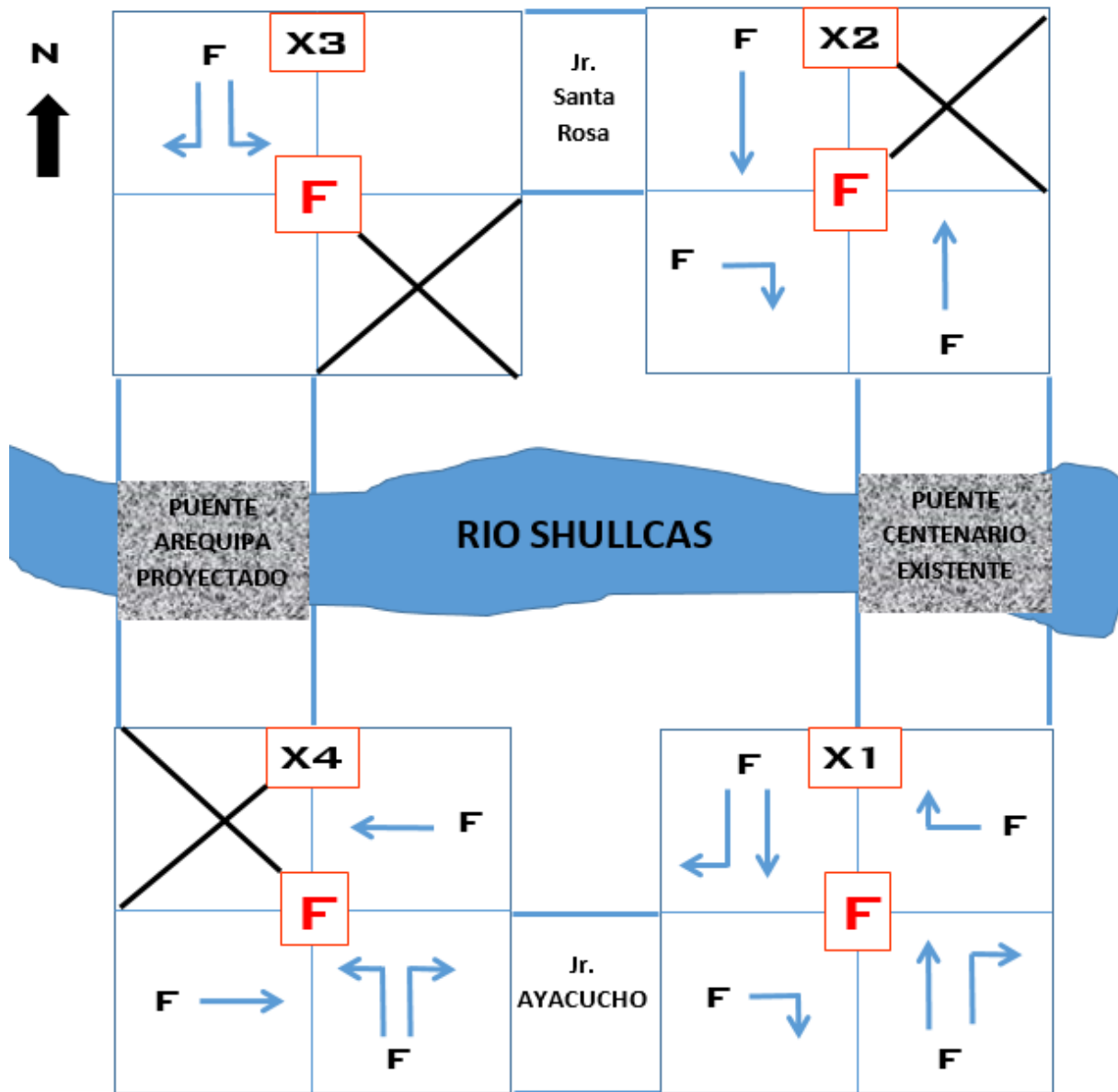


Figura 46. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2037 sin la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.

Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

En la tabla 19. Analizando datos obtenidos para los niveles de servicio con el software de simulación para las intersecciones X1 y X2 poseen altos índices de congestión vehicular estando en una categoría de nivel “F”, para las intersecciones X3 y X4 los niveles de congestión vehicular se incrementarán con el pasar de los años.

Tabla 18.
Comparación de NdS sin Puente Arequipa, utilizando software.

Niveles de Servicio (NdS) – Sin Puente Arequipa					
Año	Intersección	X1	X2	X3	X4
	2017		F	F	A
2022		F	F	B	D
2027		F	F	F	F
2037		F	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

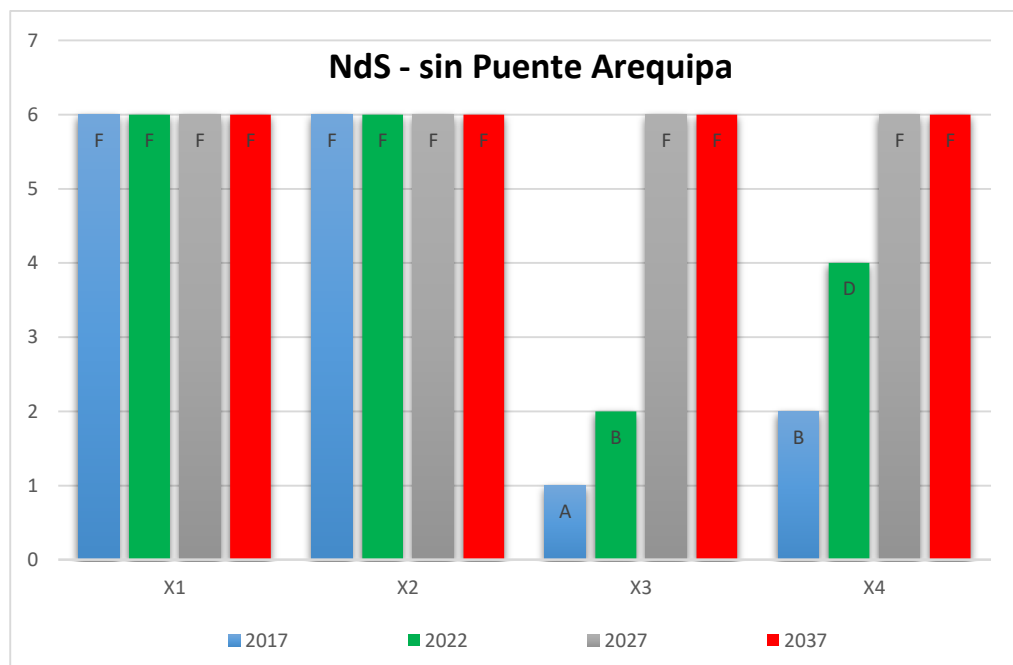


Gráfico 13. Comparación de NdS sin Puente Arequipa, utilizando software.
Fuente: Elaboración propia.

6.1.4. Comparación Nds, sin la construcción del Puente Arequipa, utilizando HCM 1994 y software

En el gráfico 15. Se hizo una comparación del cálculo analítico realizado con el método HCM 1994 y la modelación en el software, sin la construcción del Puente Arequipa - Huancayo, se corrobora que se incrementarían los tiempos de demoras y los niveles de servicio, para las intersecciones X1 y X2 presentan altos índices de congestión vehicular, en la cual se puede observar que el tránsito es alto. Y para las intersecciones X3 y X4, los tiempos de demoras se incrementan con el pasar de los años, generándose congestión vehicular.

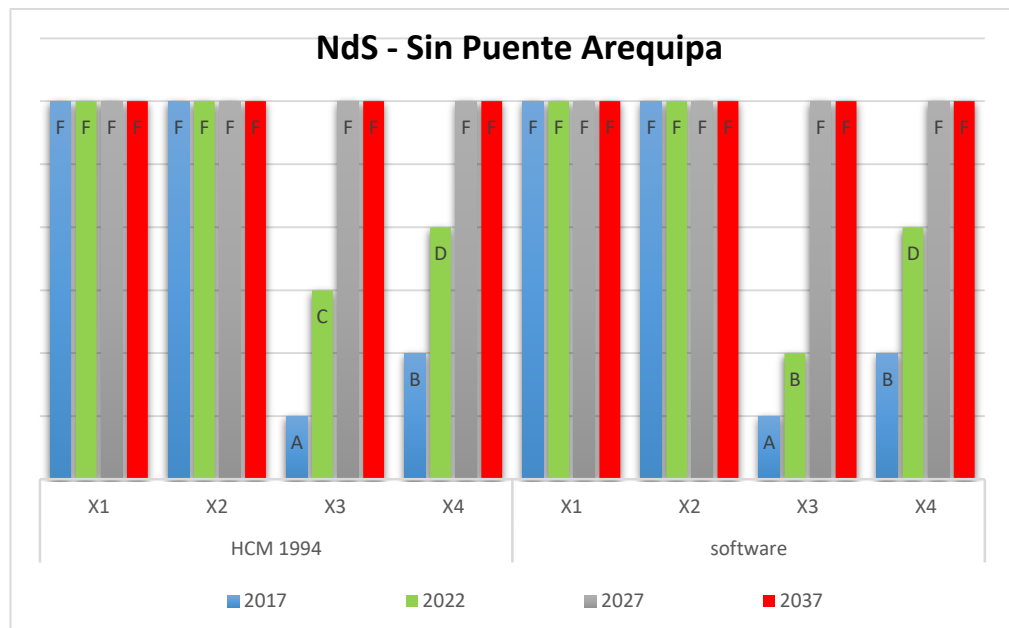


Gráfico 14. Comparación Nds sin Puente Arequipa, utilizando HCM 1994 y el software.
Fuente: Elaboración propia.

6.2. Procesamiento, Análisis y Comparación de la Información año 2022, 2027 y 2037 - Con la Construcción del Puente Arequipa.

Hecho el análisis y haber obtenido los NS de los cuatro puntos de estudio, hasta el momento sin la construcción del puente Arequipa determinamos que casi todas tienen altos niveles de saturación, por lo que de aquí en adelante y como objetivo de tesis es

determinar si los niveles de servicio van a aumentar o disminuir los tiempos de espera para las intersecciones en estudio, con la inclusión del Puente Arequipa funcionando completamente.

Para la construcción del Puente se tiene que comprar una parte del terreno que pertenece al Colegio Salesiano Santa Rosa (área sombreada), para el beneficio y la mejora en la calidad de vida de la población, como se presenta en la figura 47.

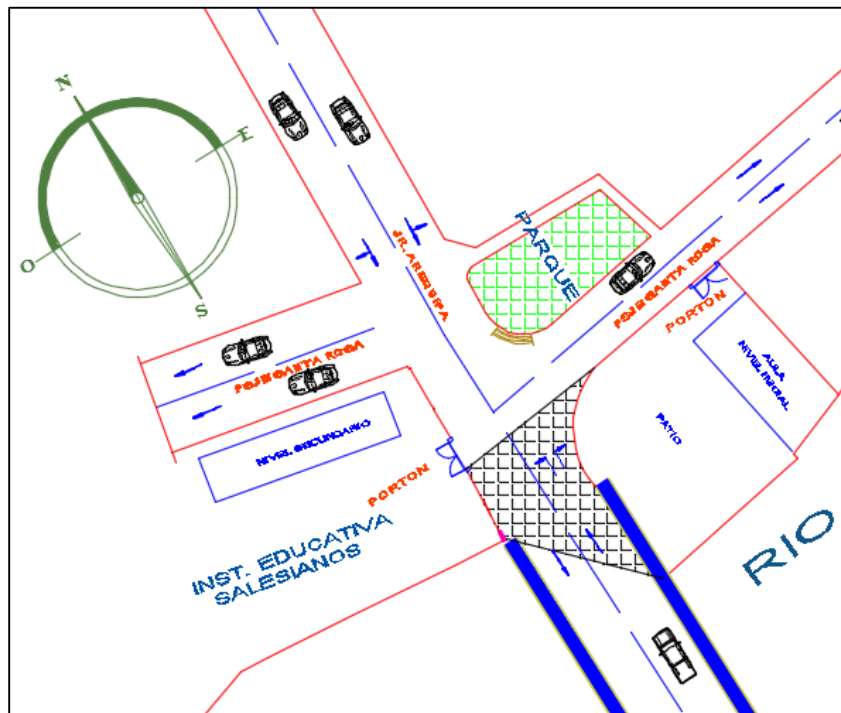


Figura 47. Proyección geométrica de la intersección X3.
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentará un breve resumen del Puente a utilizar en el Jr. Arequipa. Dándose a conocer las principales características del Puente Arequipa.

6.2.1. Puente tipo losa viga:

Superestructura:

Se considerará para esta investigación de tesis un Puente tipo losa viga, con el objetivo de conectar dos intersecciones, convirtiéndose en una vía alterna

más para los conductores y/o usuarios, mejorando el confort, comodidad, calidad de vida y mejorar la transitabilidad de los vehículos. En adelante se detallarán todas las especificaciones técnicas acerca del puente que se estaría planteando dentro de la presente investigación.

La súper estructura Consiste de:

- 04 vigas metálicas, ASTM Gr 50, con un peralte de 2,20 m
- Losa de concreto armado con ancho de calzada 9 m, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Barandas Metálicas A36 con altura =1.10 m, veredas de concreto armado, $f'c = 280$, ancho de vereda .2,40 m
- Longitud total de 60 metros
- Pendiente del 12%
- Ancho de carril de 4.50 metros
- Losa de concreto de 0.20 metros
- Capa de asfalto de 5 cm

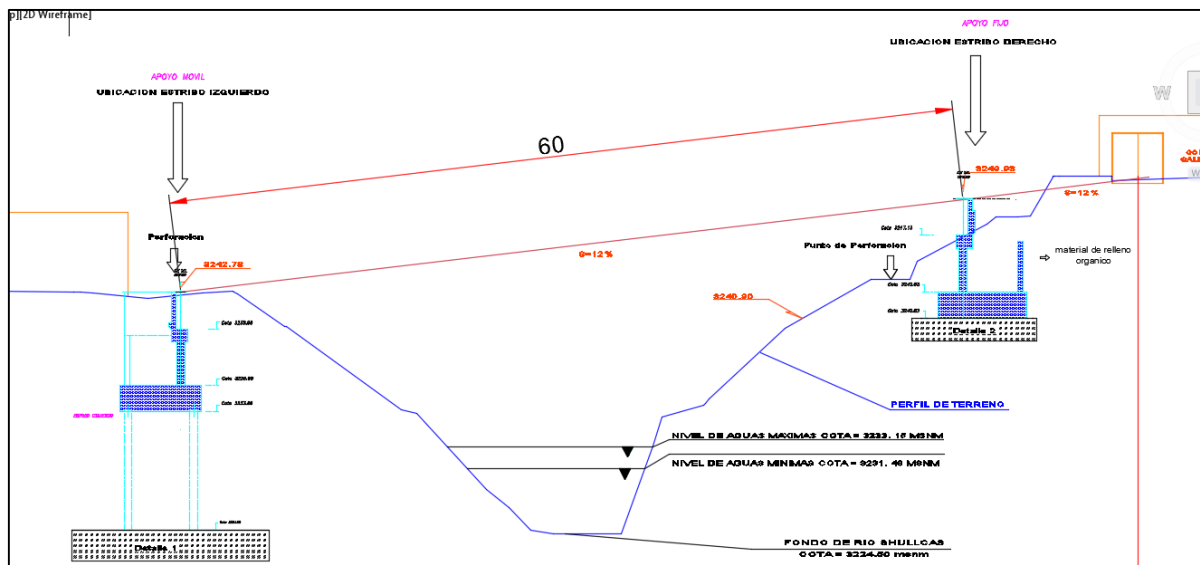


Figura 48. Perfil longitudinal del Puente Arequipa.
Fuente: Municipalidad Provincial Huancayo, gestión 2015-2018

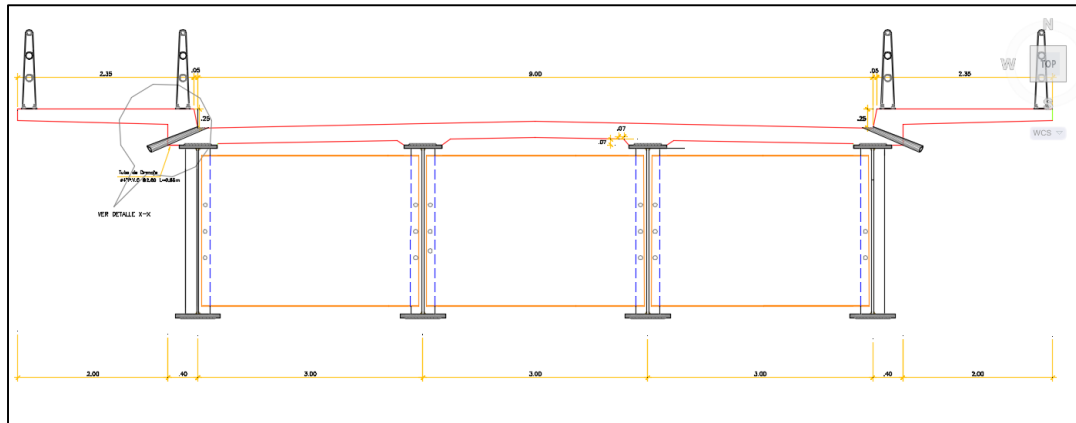


Figura 49. Sección transversal Puente Arequipa.
 Fuente: Municipalidad Provincial Huancayo, gestión 2015-2018

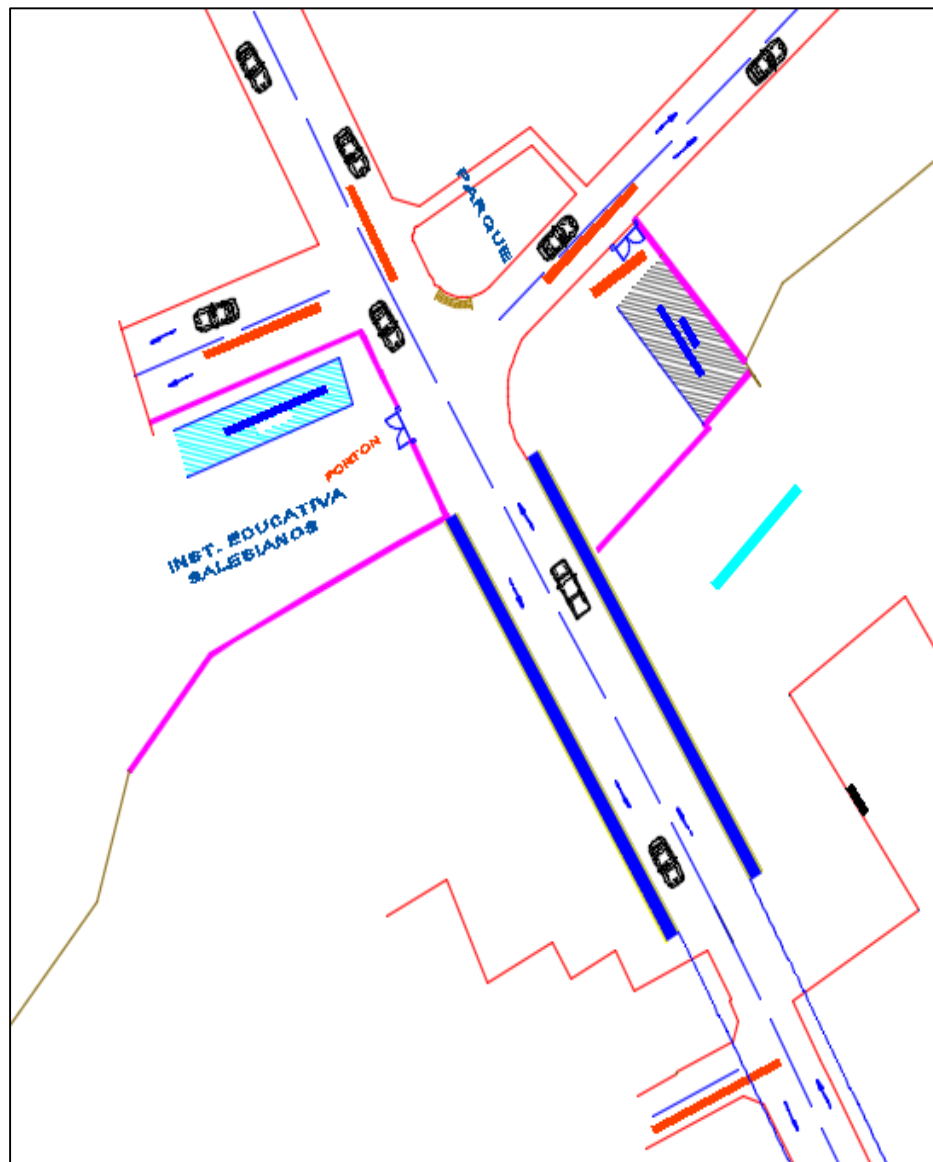


Figura 50. Vista en planta del Puente Arequipa.
 Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se hará una comparación con y sin la inclusión del puente Arequipa.

Tabla 19.
Características Técnicas del Proyecto antes y después.

Ítem	Características Técnicas del Jr. Arequipa	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
01	<u>Características de la Vía y Pavimento</u>		
	Longitud (Km)	0.13477	0.18734
	Tipo de Material de Superficie	Terreno Natural, afirmado de tierra	Pavimento Flexible
	Ancho de Calzada (m) Huancayo	7.00 - 7.20	9.00
	Ancho de Calzada (m) El Tambo	12.00	9.00
	Estado de Conservación	Malo	Bueno
	Tipo de daño	Encalaminado	Ninguno
	Ancho de Superficie de rodadura (m) Huancayo	4.60 - 4.80	9.00
	Ancho de Superficie de rodadura (m) El Tambo	9.00	9.00
	Velocidad Directriz (Km/hora)	10 – 30	30
	Pendientes Mínima y Máxima (%)	14% - 2%	2% - 12%
	Espesor de Pavimento	0.00	0.25
	Señalización	No	Si
02	<u>Veredas.</u>		
	Área de Veredas	186.05	279.75
	Estado de Conservación	Malo	Bueno
	Ancho de vereda (m) Huancayo	1.00 - 1.20	1.20
	Ancho de vereda (m) El Tambo	1.50	1.20
	Espesor de veredas (m)	0.20	0.10
	Material de veredas	Concreto	Concreto f'c=175 kg/cm2
03	<u>Puente</u>		
3.1	<u>Superestructura</u>		
	Vigas de Concreto Armado	0	4
	Longitud, Luz(m)	0	60
	Tipo de Pavimento	0	Losa de Concreto Armado
	Tipo de Barandas	0	Metálicas
3.2	<u>Subestructura</u>		
	Estribos de Concreto Armado	0	2
	Alas Laterales de Concreto Armado (m)	0	2
04	<u>Alineamiento</u>		
	N° de Predios sin Alineamiento	13	0
	Área a Alinear (m2)	509.14	0
	N° de Postes sin Alinear	13	0
05	<u>Obras de Arte</u>		
	Cunetas (m)	0	112.404
	Estado de Conservación	No Existe	Bueno
	Baden	0	3
06	<u>Impacto Ambiental</u>		
	Zona de Botaderos	No	Si

Fuente: Municipalidad Provincial Huancayo, gestión 2015-2018

El porcentaje de distribución de giros se hizo en función a la cantidad de lugares que puedan generar viajes como instituciones educativas, centros comerciales, Hospitales, etc.

6.2.2. Calculo del Porcentaje de giros Nuevos

Los porcentajes serán usados para todo cálculo hacia el futuro, para el crecimiento del parque automotor en la Provincia de Huancayo, volumen obtenido por conteo vehicular, las salidas fueron delimitadas por la Av. Huancavelica hasta Av. Ferrocarril y desde calle Breña hasta Av. Deustua.

Tabla 20.
porcentajes de giros nuevos año 2022 por la inclusión del puente Arequipa.

GIROS NUEVOS				
INTERSECCION X3				
ACCESO NORTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
F	951.0	9.0	39%	372
D		5.0	22%	207
I		9.0	39%	372
TOTAL	951.0	23.0	100%	951
ACCESO SUR				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
I	249	5	36%	89
D		9	64%	160
TOTAL	249	14	100%	249
INTERSECCION X4				
ACCESO SUR				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
F	319.0	14.0	61%	194
D		5.0	22%	69
I		4.0	17%	55
TOTAL	319.0	23.0	100%	319
ACCESO OESTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
F	160.0	5.0	33%	53
I		10.0	67%	107
TOTAL	160.0	15.0	100%	160
ACCESO ESTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
F	573.0	4.0	29%	164
D		10.0	71%	409
TOTAL	573.0	14.0	100%	573
ACCESO NORTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
D	133.0	4.0	44%	59
I		5.0	56%	74
TOTAL	133.0	9.0	100%	133

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21.
porcentajes de giros existentes año 2022 por la inclusión del puente Arequipa.

GIROS EXISTENTES			
INTERSECCION X1			
ACCESO SUR			
GIRO	V	V	%
F	1170.0	932.0	80%
D		238.0	20%
TOTAL	1170.0	1170.0	100%
ACCESO NORTE			
GIRO	V	V	%
F	1170.0	1157.0	67%
D		573.0	33%
TOTAL	1170.0	1730.0	100%

Fuente: Elaboración propia.

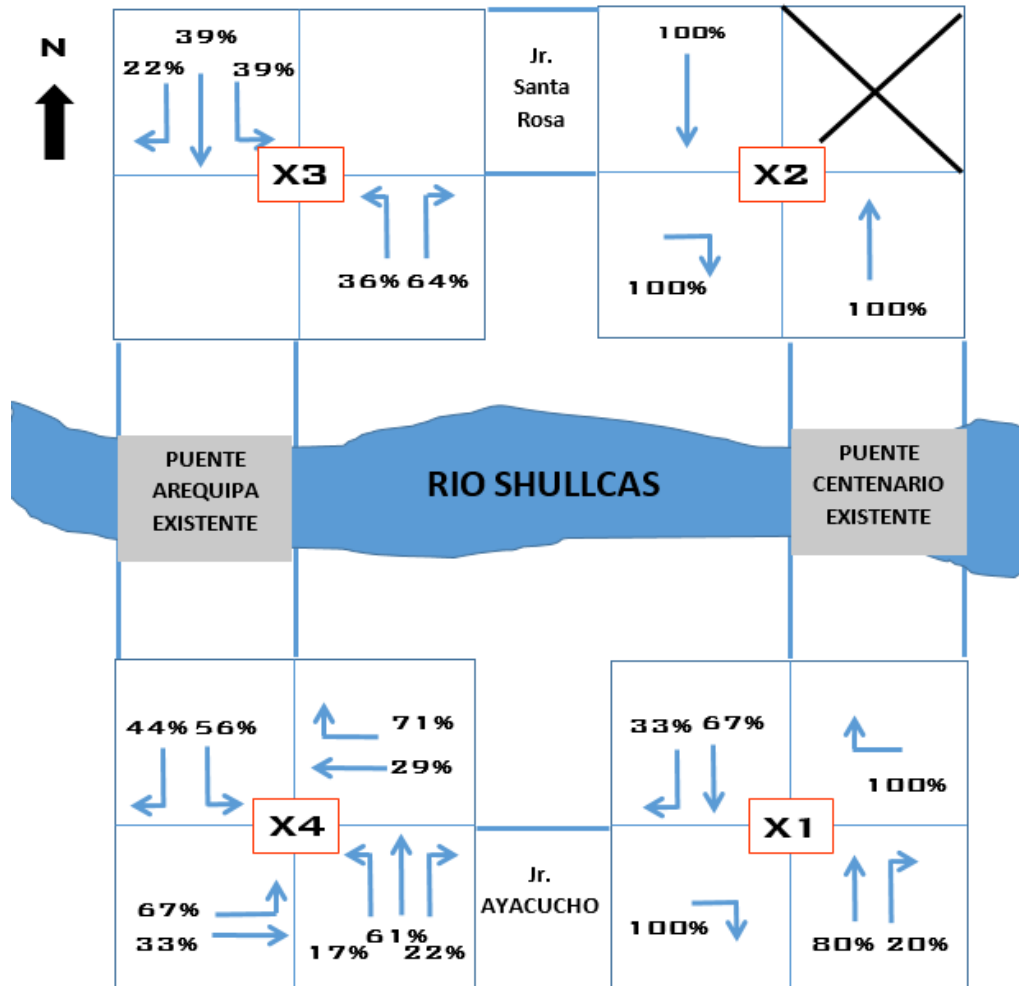


Figura 51. Porcentaje de giros nuevos, con la construcción del Puente Arequipa
 Fuente: Elaboración propia.

6.2.3. Cálculo Nivel de Servicio utilizando la Metodología HCM 1994

Se determinarán los niveles de servicio para las cuatro intersecciones en estudio como son X1, X2, X3 y X4, utilizando la metodología HCM 1994, con la construcción del Puente Arequipa durante los años 2022, 2027 y 2037, funcionando al 100% en toda su totalidad.

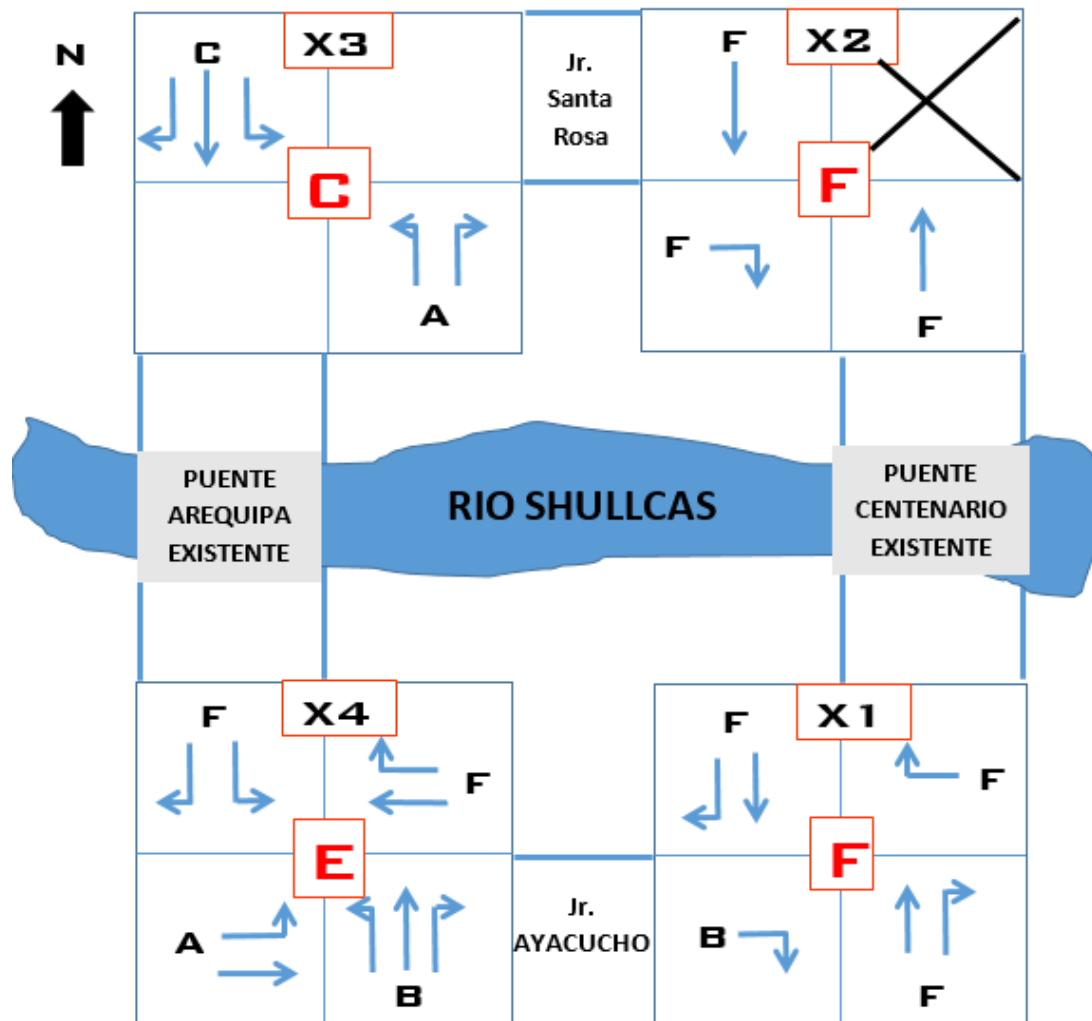


Figura 52. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2022 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.

Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

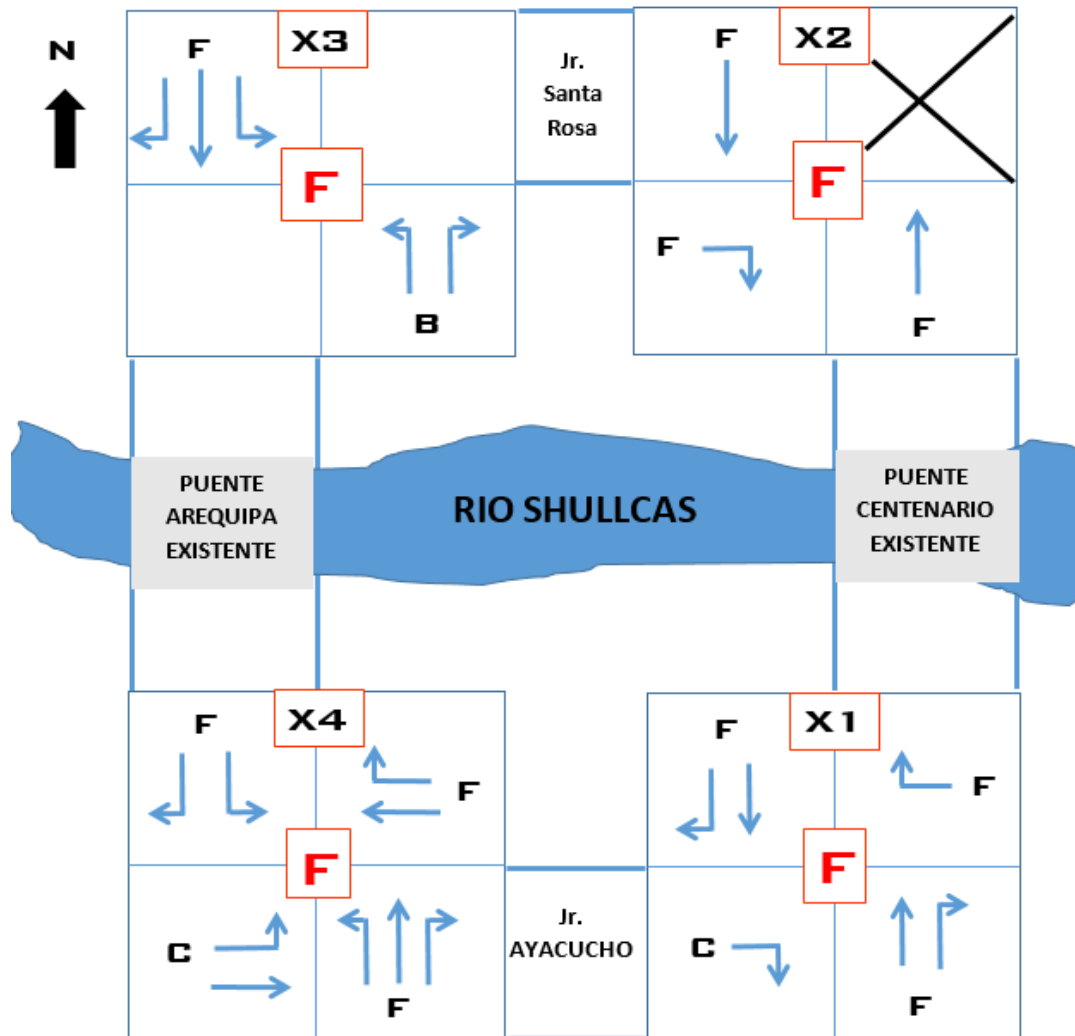


Figura 53. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2027 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.

Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994

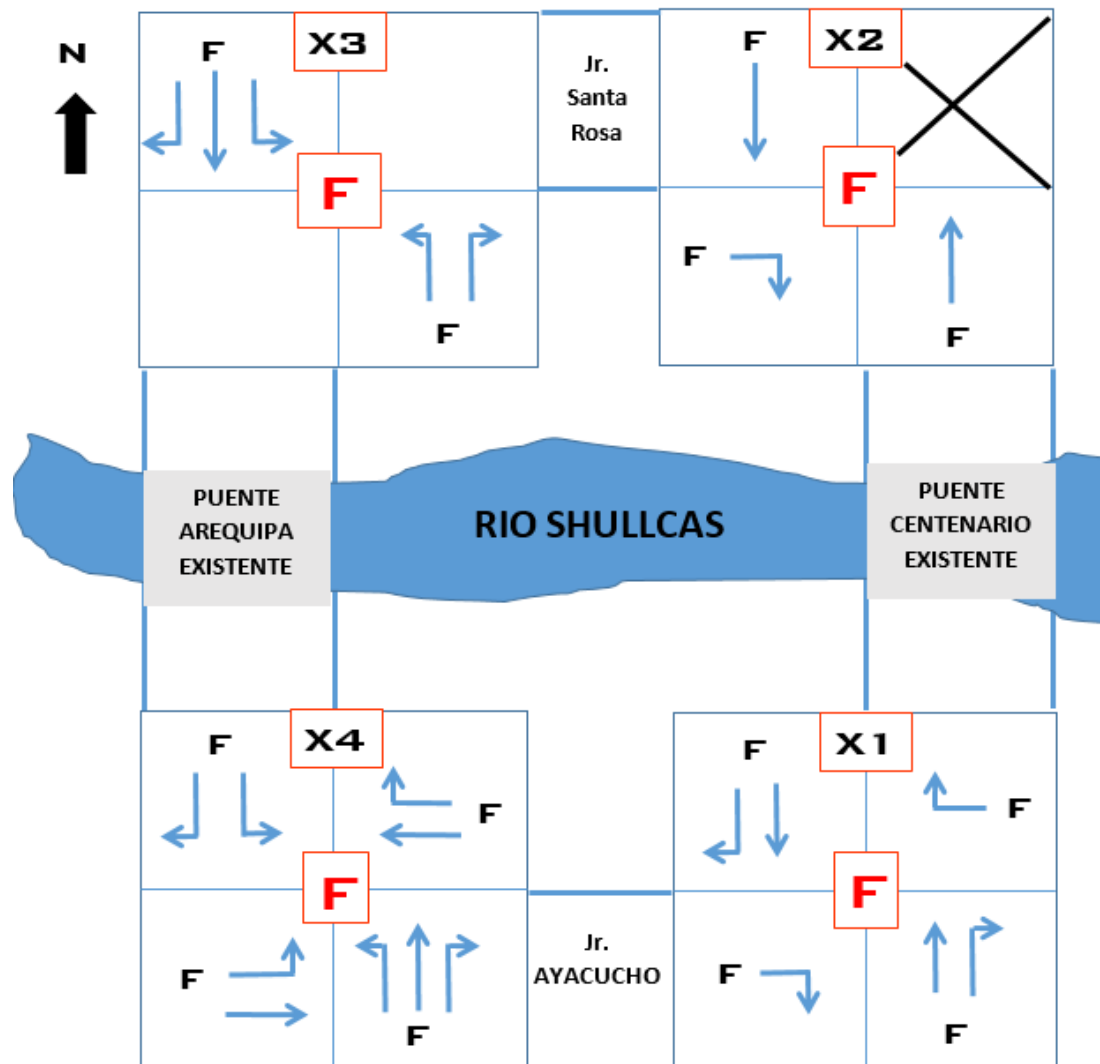


Figura 54. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2037 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el HCM 1994.
 Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

En la tabla 21. Habiéndose determinado los niveles de servicio, con la construcción del Puente Arequipa, se concluye que las condiciones de tránsito vehicular para el año 2022, 2027 y 2037, en la zona en estudio, no van a mejorar produciéndose largos tiempos de espera y altos niveles de tráfico vehicular.

Tabla 22.

Comparación de Nds Con Puente Arequipa, utilizando metodología HCM 1994.

Niveles de Servicio (Nds) – Con Puente Arequipa				
Intersección \ Año	X1	X2	X3	X4
2022	F	F	C	E
2027	F	F	F	F
2037	F	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

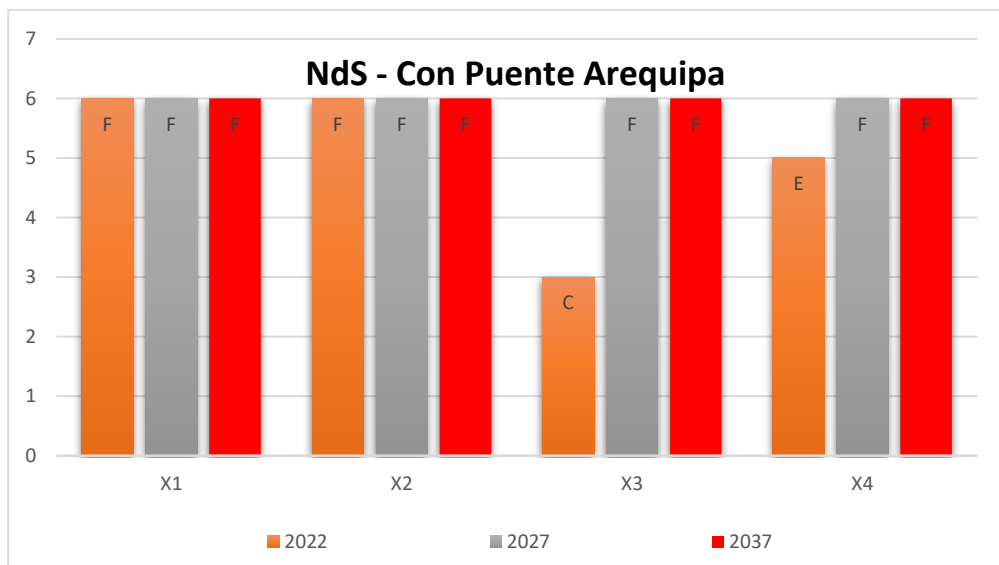


Gráfico 15. Comparación de Nds Con Puente Arequipa, utilizando metodología HCM 1994. Fuente: Elaboración propia.

6.2.4. Cálculo de Nivel de Servicio utilizando software.

A continuación, se analizará las intersecciones en estudio con el software, con la construcción del puente Arequipa año 2022, 2027 y 2037, determinando los niveles de servicio.

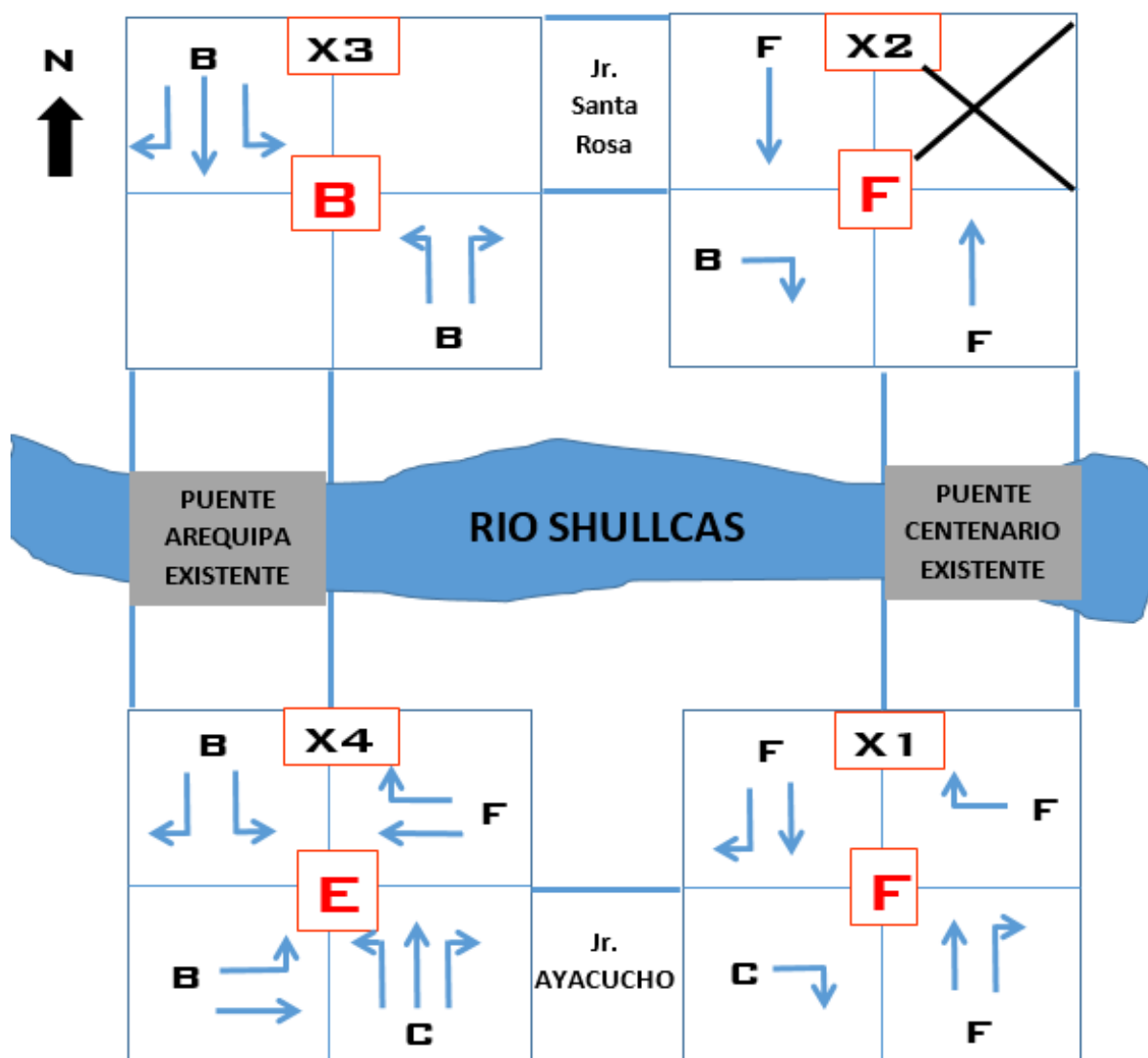


Figura 55. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2022 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software
 Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

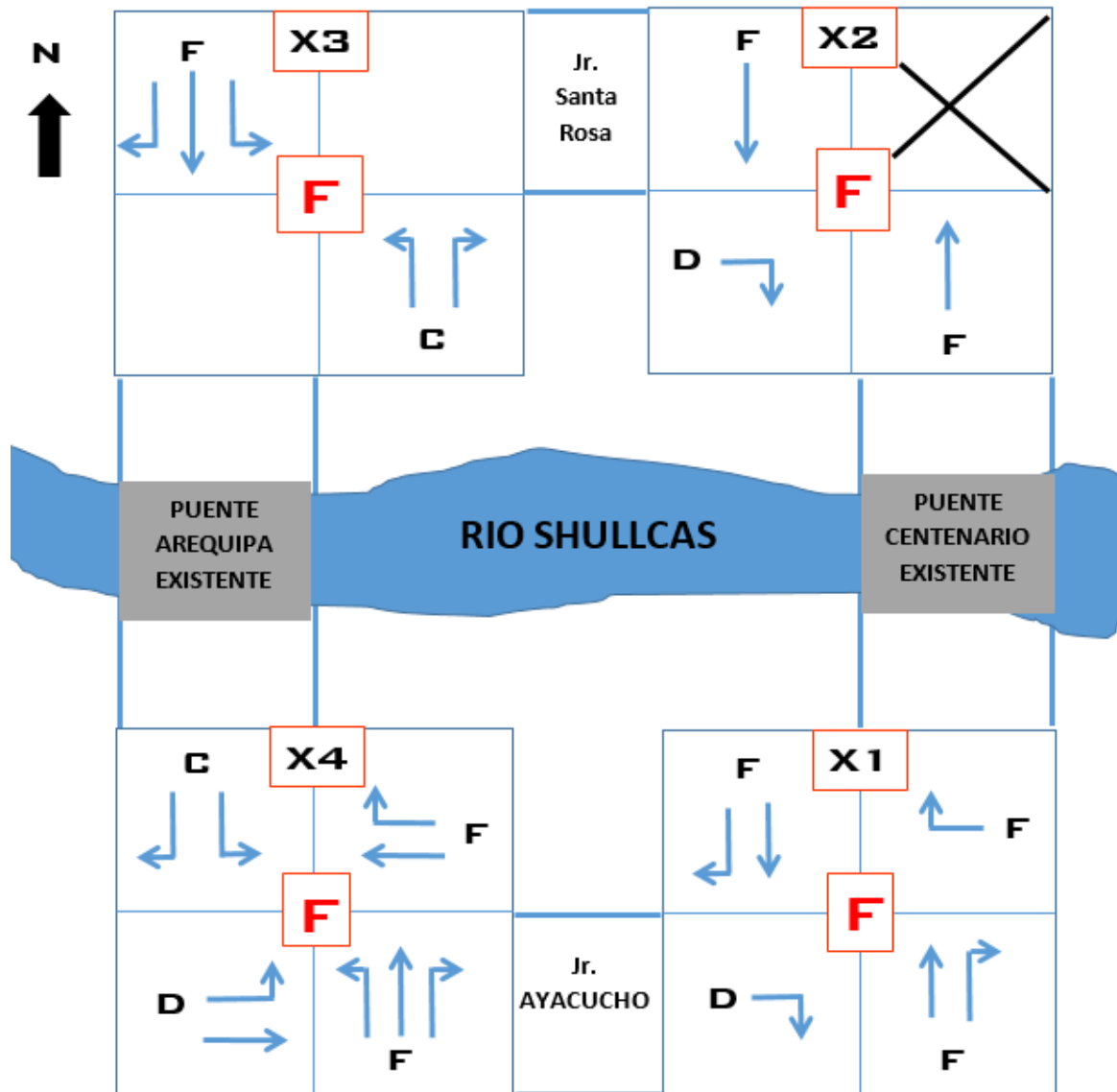


Figura 56. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2027 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.

Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

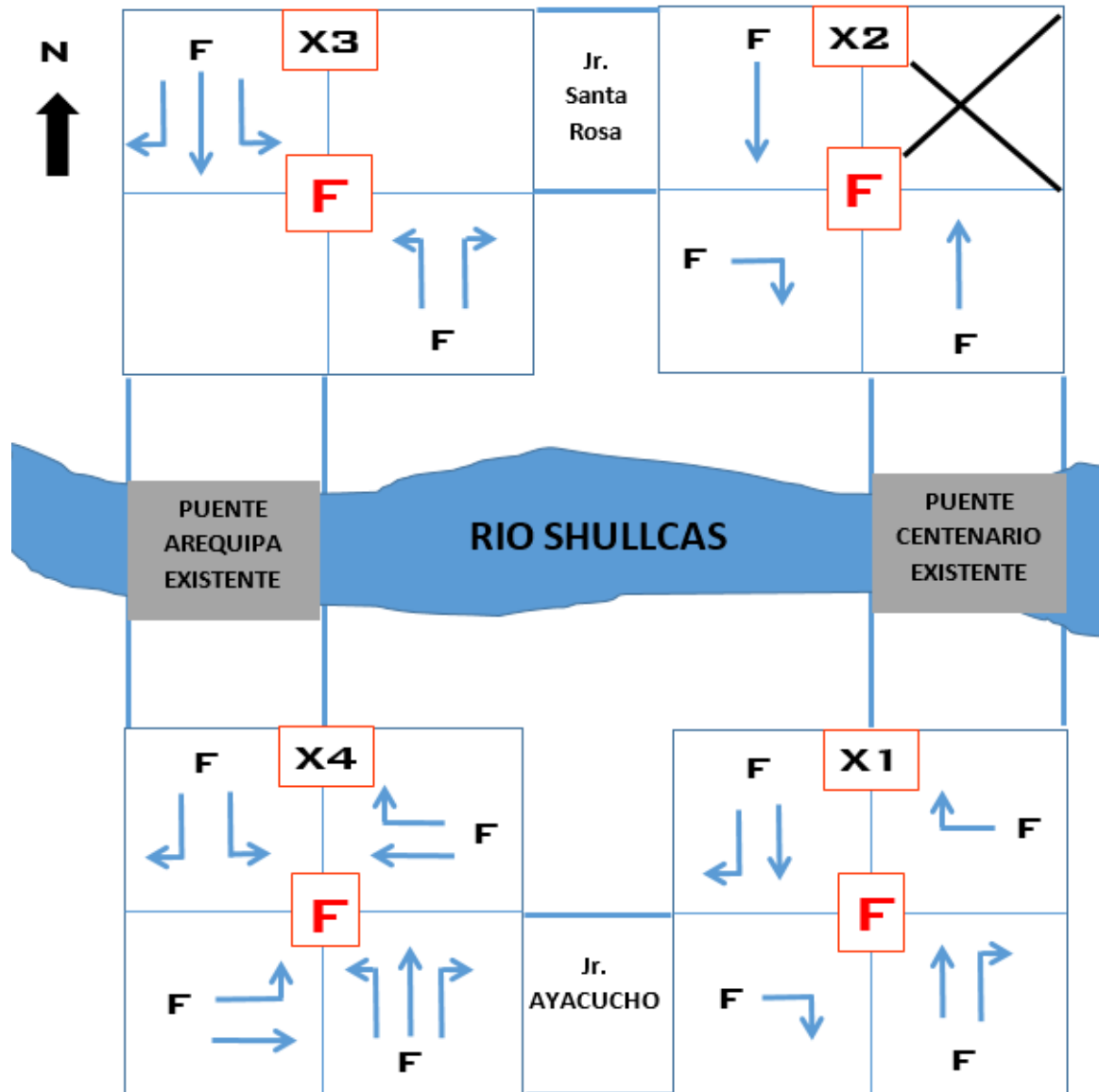


Figura 57. Nivel de Servicio de las Intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2037 con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando el software.

Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

En la tabla 23. Se muestran los resultados de la modelación en el software, con la construcción del Puente Arequipa, se corrobora que las intersecciones presentan altos índices de congestión vehicular, siendo corroborada por los cálculos y resultados obtenidos mediante el software de ingeniería en transporte.

Tabla 23.
Comparación de NdS Con Puente Arequipa, utilizando software.

Niveles de Servicio (NdS) – Con Puente Arequipa					
Año	Intersección	X1	X2	X3	X4
	2022		F	F	B
2027		F	F	F	F
2037		F	F	F	F

Fuente: Elaboración propia.

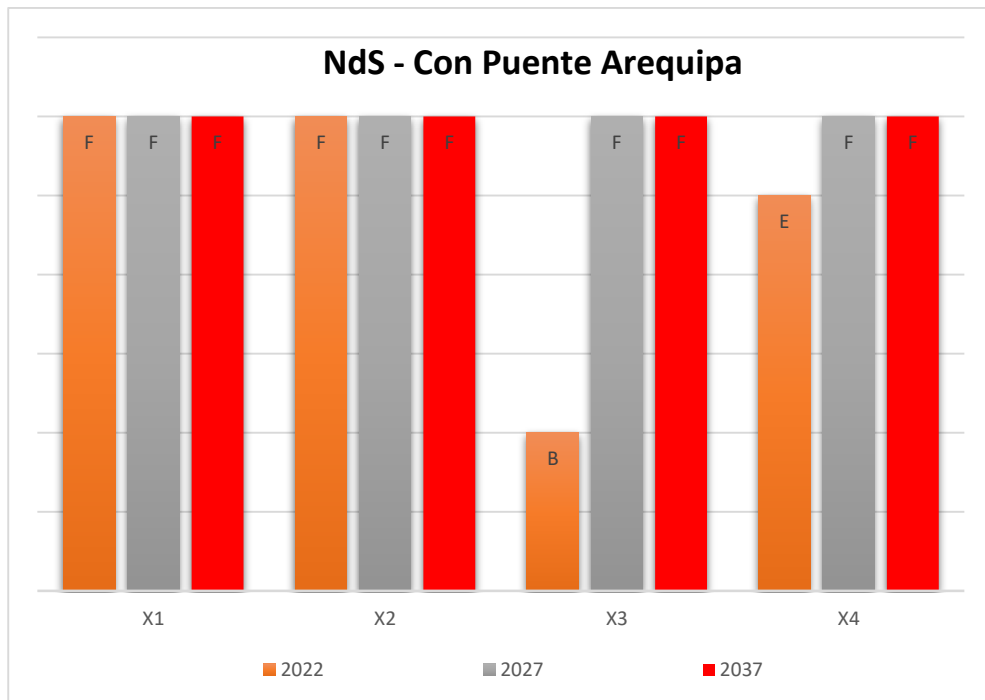


Gráfico 16. Comparación de NdS Con Puente Arequipa, utilizando software.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.5. Comparación Nds, con la construcción del Puente Arequipa, utilizando HCM 1994 y el software.

Se compara los dos resultados obtenidos, pero con la inclusión del Puente Arequipa, utilizando ambas herramientas como son la metodología HCM 1994 y el software de simulación.

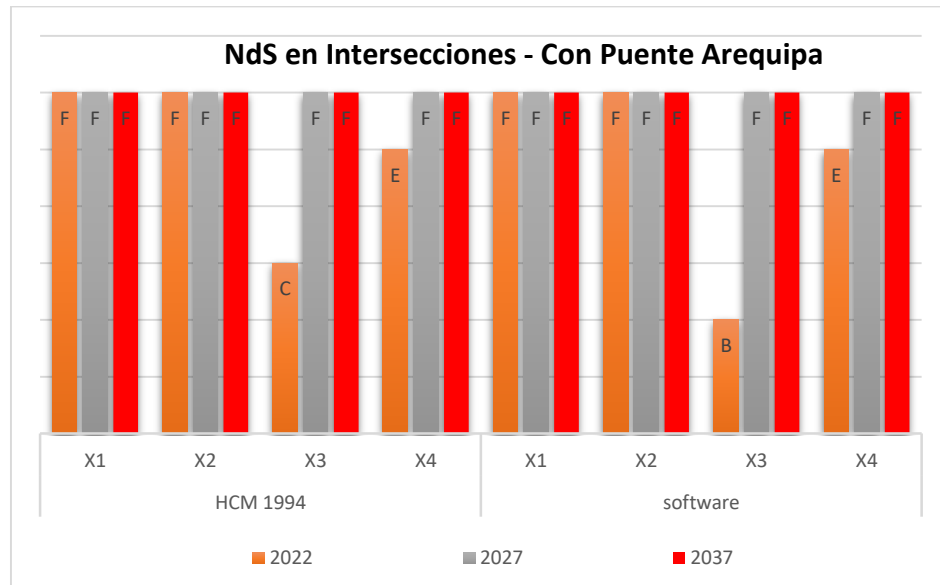


Gráfico 17. Comparación de Nds Con Puente Arequipa, utilizando HCM 1994 y el software.
Fuente: Elaboración propia.

6.3. Procesamiento, Análisis y Comparación de la Información Año 2022, 2027 y 2037 – Sin y con la Inclusión Puente Arequipa.

A continuación, en la tabla 24. Se hará la comparación de los niveles de servicio para todas las intersecciones con y sin la construcción del puente Arequipa, determinándose así el objetivo planteado al inicio del proceso de investigación.

Tabla 24.
Comparación de Nds Con y Sin Puente Arequipa.

	SIN PUENTE				CON PUENTE			
	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4
2022	F	F	C	D	F	F	C	E
2027	F	F	F	F	F	F	F	F
2037	F	F	F	F	F	F	F	F

Fuente: Elaboración propia – utilizando HCM 1994.

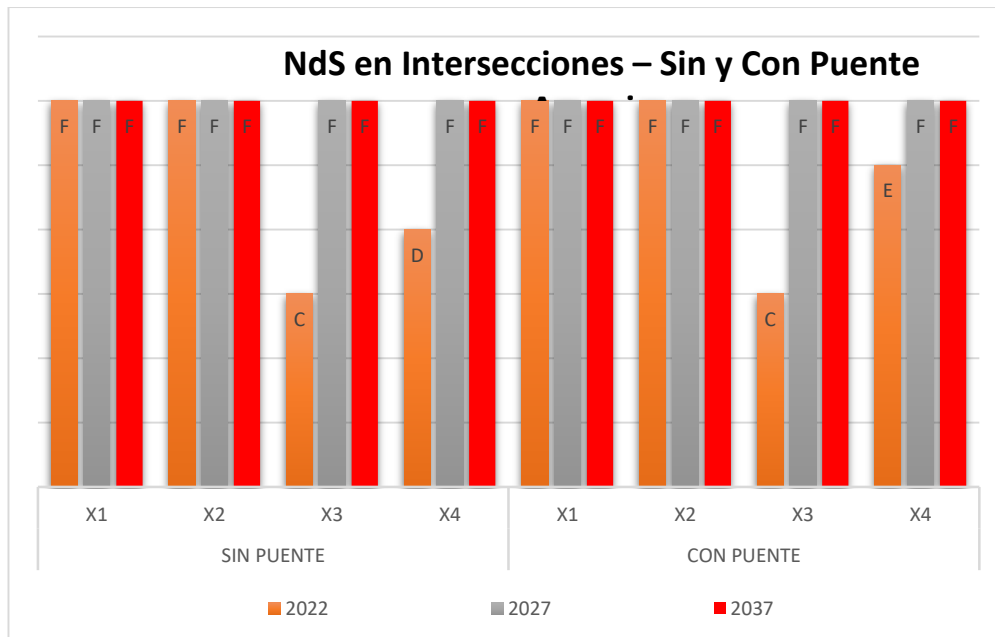


Gráfico 18. Comparación de Nds Sin y Con Puente Arequipa - utilizando HCM 1994.
Fuente: Elaboración propia.

Habiendo analizado la tabla 24 y la gráfica 18. Las intersecciones para el año 2022, 2027 y 2037, los niveles de servicio no van a mejorar, sin y con la inclusión del Puente Arequipa, los índices del volumen vehicular se incrementarán saturando y generando mayores tiempos de demoras, por lo tanto, se tienen que proponer soluciones para mitigar y/o disminuir el flujo vehicular que se presentara en el futuro.

6.4. Prueba de Hipótesis

6.4.1. Comprobación de hipótesis para la intersección X1

1. Formulación de la hipótesis:

Ha: Existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa.

Ho: No existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa.

2. Nivel de significación:

$\alpha = 0,05$ margen de error, a un 95% de nivel de confianza.

3. Determinación de la prueba:

Para determinar el grado de relación entre variables se utilizó el estadístico de prueba Chi-Cuadrado propuesta por Karl Pearson para muestras relacionadas.

Se calcula el Chi-Cuadrado de la siguiente manera:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(oi+ei)^2}{ei} \dots\dots\dots \text{ecuación (10)}$$

Donde:

oi: Frecuencia Observada.

ei: Frecuencia esperada o teórica.

k: Numero de datos clasificados.

4. Software utilizado:

Para determinar los datos estadísticos se usó el Software SPSS V. 25 IBM.

5. Resultados obtenidos por el software:

Habiéndose determinado el valor de significancia estadística bilateral, se obtendrá el área de aceptación o rechazo para la hipótesis nula planteada anteriormente.

Tabla 25.
Resumen de procesamiento de casos XI

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
año * Niveles Servicio	6	75,0%	2	25,0%	8	100,0%

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 26.
Tabla cruzada año x Niveles de Servicio XI

		Niveles Servicio		Total
		F		
año	año 2022 SPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
	año 2022 CPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
	año 2027 SPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
	año 2027 CPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
	año 2037 SPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
	año 2037 CPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
Total		Recuento	6	6
		Recuento esperado	6,0	6,0

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 27.
Prueba de Chi-cuadrado XI

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,000 ^a	3	,046
N de casos válidos	6		

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 28.
Correlación de Variables XI

Correlación	Valor
R de Pearson	,941
N de casos válidos	8

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

6. Decisión Estadística:

- ✓ Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, rechaza la H_a (Se acepta H_0)
- ✓ Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, rechaza la H_0 (Se acepta H_a).

Como:

$0.046 \leq \alpha = 0.05$. Entonces se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H_a).

7. Conclusión estadística:

Se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alternativa, ya que la significancia bilateral es menor que $\alpha = 0.05$.

Para un nivel de confianza al 95% de confiabilidad se concluye que, No existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa de la intersección (X1).

Se puede verificar la correlación que existe entre las variables mediante el Coeficiente de correlación de Pearson según la siguiente tabla:

Tabla 29.
Coeficiente de correlación de Pearson

Coeficiente Correlación	Positiva	Negativa
Perfecta	+1.00	-1.00
Muy fuerte	+0.90	-0.90
Considerable	+0.75	-0.75
Media	+0.50	-0.50
Débil	+0.25	-0.25
Muy Débil	+0.10	-0.10
No existe	+0.00	0.00

Fuente: Hernández Sampieri, Roberto. Pág. 305

Para los resultados de la prueba estadística se tiene un coeficiente de correlación de 0.941, significa que existe una correlación positiva muy fuerte, según la tabla 28.

6.4.2. Comprobación de hipótesis para la intersección X2

1. Formulación de la hipótesis:

Ha: Existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa.

Ho: No existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa.

2. Nivel de significación:

$\alpha = 0,05$ margen de error, a un 95% de nivel de confianza.

3. Determinación de la prueba:

Para determinar el grado de relación entre variables se utilizó el estadístico de prueba Chi-Cuadrado propuesta por Karl Pearson para muestras relacionadas.

Se calcula el Chi-Cuadrado de la siguiente manera:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(oi+ei)^2}{ei} \dots\dots\dots \text{ecuación (10)}$$

Donde:

oi: Frecuencia Observada.

ei: Frecuencia esperada o teórica.

k: Numero de datos clasificados.

4. Software utilizado:

Para determinar los datos estadísticos se usó el Software SPSS V. 25 IBM.

5. Resultados obtenidos por el software:

Habiéndose determinado el valor de significancia estadística bilateral, se obtendrá el área de aceptación o rechazo para la hipótesis nula planteada anteriormente.

Tabla 30.

Resumen de procesamiento de casos X2

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaj e	N	Porcentaj e	N	Porcentaj e
año * Niveles Servicio	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 31.

Tabla cruzada año x Niveles de Servicio X2

			Niveles Servicio	Total
			F	
año	año 2022 SPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
	año 2022 CPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
	año 2027 SPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
	año 2027 CPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
	año 2037 SPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
	año 2037 CPA	Recuento	1	1
		Recuento esperado	1,0	1,0
Total		Recuento	6	6
		Recuento esperado	6,0	6,0

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 32.
Prueba de Chi-cuadrado X2

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,000 ^a	3	,046
N de casos válidos	6		

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 33.
Correlación de Variables X2

Correlación	Valor
R de Pearson	,922
N de casos válidos	6

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

6. Decisión Estadística:

- ✓ Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, rechaza la Ha (Se acepta Ho)
- ✓ Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, rechaza la Ho (Se acepta Ha).

Como:

$0.046 \leq \alpha = 0.05$. Entonces se acepta la hipótesis nula (Ho) y se rechaza la hipótesis alternativa (Ha).

7. Conclusión estadística:

Se rechaza la hipótesis alternativa, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, ya que la significancia bilateral es menor que $\alpha = 0.05$.

Para un nivel de confianza al 95% de confiabilidad se concluye que, No existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa de la intersección (X2).

Se puede verificar la correlación que existe entre las variables mediante el Coeficiente de correlación de Pearson. Para los resultados de la

prueba estadística se tiene un coeficiente de correlación de 0.922, significa que existe una correlación positiva considerable, según la tabla 28.

6.4.3. Comprobación de hipótesis para la intersección X3

1. Formulación de la hipótesis:

Ha: Existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa.

Ho: No existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa.

2. Nivel de significación:

$\alpha = 0,05$ margen de error, a un 95% de nivel de confianza.

3. Determinación de la prueba:

Para determinar el grado de relación entre variables se utilizó el estadístico de prueba Chi-Cuadrado propuesta por Karl Pearson para muestras relacionadas.

Se calcula el Chi-Cuadrado de la siguiente manera:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(oi+ei)^2}{ei} \dots\dots\dots \text{ecuación (10)}$$

Donde:

oi: Frecuencia Observada.

ei: Frecuencia esperada o teórica.

k: Numero de datos clasificados.

4. Software utilizado:

Para determinar los datos estadísticos se usó el Software SPSS V. 25 IBM.

5. Resultados obtenidos por el software:

Habiéndose determinado el valor de significancia estadística bilateral, se obtendrá el área de aceptación o rechazo para la hipótesis nula planteada anteriormente.

Tabla 34.
Resumen de procesamiento de casos X3

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
año * Niveles Servicio	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 35.
Tabla cruzada año x Niveles de Servicio X3

			Niveles Servicio				Total
			B	C	D	F	
año	año 2022 SPA	Recuento	1	0	0	0	1
		Recuento esperado	,3	,2	,2	,3	1,0
año 2022 CPA	Recuento	1	0	0	0	1	
	Recuento esperado	,3	,2	,2	,3	1,0	
año 2027 SPA	Recuento	0	0	1	0	1	
	Recuento esperado	,3	,2	,2	,3	1,0	
año 2027 CPA	Recuento	0	1	0	0	1	
	Recuento esperado	,3	,2	,2	,3	1,0	
año 2037 SPA	Recuento	0	0	0	1	1	
	Recuento esperado	,3	,2	,2	,3	1,0	
año 2037 CPA	Recuento	0	0	0	1	1	
	Recuento esperado	,3	,2	,2	,3	1,0	
Total	Recuento	2	1	1	2	6	
	Recuento esperado	2,0	1,0	1,0	2,0	6,0	

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 36.
Prueba de Chi-cuadrado X3

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,000 ^a	1	,028
N de casos válidos	6		

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 37.
Correlación de Variables X3

Correlación	Valor
R de Pearson	,903
N de casos válidos	6

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

6. Decisión Estadística:

- ✓ Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, rechaza la H_a (Se acepta H_0)
- ✓ Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, rechaza la H_0 (Se acepta H_a).

Como:

$0.028 \leq \alpha = 0.05$. Entonces se rechaza la hipótesis alternativa (H_a) y se acepta de hipótesis nula (H_0).

7. Conclusión estadística:

Se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, ya que la significancia bilateral es mayor que $\alpha = 0.05$.

Para un nivel de confianza al 95% de confiabilidad se concluye que, No existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa de la intersección (X3).

Se puede verificar la correlación que existe entre las variables mediante el Coeficiente de correlación de Pearson. Para los resultados de la

prueba estadística se tiene un coeficiente de correlación de 0.903, significa que existe una correlación positiva muy fuerte, según la tabla 28.

6.4.4. Comprobación de hipótesis para la intersección X4

1. Formulación de la hipótesis:

Ha: Existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa.

Ho: No existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa.

2. Nivel de significación:

$\alpha = 0,05$ margen de error, a un 95% de nivel de confianza.

3. Determinación de la prueba:

Para determinar el grado de relación entre variables se utilizó el estadístico de prueba Chi-Cuadrado propuesta por Karl Pearson para muestras relacionadas.

Se calcula el Chi-Cuadrado de la siguiente manera:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(oi+ei)^2}{ei} \dots\dots\dots \text{ecuación (10)}$$

Donde:

oi: Frecuencia Observada.

ei: Frecuencia esperada o teórica.

k: Numero de datos clasificados.

4. Software utilizado:

Para determinar los datos estadísticos se usó el Software SPSS V. 25 IBM.

5. Resultados obtenidos por el software:

Habiéndose determinado el valor de significancia estadística bilateral, se obtendrá el área de aceptación o rechazo para la hipótesis nula planteada anteriormente.

Tabla 38.
Resumen de procesamiento de casos X4

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
año * Niveles Servicio	6	85,7%	1	14,3%	7	100,0%

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 39.
Tabla cruzada año x Niveles de Servicio X4

y			Niveles Servicio			Total
			C	E	F	
año	año 2022 SPA	Recuento	1	0	0	1
		Recuento esperado	,3	,2	,5	1,0
año 2022 CPA	año 2027 SPA	Recuento	1	0	0	1
		Recuento esperado	,3	,2	,5	1,0
año 2027 CPA	año 2027 CPA	Recuento	0	1	0	1
		Recuento esperado	,3	,2	,5	1,0
año 2037 SPA	año 2027 CPA	Recuento	0	0	1	1
		Recuento esperado	,3	,2	,5	1,0
año 2037 CPA	año 2037 SPA	Recuento	0	0	1	1
		Recuento esperado	,3	,2	,5	1,0
Total	Total	Recuento	2	1	3	6
		Recuento esperado	2,0	1,0	3,0	6,0

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 40.
Prueba de Chi-cuadrado X4

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	12,000 ^a	10	,285
N de casos válidos	6		

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

Tabla 41.
Correlación de Variables X4

Correlación	Valor
R de Pearson	,908
N de casos válidos	6

Fuente: Elaboración propia – SPSS v.25

6. Decisión Estadística:

✓ Si la probabilidad obtenida P-valor $\leq \alpha$, rechaza la H_a (Se acepta H_0)

✓ Si la probabilidad obtenida P-valor $> \alpha$, rechaza la H_0 (Se acepta H_a).

Como:

$0.285 > \alpha = 0.05$. Entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta de hipótesis alternativa (H_a).

7. Conclusión estadística:

Se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, ya que la significancia bilateral es mayor que $\alpha = 0.05$.

Para un nivel de confianza al 95% de confiabilidad se concluye que Existe una gran diferencia entre los niveles de servicio, antes y después (2022, 2027 y 2037) del impacto vial generado a consecuencia de la inclusión del Puente Arequipa de la intersección (X4).

Se puede verificar la correlación que existe entre las variables mediante el Coeficiente de correlación de Pearson. Para los resultados de la prueba estadística se tiene un coeficiente de correlación de 0.908, significa que existe una correlación positiva fuerte, según la tabla 29.

6.5. Solución y Discusión de Resultados

A continuación, se plantearán soluciones, para mitigar y/o reducir los niveles de congestión vehicular para las cuatro intersecciones que abarca la investigación.

SOLUCIÓN 01 (S1): Se estaría planteando una ampliación de carriles en los accesos del Puente Centenario de dos a cuatro carriles, mitigando los niveles de servicio, ya que se cuenta con espacio libre para ello, toda la parte sombreada representa el área a ocupar por la calzada y las veredas para tránsito peatonal, para los años 2022, 2027 y 2037.

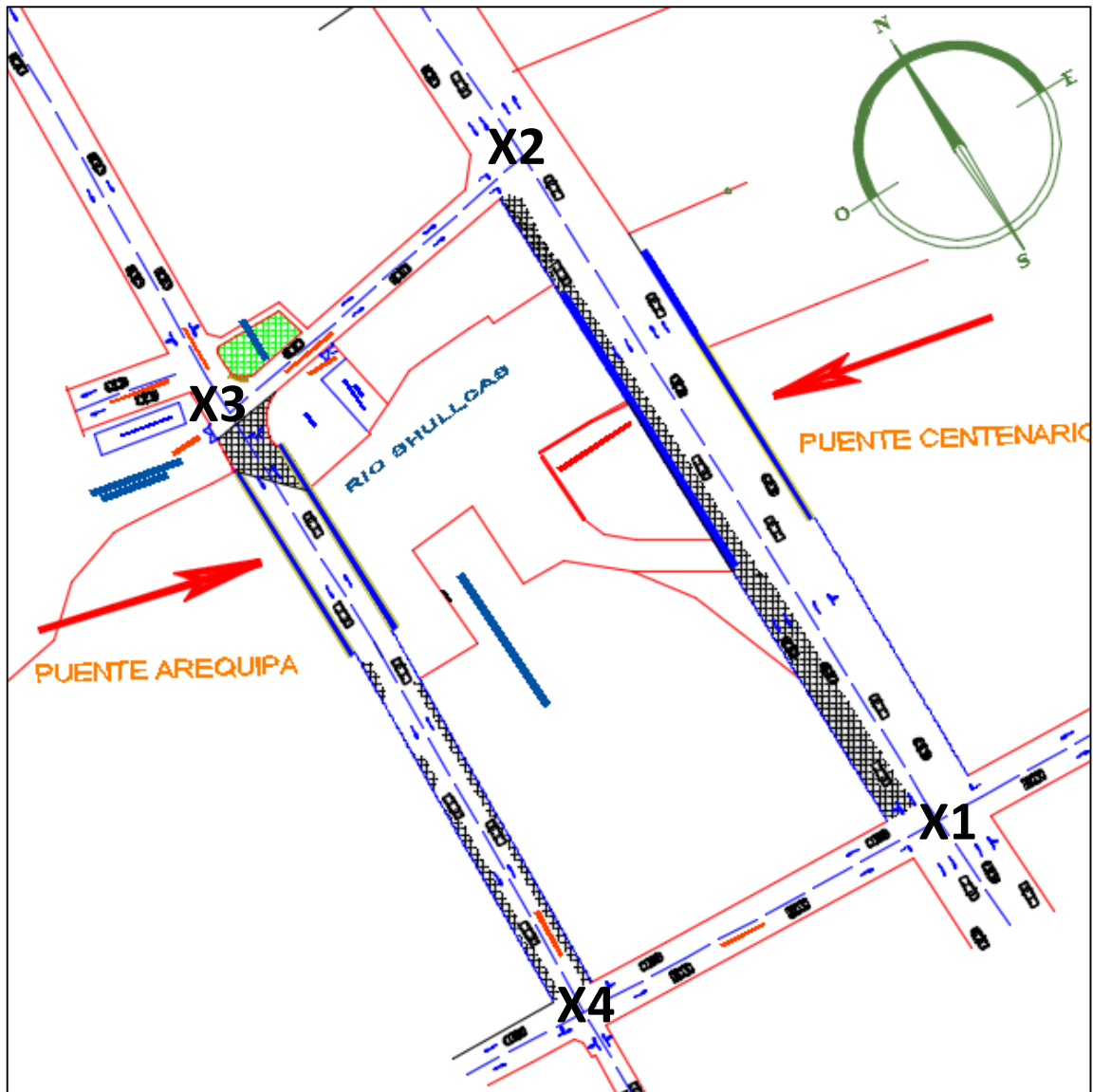


Figura 58. Alineamiento del puente Centenario y Arequipa
 Fuente: Elaboración propia.

SOLUCIÓN 02 (S2): Se implementó un sistema de transporte con autobuses (Capacidad=40 y 120 pasajeros) para las intersecciones X1, X2, X3 y X4, reduciendo en sobremanera los taxis y autos de transporte público, para reducir los altos índices de congestión vehicular, para los años 2022, 2027 y 2037.

Los autobuses de 120 pasajeros serán usados para toda la calle real y los autobuses de 40 pasajeros serán usados para el Jr. Santa rosa y Jr. Ayacucho, todo ello contara con paraderos establecidos.

Las soluciones **S1** y **S2**, serán suficientes para todas las intersecciones en los años 2022, 2027 y 2037 como se muestra en la siguiente tabla, mas no para las intersecciones X1 y X2 al año 2037, donde se tiene que plantear una tercera solución, para lograr la sostenibilidad para el año 2037.

Tabla 42.
Resumen de Resultados, S1 y S2.

INTERSECCIÓN	NIVELES DE SERVICIO (NdS)							
	SOLUCIÓN CON HCM 1994				SOLUCIÓN CON SOFTWARE			
	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4
2022	A	A	A	A	A	A	A	A
2027	B	A	A	A	B	B	A	A
2037	F	F	D	E	F	F	D	D

Fuente: Elaboración - Propia

SOLUCIÓN 03 (S3): Se plantea la incorporación de semáforos para las intersecciones X1 y X2, solo para el año 2037, para poder regular los niveles de servicio, disminuyendo accidentes peatonales y tener un mejor control de las intersecciones.

Para el año 2037 con la implementación de semáforos, en consecuencia, se van a generar nuevos giros y el número de salidas (Av. Huancavelica hasta Av. Ferrocarril y Av. Deústua hasta Calle Breña).

Tabla 43.
calculo porcentual de giros nuevos año 2037

GIROS NUEVOS				
INTERSECCION X1				
ACCESO OESTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
F	153.0	4.0	28%	44
D		5.0	36%	55
I		5.0	36%	55
TOTAL	153.0	14.0	100%	153
ACCESO ESTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
F	468.0	4.0	29%	134
D		5.0	36%	167
I		5.0	36%	167
TOTAL	468.0	14.0	100%	468
ACCESO SUR				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
F	468.0	5.0	56%	260
D		4.0	44%	208
TOTAL		468.0	9.0	100%
ACCESO NORTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
F	468.0	5.0	56%	260
D		4.0	44%	208
TOTAL		468.0	9.0	100%
INTERSECCION X2				
ACCESO OESTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
I	364	5	36%	130
D		9	64%	234
TOTAL	364	14	100%	364
INTERSECCION X3				
ACCESO NORTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
F	468.0	14.0	44%	205
D		13.0	41%	190
I		5.0	16%	73
TOTAL	468.0	32.0	100%	468
ACCESO SUR				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
I	468.0	5.0	26%	123
D		14.0	74%	345
TOTAL	468.0	19.0	100%	468

INTERSECCION X4				
ACCESO SUR				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
F	468.0	18.0	51%	241
D		13.0	37%	174
I		4.0	11%	53
TOTAL	468.0	35.0	100%	468
ACCESO NORTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
I	468.0	13.0	76%	358
D		4.0	24%	110
TOTAL	468.0	17.0	100%	468
ACCESO OESTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
I	468.0	18.0	58%	272
F		13.0	42%	196
TOTAL	468.0	31.0	100%	468
ACCESO ESTE				
GIRO	V	SALIDAS	%	V
D	468.0	18.0	82%	383
F		4.0	18%	85
TOTAL	468.0	22.0	100%	468

Fuente: Elaboración propia.

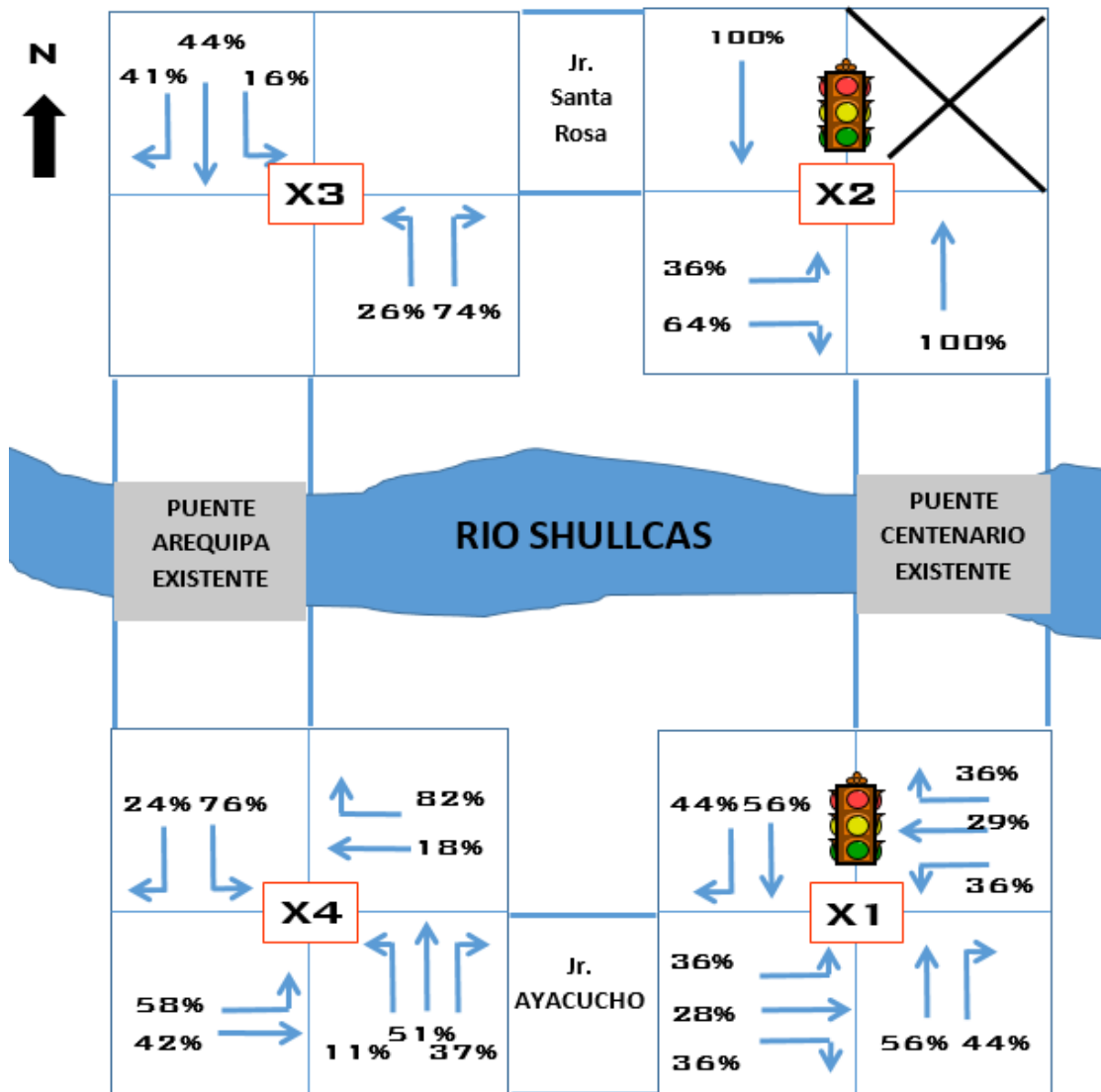


Figura 59. Esquema para la representación porcentual de giros año 2037.
Fuente: Elaboración propia.

Para el año 2037, las soluciones **S1** y **S2**, no serán suficientes en las intersecciones **X1** y **X2**, por el incremento del parque automotor y la falta de gestión por parte de Municipalidad Provincial de Huancayo, por lo tanto, a estas dos soluciones se le agregará una tercera solución **S3**, para lograr de esta manera reducir los niveles de congestión vehicular, como se detalla en la siguiente tabla 44.

Tabla 44.
Resumen de Resultados S1, S2 y S3 .

INTERSECCIÓN	NIVELES DE SERVICIO (NdS)							
	SOLUCIÓN CON HCM 1994				SOLUCIÓN CON SOFTWARE			
	X1	X2	X3	X4	X1	X2	X3	X4
2022	A	A	A	A	A	A	A	A
2027	B	A	A	A	B	B	A	A
2037	C	C	D	D	C	B	D	D

Fuente: Elaboración - Propia

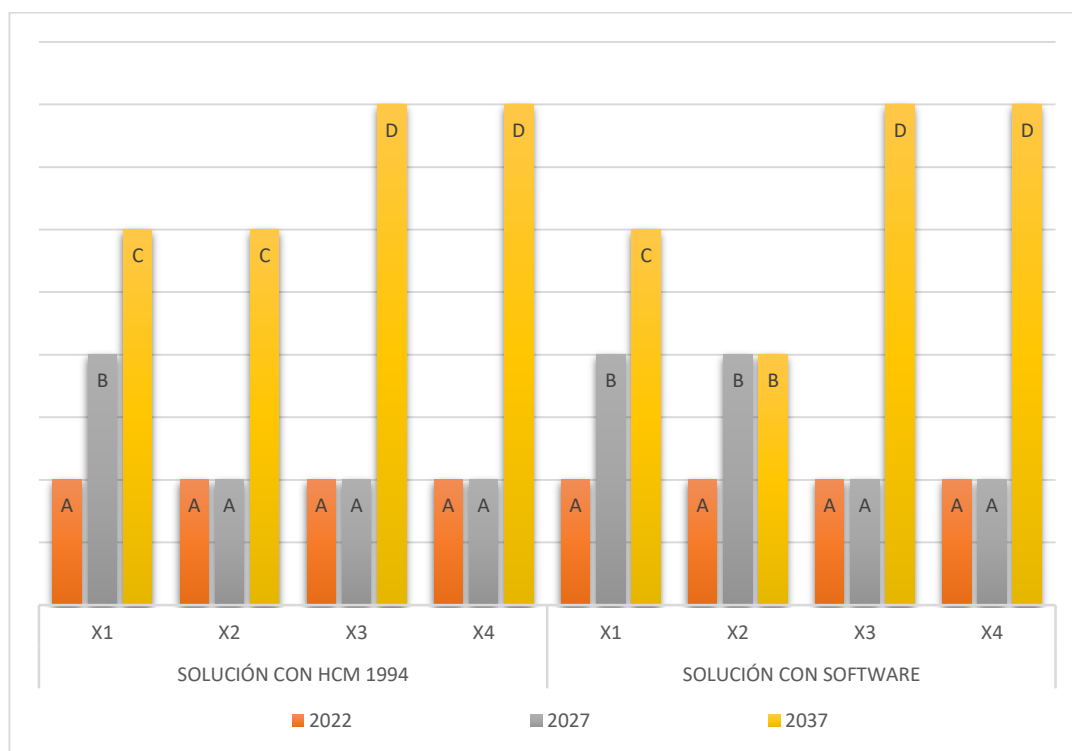


Gráfico 19. Comparación de NdS Con Puente Arequipa, solución utilizando HCM 1994 y el software.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, después de haber analizado los resultados con la metodología HCM 1994 y el software, se llegó a la conclusión que se podrá mitigar y/o disminuir los niveles de servicio para los cuatro puntos de aforo. En la tabla 41, se detalla mejor y resumido las diferentes etapas que tuvo que pasar el proyecto, con la Inclusión del Puente Arequipa funcionando completamente

6.5.1. Solución del Proyecto utilizando la metodología HCM 1994.

La solución será factible para las cuatro intersecciones en estudio, durante los años **2022** y **2027**, utilizándose la ampliación de carriles (S1) y la implementación de un sistema de transporte masivo público (S2), y para el año **2037** se complementará con la inclusión de semáforos (S3) para mejorar las condiciones de transitabilidad en las intersecciones en estudio, comprobada por la metodología HCM 1994.

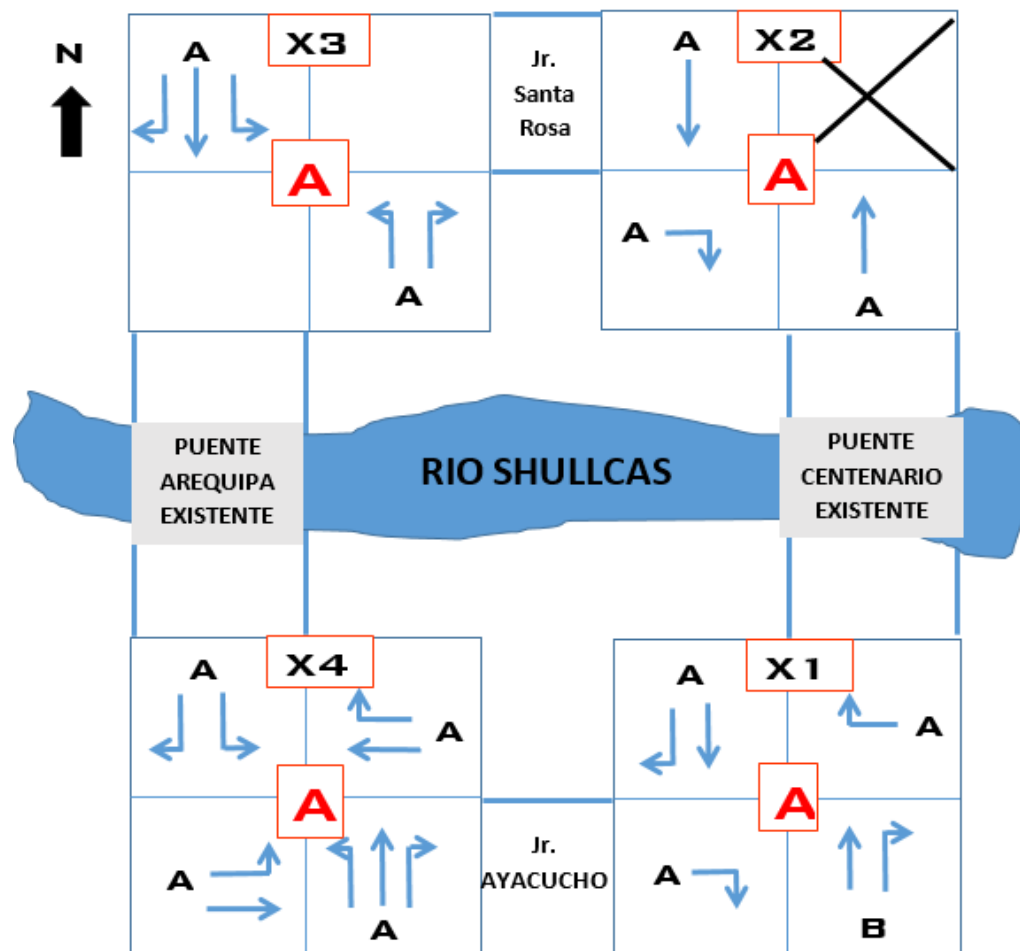


Figura 60. Nivel de Servicio de las intersecciones (X1, X2, X3 y X4) año 2022 con la solución, utilizando el HCM 1994.

Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

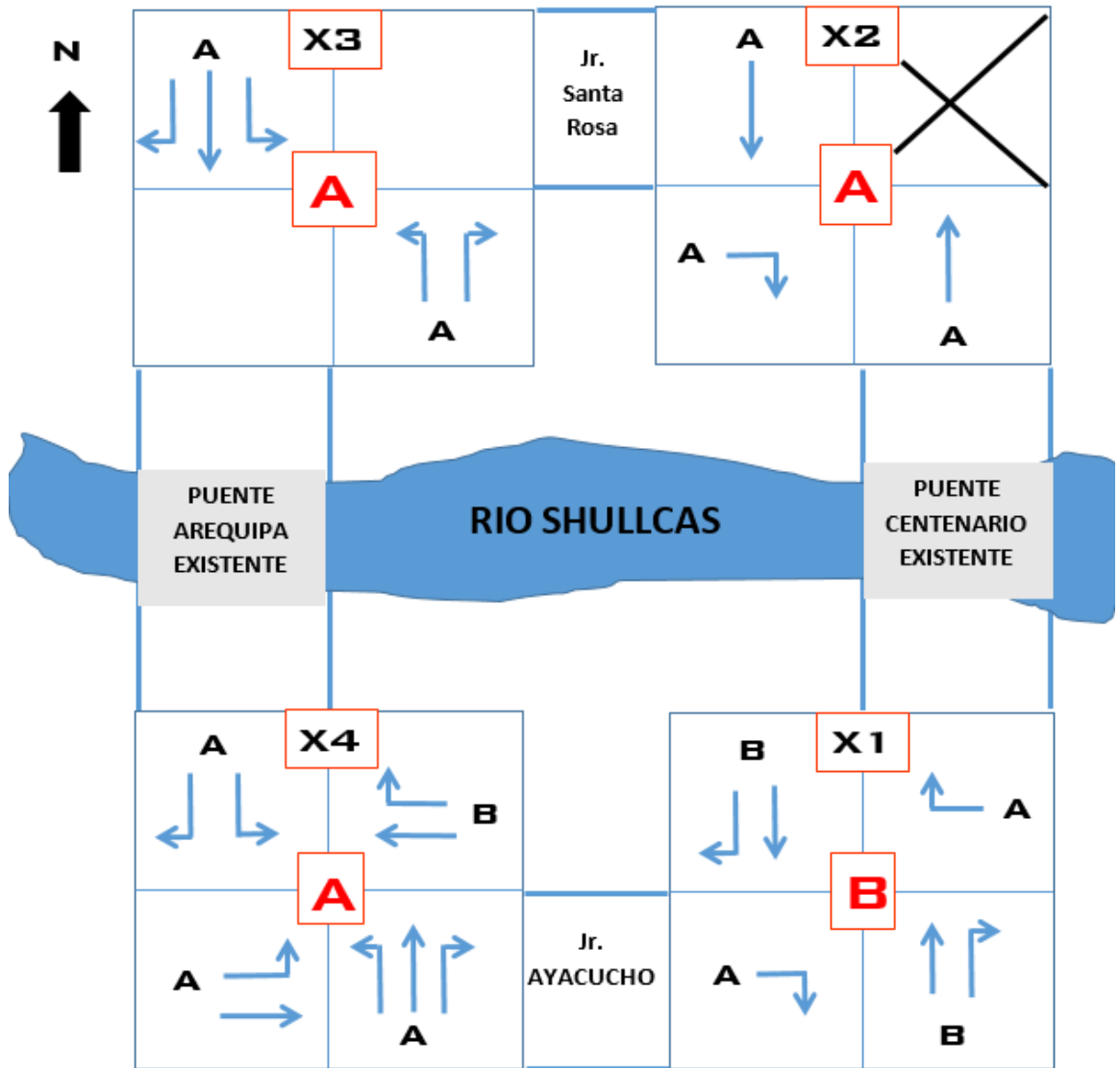


Figura 61. Nivel de Servicio (LOS), solución del Proyecto año 2027 con la Inclusión del Puente Arequipa.
 Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

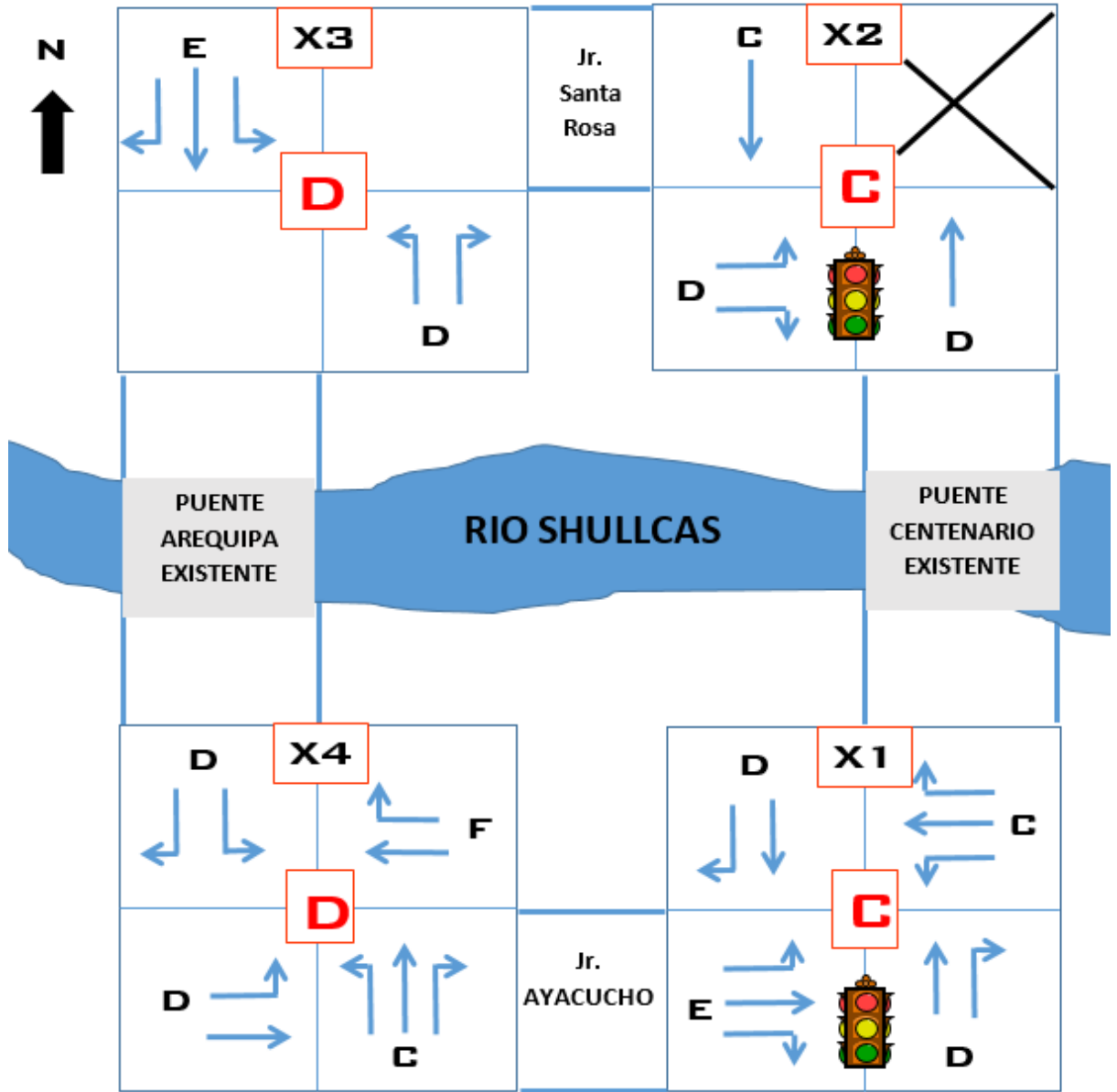


Figura 62. Nivel de Servicio (LOS), solución del Proyecto año 2037 con la Inclusión del Puente Arequipa.
 Fuente: Elaboración propia siguiendo metodología HCM 1994.

6.5.2. Solución del Proyecto utilizando el Software.

La solución será factible para las cuatro intersecciones en estudio, durante los años **2022** y **2027**, utilizándose la ampliación de carriles (S1) y la implementación de un sistema de transporte masivo público (S2), y para el año **2037** se complementará con la inclusión de semáforos (S3) para mejorar las condiciones de transitabilidad en las intersecciones en estudio, comprobada por el software.

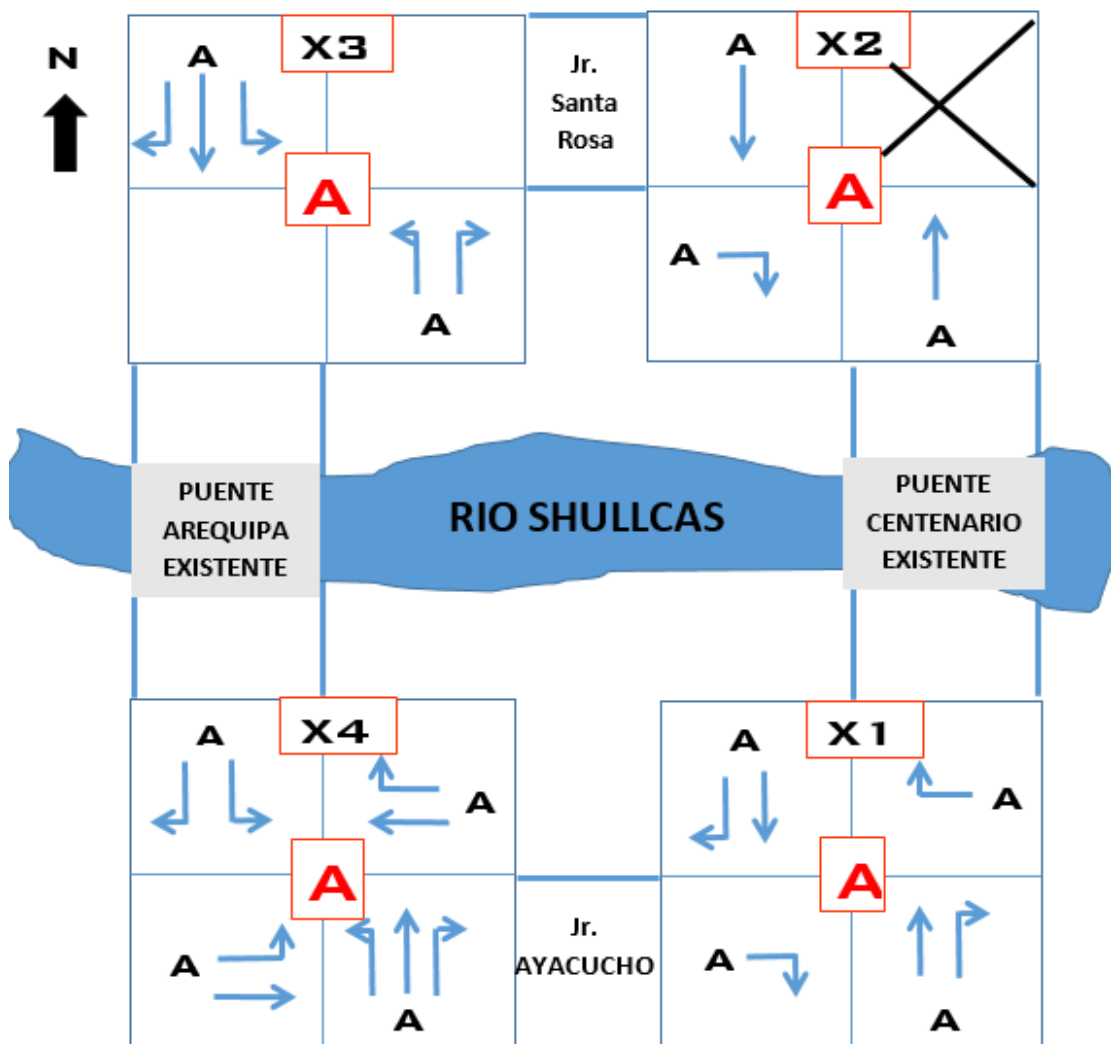


Figura 63. Nivel de Servicio (LOS), solución del Proyecto año 2022 con la Inclusión del Puente Arequipa.

Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

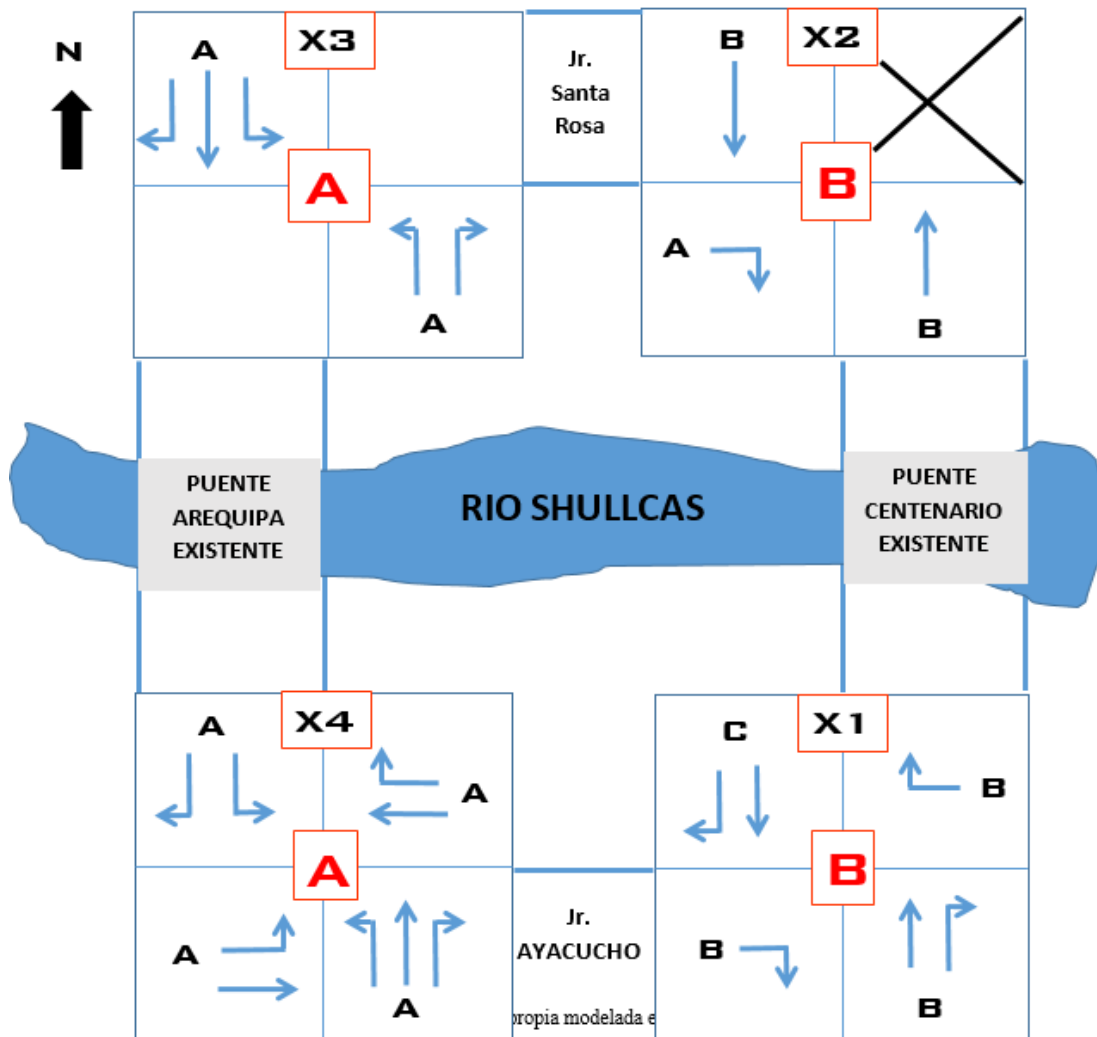


Figura 64. Nivel de Servicio (LOS), solución del Proyecto año 2027 con la Inclusión del Puente Arequipa.
 Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

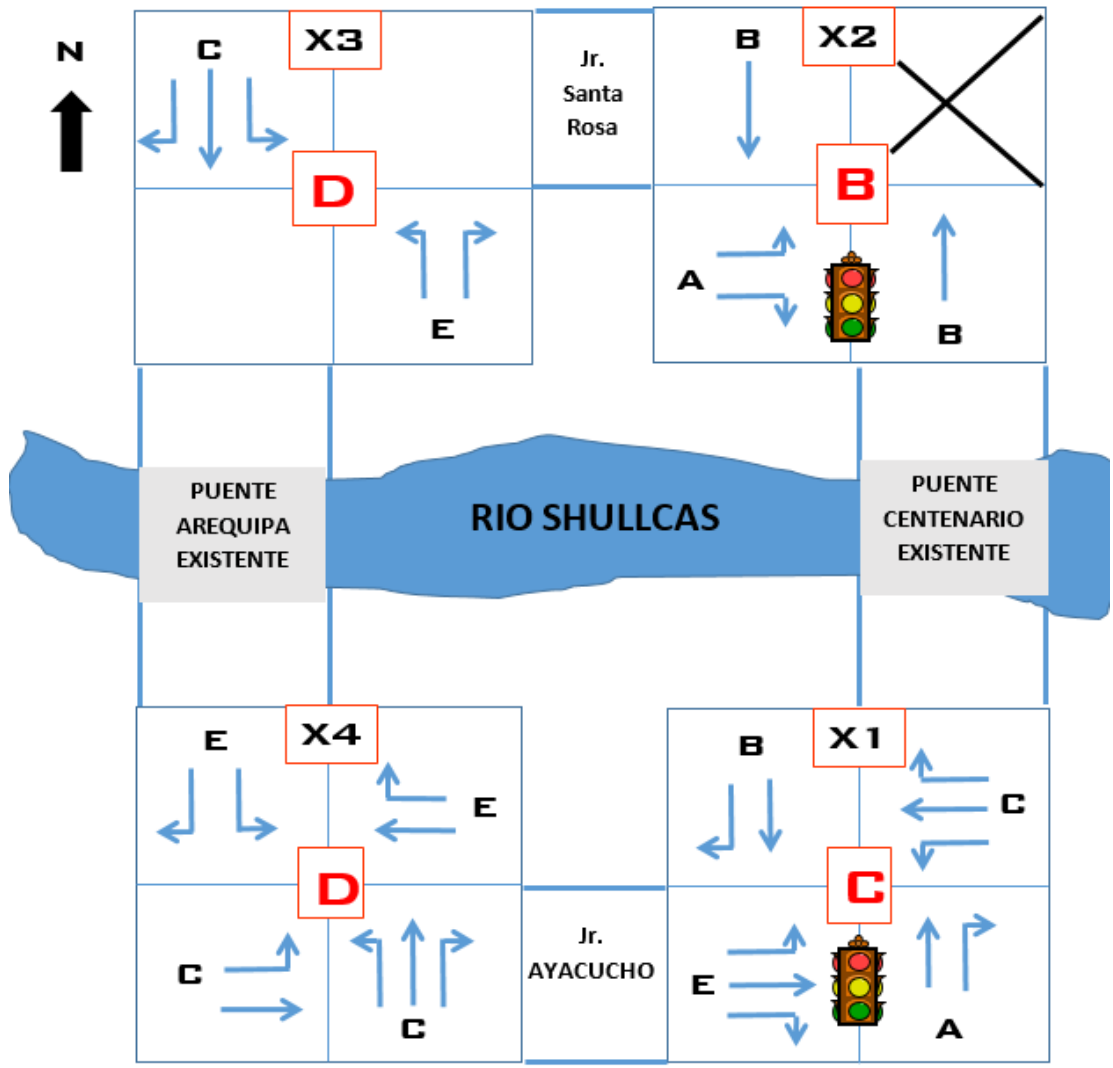


Figura 65. Nivel de Servicio (LOS), solución del Proyecto año 2037 con la Inclusión del Puente Arequipa.
 Fuente: Elaboración propia modelada en el software.

6.5.3. Resumen de resultados

- El análisis en los niveles de servicio y tiempos de espera se presentan en la tabla 45. Sin la inclusión del puente Arequipa, los cuales se aprecia altos niveles de congestión en las intersecciones X1 y X2, y para las intersecciones X3 y X4 se incrementarán los niveles de congestión con el pasar de los años.

Tabla 45.
Resumen de Tiempos y Niveles de Servicio Sin Puente.

SIN PUENTE AREQUIPA								
año	X1		X2		X3		X4	
	Demora (seg.)	Nivel Servicio (LOS)	Demora (seg.)	Nivel Servicio (LOS)	Demora (seg.)	Nivel Servicio (LOS)	Demora (seg.)	Nivel Servicio (LOS)
2017	213.7	F	98.3	F	4.6	A	7.2	B
2022	820.2	F	482.3	F	20.3	C	36.7	D
2027	2341.4	F	1083.8	F	80.6	F	224.3	F
2037	4761.6	F	3602.8	F	726.4	F	1314.8	F

Fuente: Propia – utilizando Metodología HCM 1994.

- En la siguiente tabla 46. se presentan los niveles de servicio y tiempos de demoras, para cada intersección en estudio (X1, X2, X3 y X4), proyectados al año 2022, 2027 y 2037, con la inclusión del Puente Arequipa funcionando en su totalidad, para las intersecciones X1 y X2 presentan altos niveles de congestión y largos tiempos de espera, para las intersecciones X3 y X4, la calidad en los niveles de servicio se irán reduciendo con el pasar de los años, representando congestión vehicular.

Tabla 46.
Resumen de Tiempos y Niveles de Servicio Con Puente.

CON PUENTE AREQUIPA								
año	X1		X2		X3		X4	
	Demora (seg.)	Nivel Servicio (NdS)	Demora (seg.)	Nivel Servicio (NdS)	Demora (seg.)	Nivel Servicio (NdS)	Demora (seg.)	Nivel Servicio (NdS)
2017	No existe		No existe		No existe		No existe	
2022	751.0	F	467.8	F	19.8	C	52.0	E
2027	2167.0	F	1062.1	F	115.3	F	300.8	F
2037	4563.8	F	3507.0	F	1004.1	F	1805.5	F

Fuente: Propia – utilizando Metodología HCM 1994.

- Se proponen soluciones a estos problemas de congestión vehicular, presentados en las intersecciones X1, X2, X3 y X4, con el funcionamiento en su totalidad del Puente Arequipa.

Sol. 1: Ampliación de carriles en los accesos del Puente Centenario de dos a cuatro carriles, mitigando los NdS, para X1 y X2 ya que se cuenta con espacio libre para ello, año 2022, 2027 y 2037.

Sol. 2: Se implementó un sistema de transporte con autobuses (Capacidad=40 y 120 pasajeros), para las intersecciones X1, X2, X3 y X4, año 2022, 2027 y 2037.

Sol. 3: SemafORIZACIÓN de las intersecciones X1 y X2 para disminuir los NdS, controlando y distribuyendo de la mejor manera el transitar vehicular, para el año 2037.

- En la tabla 47. podemos apreciar el resumen de resultados en los niveles de servicio y tiempos de espera para cada intersección y para los años 2022, 2027 y 2037, habiendo utilizado las alternativas de solución podemos obtener una mejora en su totalidad, respecto en la calidad de los niveles de servicio para cada una de las intersecciones en estudio, lográndose cumplir con el objetivo planteado en un inicio de la investigación de tesis.

Tabla 47.

Resumen de Tiempos y Niveles de Servicio, Solución con Puente Arequipa

SOLUCIÓN CON PUENTE AREQUIPA								
año	X1		X2		X3		X4	
	Demora (seg.)	Nivel Servicio (LOS)	Demora (seg.)	Nivel Servicio (LOS)	Demora (seg.)	Nivel Servicio (LOS)	Demora (seg.)	Nivel Servicio (LOS)
2022	8.9	A	8.3	A	7.5	A	7.7	A
2027	14.5	B	11.2	B	9.0	A	8.8	A
2037	27.5	C	14.5	B	32.2	D	30.0	D

Fuente: Propia – utilizando Software.

CONCLUSIONES

1. Habiéndose obtenido la data resultante mediante el uso de las dos herramientas utilizadas para la presente investigación como son, la Metodología HCM 1994 y el Software de Ingeniería en transportes, la inclusión del Puente Arequipa generara nuevos accesos y giros vehiculares, conectando los Distritos de Huancayo y El Tambo, mediante el Puente, no lográndose mejorar la calidad en los niveles de servicio durante los próximos 20 años, para las intersecciones X1, X2, X3 y X4, siendo no suficiente la construcción del Puente Arequipa.
2. El análisis en los niveles de servicio, sin la construcción del puente Arequipa y para los años 2017, 2022, 2027 y 2037, en las cuatro intersecciones X1, X2, X3 y X4 no van a mejorar en su funcionamiento y calidad de servicio, a consecuencia de falta de gestión y planificación por parte de la Municipalidad Provincial de Huancayo.
3. El análisis en los niveles de servicio, con la construcción del puente Arequipa, asumiéndose su funcionamiento antes del año 2022, para los años 2022, 2027 y 2037, y para las cuatro intersecciones en estudio X1, X2, X3 y X4, mejorando en los tiempos de espera, mas no en sus niveles de servicio, generándose congestión vehicular para los años 2027 y 2037.

4. Con los datos obtenidos mediante la metodología HCM 1994 y el software, no existirá mejoras en la calidad de los niveles de servicio, para las intersecciones en estudio X1, X2, X3 y X4. La construcción del puente Arequipa incrementará la oferta vial, pero no será suficiente para dar solución al problema que representa la congestión vehicular en las cuatro intersecciones.

5. Se proponen soluciones para reducir y/o mitigar la congestión vehicular en las intersecciones en estudio X1, X2, X3 y X4, con el funcionamiento en su totalidad del Puente Arequipa. Logrando obtener una mayor calidad en los niveles de servicio, habiéndose utilizado las propuestas de alternativas de solución, cumpliendo con el objetivo plantado en un inicio de la investigación.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la construcción del Puente Arequipa sobre el río Shullcas, incrementando así la oferta vial, lográndose obtener así una de las soluciones que puedan mejorar la problemática que representa la congestión vehicular.

2. Se recomienda a mediano plazo dar el mantenimiento adecuado, para señalizaciones verticales y horizontales, mostrándose visibles y definidas, en las intersecciones en estudio, como son: Calle Real con Jr. Ayacucho (X1), Calle Real con Jr. Santa Rosa (X2), Jr. Arequipa con Jr. Santa Rosa (X3) y Jr. Arequipa con Jr. Ayacucho (X4).

3. Se recomienda la ampliación de carriles para el Puente Centenario, de dos a cuatro carriles, mejorando el transitar de los vehículos.

4. Se recomienda la incorporación de semáforos para ordenar y controlar de una mejor manera las intersecciones: Calle Real con Jr. Ayacucho (X1) y Calle Real con Jr. Santa Rosa (X2)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

LIBROS

1. **TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 1994).** Asociación Técnica de Carreteras (ed.). 6ta ed. Washington: National Academy of Sciences, 2000. 1189p. ISBN: 84-398-9562-3.
2. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO.** Metodología de la investigación. Mares Chacón, Jesús (ed.) 5ta ed. México: Mc Graw Hill, 2010. ISB: 978-607-15-0291-9.
3. **CHAPARRO, I.** Evaluación del impacto socioeconómico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá. El caso del sistema de transporte masivo, Transmilenio, Publicación de las Naciones Unidas, octubre 2002.
4. **DEXTRE, J.** Seguridad Vial – Ciudades para la gente, Pontificia Universidad Católica del Perú, Boletín 4, Julio 2004. Dextre, J. Seguridad Vial – Auditorías de seguridad vial, Pontificia Universidad Católica del Perú, Boletín 5, agosto 2004.

TESIS Y ARTÍCULOS

1. **HÉCTOR EDGAR BONILLA BENITO,** Análisis del Sistema de Transporte Público en la Ciudad de Huancayo, Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima 2006
2. **PABLO AUGUSTO COBEÑAS SILVA,** Sistemas de Contención Vehicular, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima 2012
3. **WITMAN ESQUIVEL FERNÁNDEZ,** Elementos de Diseño y Planeamiento de Intersecciones Urbanas, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima 2011.
4. **MIGUEL ÁNGEL ORTEGA BULNES,** Desarrollo de un Sistema de Gestión de Servicio de Taxis que Optimiza Rutas de Transporte, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima 2010.
5. **MÁXIMO RAMOS CONDORI,** “Impacto Vial por la Construcción del Centro Comercial Open Plaza en la Ciudad de Huancayo”, Universidad Continental, Huancayo 2016.
6. **SERGIO VELÁSQUEZ SEGUIL.** “Propuesta conceptual de un Autobús, sistema en Huancayo, Perú”, Universidad de Stuttgart, Alemania 2011.

7. **FERNANDO, AUGUSTO Y ALFONSO.**" Control de tráfico vehicular usando ANFIS". Revista Chilena de Ingeniería. Vol.20 N°1- 2012.
8. **URREGO, CALDERÓN, FORERO Y OTROS.**" Adquisición de variables de tráfico vehicular usando visión por computador". Revista de Ingeniería. N°30- 2009.
9. **FRANCO, YESID, SARMIENTO Y OTROS.**" Niveles de material particulado en colegios distritales ubicados en vías con alto tráfico vehicular en la ciudad de Bogotá". Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. Vol.1 N°49 – 2009.

NORMAS LEGALES

1. Transportation research board. HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 1994). Asociación Técnica de Carreteras (ed.). 6ta ed. Washington: National Academy of Sciences, 2000. 1189p. ISBN: 84-398-9562-3.
2. Biblioteca Nacional del Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones. Ley 011-2006 - VIVIENDA/D.S. Perú: Editorial Megabyte. (ed.) 2014.

REFERENCIAS ELECTRONICAS

1. **COMMUTER PAIN INDEX.** “índices de tráfico del mundo”. IBM. México 2010. Disponible World Wide Web: <http://www.ibm.com/smarterplanet/mx/es/traffic_congestion/ideas/>.
2. **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCAYO.** “Plan regulador de rutas de transporte urbano de la provincia de Huancayo”. MPH. Huancayo 2013. Disponible World Wide Web: <<http://munihuancayo.gob.pe/portal/index.php/noticias/1571>>.
3. **TRAFFICWARE.** “ADQUISICIÓN DEL PROGRAMA SYNCHRO”. EE.UU. 2015. Disponible World Wide Web: <https://online.trafficware.com/tw_orderkit/orderkit.asp>.
4. Educación. “PRUEBA CHI-CUADRADO”. Disponible World Wide Web: <http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap5-2.htm>.

ANEXOS

Anexo 01. Fichas De Aforo Vehicular

FORMATO DE AFORO VEHICULAR																																					
Intersección: Jr. Arequipal / Jr. Santa Rosa					Aproximación: Jr. Arequipa										Tabla de equivalencias (ADE) <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPOLOGIA VEHICULAR</th> <th>FACTOR ADE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>AUTO</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>TAXI</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>A. COLECTIVO</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>CAMIONETA RURAL</td><td>1.30</td></tr> <tr><td>MICROBÚS</td><td>2.00</td></tr> <tr><td>ÓMNIBUS INTERPROVINCIAL</td><td>3.50</td></tr> <tr><td>CAMIÓN</td><td>3.00</td></tr> <tr><td>VEHÍCULOS MENORES</td><td>0.40</td></tr> </tbody> </table> <small>Fuente: GTU - Huancayo</small>					TIPOLOGIA VEHICULAR	FACTOR ADE	AUTO	1.00	TAXI	1.00	A. COLECTIVO	1.00	CAMIONETA RURAL	1.30	MICROBÚS	2.00	ÓMNIBUS INTERPROVINCIAL	3.50	CAMIÓN	3.00	VEHÍCULOS MENORES	0.40
TIPOLOGIA VEHICULAR	FACTOR ADE																																				
AUTO	1.00																																				
TAXI	1.00																																				
A. COLECTIVO	1.00																																				
CAMIONETA RURAL	1.30																																				
MICROBÚS	2.00																																				
ÓMNIBUS INTERPROVINCIAL	3.50																																				
CAMIÓN	3.00																																				
VEHÍCULOS MENORES	0.40																																				
Fecha: 03/07/2017					Sentido: Norte - Sur					11 Izq. 13 Der.																											
Carril: 2 carril					Día: Lunes																																
Aforador: HCGG					H. Inicial: 06:30																																
					H. Final: 21:00																																
VHMD: 0																																					
FHMD: #####																																					
ACCESO NORTE																																					
TURNO	HORARIO	AUTOS			BUSES/CAMIONES			CAMIONETA			MOTO/MOTOTAXI			FLUJO MIXTO			FLUJO ADE																				
		Izq.	Def.	Der.	Izq.	Def.	Der.	Izq.	Def.	Der.	Izq.	Def.	Der.	TOTAL VEH. MIXTOS	HORA PICO	Izq.	Def.	Der.	TOTAL VEH. ADE	HORA PICO																	
M A Ñ A N A S	06:30 - 06:45																																				
	06:45 - 07:00																																				
	07:00 - 07:15																																				
	07:15 - 07:30																																				
	07:30 - 07:45																																				
	07:45 - 08:00																																				
	08:00 - 08:15																																				
	08:15 - 08:30																																				
	08:30 - 08:45																																				
	08:45 - 09:00																																				
	09:00 - 09:15																																				
	09:15 - 09:30																																				
T A R D E	12:00 - 12:15																																				
	12:15 - 12:30																																				
	12:30 - 12:45																																				
	12:45 - 13:00																																				
	13:00 - 13:15																																				
	13:15 - 13:30																																				
	13:30 - 13:45																																				
	13:45 - 14:00																																				
	14:00 - 14:15																																				
	14:15 - 14:30																																				
	14:30 - 14:45																																				
	14:45 - 15:00																																				
N O C H E	18:00 - 18:15																																				
	18:15 - 18:30																																				
	18:30 - 18:45																																				
	18:45 - 19:00																																				
	19:00 - 19:15																																				
	19:15 - 19:30																																				
	19:30 - 19:45																																				
	19:45 - 20:00																																				
	20:00 - 20:15																																				
	20:15 - 20:30																																				
	20:30 - 20:45																																				
	20:45 - 21:00																																				
	Total																																				
	TOTAL X VEH.																																				

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 02. Tasa Crecimiento.

SISTEMA DE DIFUSIÓN DE LOS CENSOS NACIONALES											
DATA WAREHOUSE TECHNOLOGY											
INEI INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA											
Censos de Población y Vivienda 2007 > Consultas de Indicadores											
CPV 2007: Indicadores											
Nº Filas: 1 Nº Columnas: 5											
Pais	Departamento	Provincia	Tema	Sub Tema	Descripcion	Clase	Total	Área Urbana	Área Rural	Sexo - Hombre	Sexo - Mujer
						Medidas	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Perú	Junín	Huancayo	Demográfico	General	Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)		1.27				

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI año 2007.

Anexo 03. Total Habitantes.

Censos de Población y Vivienda 2007 > Consultas de Indicadores

CPV 2007: Indicadores

Nº Filas: 1 | Nº Columnas: 5

Pais ▲	Departamento ▲	Provincia ▲	Tema ▲	Sub Tema ▲	Descripción ▲	Clase ▲	Total	Area Urbana	Area Rural	Sexo - Hombre	Sexo - Mujer
						Medidas	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	
Perú	Junín	Huancayo	Demográfico	General	Total de habitantes del censo 2007		466346	412051	54295	222808	243538

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI año 2007.

Anexo 04. Total De Viviendas.

Censos de Población y Vivienda 2007 > Consultas de Indicadores

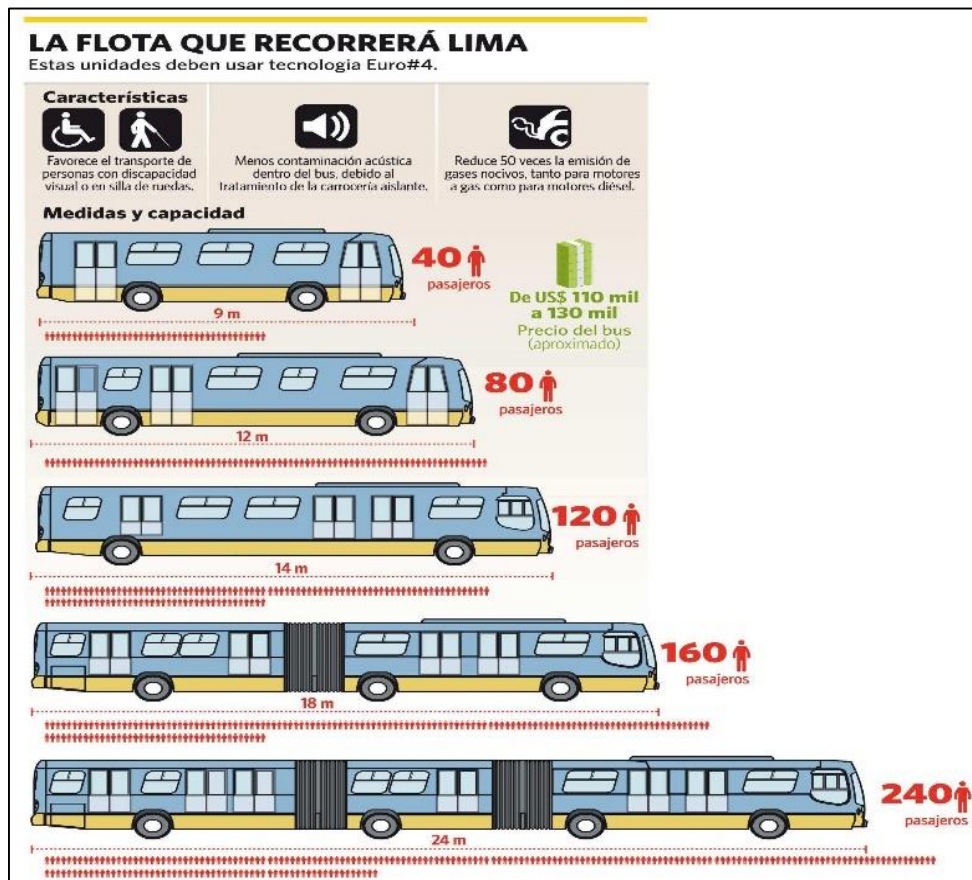
CPV 2007: Indicadores

Nº Filas: 1 | Nº Columnas: 5

Pais ▲	Departamento ▲	Provincia ▲	Tema ▲	Sub Tema ▲	Descripción ▲	Clase ▲	Total	Area Urbana	Area Rural	Sexo - Hombre	Sexo - Mujer
						Medidas	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼	
Perú	Junín	Huancayo	Demográfico	General	Total de hogares		114259	100571	13688	-	-

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI año 2007.

Anexo 05. Capacidad De Automóviles.



Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima.

Anexo 06. Censo Vehicular en las Cuatro Intersecciones (X1, X2, X3 y X4)



Aforador en Intersección X3, 8:00 Pm

Fuente: Propia.



Aforador en Intersección X2, 6:50 Pm
Fuente: Propia.



Aforador en Intersección X1, 8:30 Pm
Fuente: Propia.



Aforador en Intersección X3, 7:00 Am
Fuente: Elaboración Propia.




















Aforador en Intersección X2, 2:00 Pm
Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 7. Reporte Intersección X1, Año 2017 Sin Puente Arequipa.

Lanes, Volumes, Timings

3:

12/04/2018







												
Lane Group	SEL	SET	SER	NWL	NWT	NWR	NEL	NET	NER	SWL	SWT	SWR
Lane Configurations												
Traffic Volume (vph)	0	683	337	0	548	140	0	0	117	0	0	254
Future Volume (vph)	0	683	337	0	548	140	0	0	117	0	0	254
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt		0.955			0.970				0.865			0.865
Flt Protected												
Satd. Flow (prot)	0	1653	0	0	3190	0	0	0	1717	0	0	1717
Flt Permitted												
Satd. Flow (perm)	0	1653	0	0	3190	0	0	0	1717	0	0	1717
Link Speed (k/h)		50			50			50				50
Link Distance (m)		92.4			137.2			107.2				97.2
Travel Time (s)		6.7			9.9			7.7				7.0
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Adj. Flow (vph)	0	742	366	0	596	152	0	0	127	0	0	276
Shared Lane Traffic (%)												
Lane Group Flow (vph)	0	1108	0	0	748	0	0	0	127	0	0	276
Sign Control		Yield			Yield			Yield				Yield
Intersection Summary												
Area Type:	Other											
Control Type:	Unsignalized											
Intersection Capacity Utilization	70.4%					ICU Level of Service C						
Analysis Period (min)	15											

Anexo 8. Reporte Intersección X2 Año 2017 Sin Puente Arequipa.

Lanes, Volumes, Timings

1:

12/04/2018









						
Lane Group	SET	SER	NWL	NWT	NEL	NER
Lane Configurations	↑↑			↑		↑↑
Traffic Volume (vph)	775	0	0	794	0	251
Future Volume (vph)	775	0	0	794	0	251
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.5	2.5
Lane Util. Factor	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.88
Friction	0.850					
Fit Protected						
Satd. Flow (prot)	3289	0	0	1731	0	2495
Fit Permitted						
Satd. Flow (perm)	3289	0	0	1731	0	2495
Link Speed (k/h)	50			50	60	
Link Distance (m)	62.6			63.5	118.3	
Travel Time (s)	4.5			4.6	7.1	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Adj. Flow (vph)	842	0	0	863	0	273
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	842	0	0	863	0	273
Sign Control	Yield			Yield	Yield	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	45.1%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

Anexo 9. Reporte Intersección X3 Año 2017 Sin Puente Arequipa.

Lanes, Volumes, Timings

2:

12/04/2018











						
Lane Group	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	0	0	0	0	253	306
Future Volume (vph)	0	0	0	0	253	306
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt						0.850
Flt Protected					0.950	
Satd. Flow (prot)	0	0	0	0	1584	1418
Flt Permitted					0.950	
Satd. Flow (perm)	0	0	0	0	1584	1418
Link Speed (k/h)		30	30		30	
Link Distance (m)		88.4	118.3		154.4	
Travel Time (s)		10.6	14.2		18.5	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Adj. Flow (vph)	0	0	0	0	275	333
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	0	0	0	0	275	333
Sign Control		Yield	Yield		Yield	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	22.3%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

Anexo 10. Reporte Intersección X4 Año 2017 Sin Puente Arequipa.

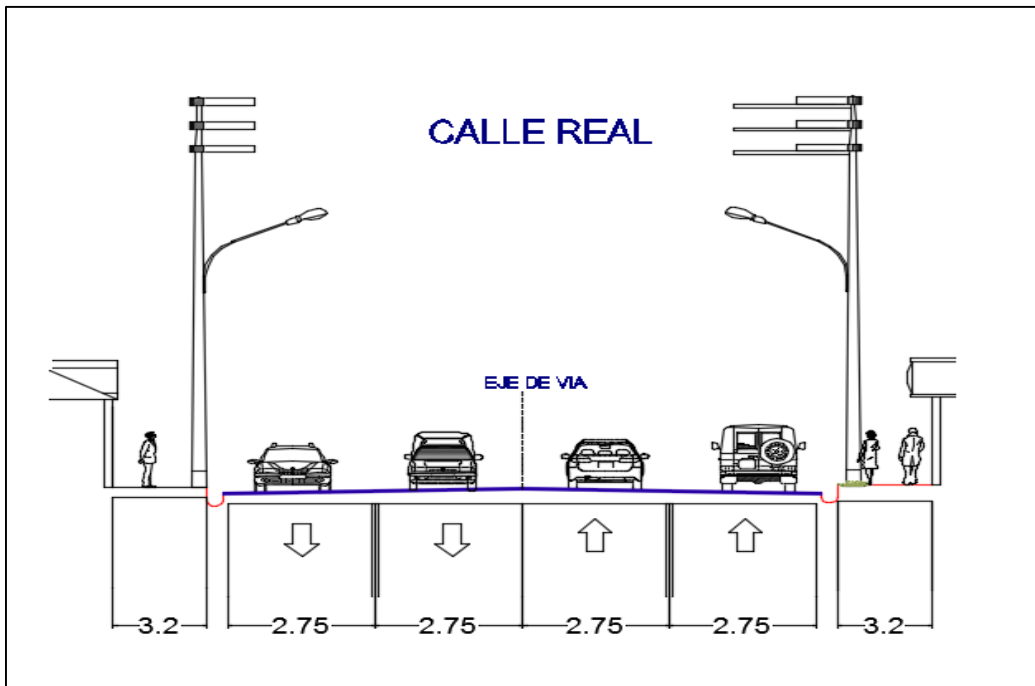
Lanes, Volumes, Timings

6:

12/04/2018

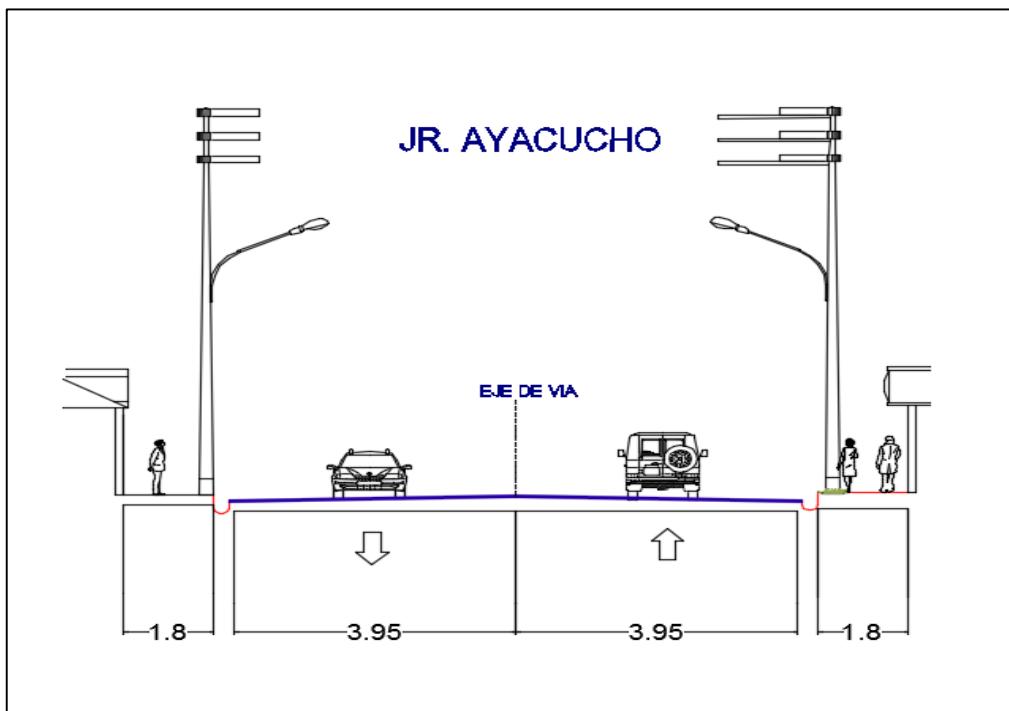
						
Lane Group	NWL	NWR	NET	NER	SWL	SWT
Lane Configurations						
Traffic Volume (vph)	163	25	94	0	0	334
Future Volume (vph)	163	25	94	0	0	334
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.0	4.0	2.5	2.5	2.5	2.5
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frnt	0.850					
Flt Protected	0.950					
Satd. Flow (prot)	1885	1687	1668	0	0	1668
Flt Permitted	0.950					
Satd. Flow (perm)	1885	1687	1668	0	0	1668
Link Speed (k/h)	50		50		50	
Link Distance (m)	85.9		116.2		107.2	
Travel Time (s)	6.2		8.4		7.7	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Adj. Flow (vph)	177	27	102	0	0	363
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	177	27	102	0	0	363
Sign Control	Yield		Yield		Yield	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	33.3%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

Anexo 11. Sección transversal de la Calle Real año 2017.



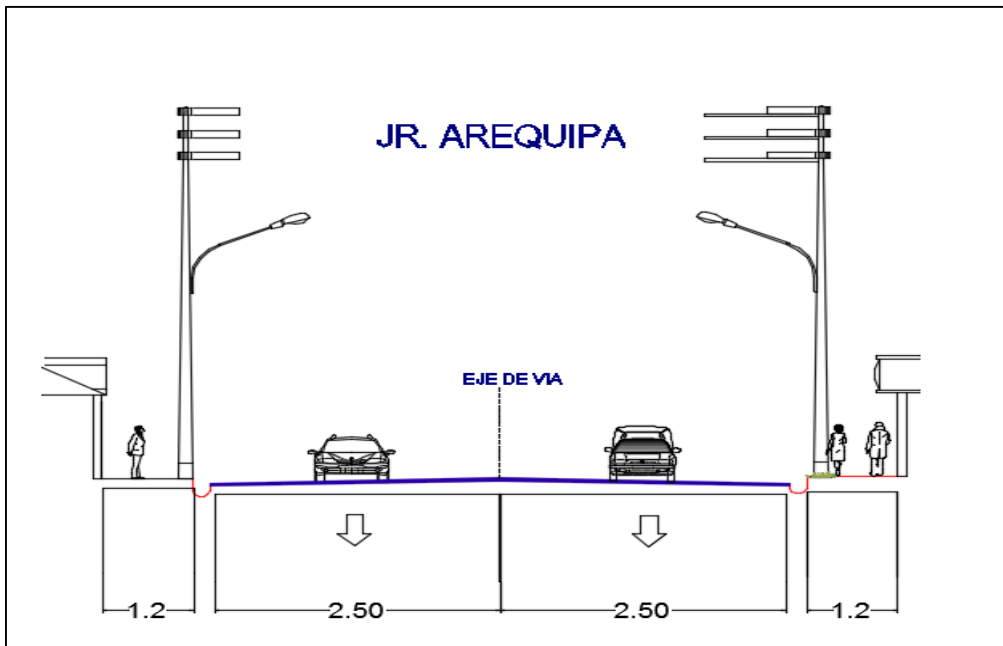
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12. Sección transversal del Jr. Ayacucho año 2017.



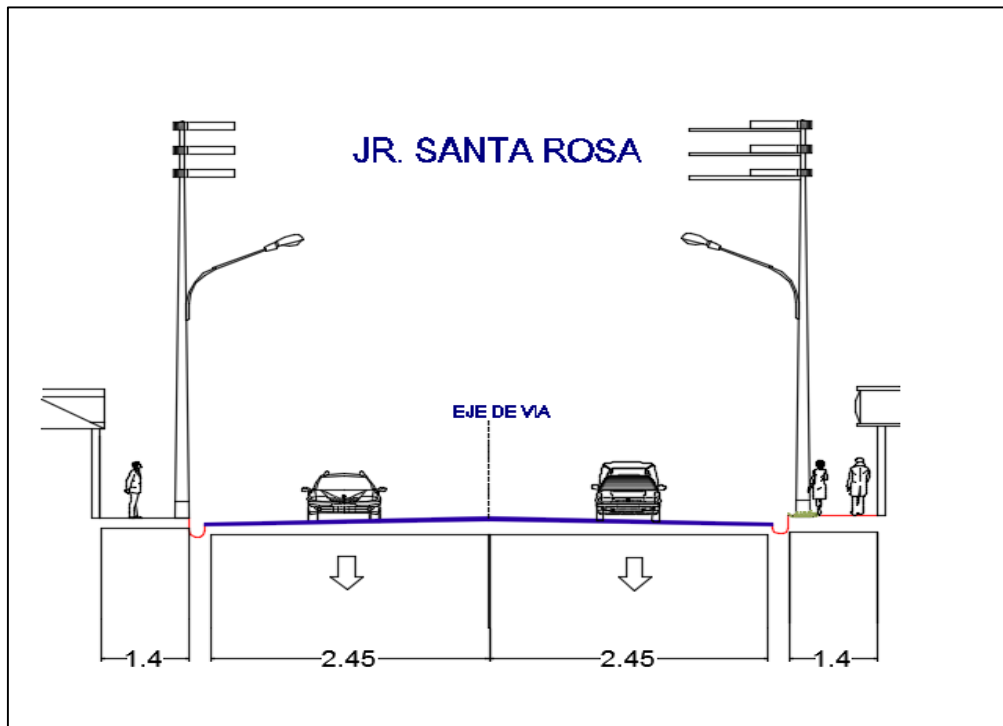
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13. Sección transversal del Jr. Arequipa año 2017.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14. Sección transversal del Jr. Santa Rosa año 2017.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 15. Transitabilidad de Buses de Transporte Público y Privado.

% Vehículos Identificados en el Año 2017

Número de buses:

VEHICULOS AÑO 2017			
Privados			
Camioneta rural	1800	3144	20%
Camiones	450		
Auto privado	894		
Publico			
Auto colectivo	2000	12558	80%
Taxi empresa	10500		
Servicio escolar	58		
Total	15702	15702	100%

Fuente: Municipalidad Provincial de Huancayo.

CAPACIDAD AUTO		
mínimo	1	3
máximo	5	

Fuente: Elaboración propia.

USO DE BUSES DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO

Intersección X1: año= 2022

acceso sur

1 autobús	=	120	pasajeros
1 vehículo	=	3	peatones
trasporte publico	80%		
transporte privado	20%		

año	=	2022	
vehículos	=	1170	
vehículos públicos	=	936	1170
vehículos privados	=	234	
peatones	=	2807	
autobuses	=	23	
autobuses + vehículos privados	=	258	

acceso este

1 autobús	=	40	pasajeros
año	=	2022	
vehículos	=	433	
vehículos públicos	=	346	433
vehículos privados	=	87	
peatones	=	1039	
autobuses	=	26	
autobuses + vehículos privados	=	113	

Intersección X2:

acceso norte

año	=	2022	
vehículos	=	1319	
vehículos públicos	=	1055	1319
vehículos privados	=	264	
peatones	=	3165	
autobuses	=	26	
autobuses + vehículos privados	=	290	

Intersección X3:

acceso norte

1 autobús	=	40	pasajeros
año	=	2022	
vehículos	=	951	
vehículos públicos	=	761	951
vehículos privados	=	190	
peatones	=	2282	
autobuses	=	57	
autobuses + vehículos privados	=	247	

Intersección X4:

acceso sur

1 autobús	=	40	pasajeros
año	=	2022	
vehículos	=	319	
vehículos públicos	=	255	319
vehículos privados	=	64	
peatones	=	765	
autobuses	=	19	
autobuses + vehículos privados	=	83	

acceso este

año	=	2022	
vehículos	=	160	
vehículos públicos	=	128	160
vehículos privados	=	32	
peatones	=	384	
autobuses	=	10	
autobuses + vehículos privados	=	42	

USO DE BUSES DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO

Intersección X1: año= 2027

acceso sur

1 autobús	=	120	pasajeros
1 vehículo	=	3	peatones
trasporte publico	80%		
transporte privado	20%		

año	=	2027	
vehículos	=	1990	
vehículos públicos	=	1592	1990
vehículos privados	=	398	
peatones	=	4775	
autobuses	=	40	
autobuses + vehículos privados	=	438	

acceso este

1 autobús	=	40	pasajeros
-----------	---	----	-----------

año	=	2027	
vehículos	=	735	
vehículos públicos	=	588	735
vehículos privados	=	147	
peatones	=	1763	
autobuses	=	44	
autobuses + vehículos privados	=	191	

Intersección X2:

acceso norte

1 autobús	=	120	pasajeros
-----------	---	-----	-----------

año	=	2027	
vehículos	=	2243	
vehículos públicos	=	1794	2243
vehículos privados	=	449	
peatones	=	5382	
autobuses	=	45	
autobuses + vehículos privados	=	494	

Intersección X3:

acceso norte

1 autobús	=	40	pasajeros
año	=	2027	
vehículos	=	1617	
vehículos públicos	=	1293	1617
vehículos privados	=	324	
peatones	=	3880	
autobuses	=	97	
autobuses + vehículos privados	=	421	

Intersección X4:

acceso sur

1 autobús	=	40	pasajeros
año	=	2027	
vehículos	=	543	
vehículos públicos	=	434	543
vehículos privados	=	109	
peatones	=	1303	
autobuses	=	33	
autobuses + vehículos privados	=	141	

acceso este

año	=	2027	
vehículos	=	272	
vehículos públicos	=	218	272
vehículos privados	=	54	
peatones	=	653	
autobuses	=	16	
autobuses + vehículos privados	=	71	

USO DE BUSES DE TRANSPORTE PUBLICO MASIVO

Intersección X1: año= 2037

acceso sur

1 autobús	=	120	pasajeros
1 vehículo	=	3	peatones
transporte publico	80%		
transporte privado	20%		
vehículos antiguos	30%	70%	
privados			

año	=	2037	
vehículos	=	5759	
vehículos públicos	=	4606	
vehículos privados	=	807	
actuales			
peatones	=	13818	
autobuses	=	115	
autobuses + vehículos	=	922	
privados			

acceso este

1 autobús	=	40	pasajeros
-----------	---	----	-----------

año	=	2037	
vehículos	=	2126	
vehículos públicos	=	1700	
vehículos privados	=	298	
actuales			
peatones	=	5101	
autobuses	=	128	
autobuses + vehículos	=	426	
privados			

Intersección X2:

acceso norte

1 autobús	=	120	pasajeros
-----------	---	-----	-----------

año	=	2037	
vehículos	=	6489	
vehículos públicos	=	5190	
vehículos privados	=	910	
actuales			
peatones	=	15569	
autobuses	=	130	

autobuses + vehículos privados	=	1039
--------------------------------	---	-------------

Intersección X3:

acceso norte			
	1 autobús	=	40 pasajeros
	año	=	2037
	vehículos	=	4681
	vehículos públicos	=	3744
	vehículos privados actuales	=	656
	peatones	=	11231
	autobuses	=	281
	autobuses + vehículos privados	=	937

Intersección X4:

acceso sur			
	1 autobús	=	40 pasajeros
	año	=	2037
	vehículos	=	1572
	vehículos públicos	=	1257
	vehículos privados actuales	=	220
	peatones	=	3772
	autobuses	=	94
	autobuses + vehículos privados	=	315

acceso este

	año	=	2037
	vehículos	=	786
	vehículos públicos	=	629
	vehículos privados actuales	=	110
	peatones	=	1886
	autobuses	=	47
	autobuses + vehículos privados	=	157

Anexo 16. Calculo de la Saturación Real de la intersección X1

X1

Intersección de la calle real con Jr. Ayacucho

CALCULO DE FLUJO DE SATURACION

Acceso Norte - Sur

Solo F

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

Donde:

- N:** Número de Carriles 1
- Sb:** Autos particulares por hora de verde por línea
Sb: fuljo de saturación Ideal 1900 Veh/h
- Fw:** factor de ajuste por ancho de carriles

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

W: El ancho de carril del Acceso Norte - Sur es: 2.75

fw= 0.9056

FHV: factor de ajuste por vehículos pesados

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

Del aforo se filtran que en la hora pico pasan los siguientes vehículos

- de buses / Camiones: 9
- total de vehículos Pesados (hora pico): 21
- %HV: 42.86%

Con este Valor se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados:

FHV = 0.9940

Fg: factor de ajuste por pendiente de acceso:

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

En campo se verifico la pendiente del acceso Norte - Sur:

1.00%

Fg: 0.9950

Fp: Factor de ajuste por estacionamiento:

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

El acceso en estudio no cuenta con estacionamiento por lo tanto:

Fp = 1

Fbb: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$$

Se filtra que en la hora pico pasan los siguientes números de vehículos.

de buses / Camiones: 9

Fbb = 0.9640

Fa: Factor de ajuste por Tipo de área

$$\begin{cases} f_a = 0.9 & \text{en CBD} \\ f_a = 1 & \text{en otras áreas} \end{cases}$$

Donde: CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad)

La intersección de estudio se encuentra dentro de un centro de negocio, entonces:

Fa= 0.9000

Flu: Factor de ajuste por utilización de Carriles:

$$f_{lu} = \frac{V_g}{V_{g1}N}$$

Donde:

V_g = Tasa de Flujo de demanda no ajustada del grupo de carril.

V_{g1} = Tasa de Flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto.

N = Número de Carriles por Grupo

Vg= 21.00

Vg1= 21.00

N=	1.00
Flu=	1.0000

FLT: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda:

$$F_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}} \rightarrow \text{Carril Compartido} \quad \boxed{f_{LT} = 0.95} \quad \text{Carril exclusivo}$$

PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

FLT =	0.9500
-------	--------

FRT: Factor de ajuste por vueltas a la derecha:

$$\boxed{f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT}} \quad \text{Carril compartido} \quad \boxed{f_{RT} = 0.85} \quad \text{Carril exclusivo}$$

Nota:
 $f_{RT} \geq 0.050$

PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

PRT= 20.35%

FRT=	0.9695
------	--------

Con los valores de parámetros se calcula el valor del Flujo de Saturación Real:

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

$$S = 1 * 1900 * 0.9667 * 0.9950 * 0.9900 * 1 * 0.8760 * 1 * 0.9667 * 0.9840 * 0.9911$$

S=	1,360	veh/hora
----	-------	----------

Acceso Norte - Sur	Solo FD
--------------------	---------

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

Donde:

- N: Número de Carriles 1
- Sb: Autos particulares por hora de verde por línea
Sb: flujo de saturación Ideal 1900 Veh/h
- Fw: factor de ajuste por ancho de carriles

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

W: El ancho de carril del Acceso Norte - Sur es:

2.75

$$f_w = 0.9056$$

FHV: factor de ajuste por vehículos pesados

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

Del aforo se filtran que en la hora pico pasan los siguientes vehículos

de buses / Camiones: 21

total de vehículos Pesados (hora pico): 21

%HV: 100.00%

Con este Valor se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados:

$$FHV = 0.9862$$

Fg: factor de ajuste por pendiente de acceso:

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

En campo se verifico la pendiente del acceso Norte - Sur:

1.00%

$$Fg: 0.9950$$

Fp: Factor de ajuste por estacionamiento:

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

El acceso en estudio no cuenta con estacionamiento por lo tanto:

$$Fp = 1$$

Fbb: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$$

Se filtra que en la hora pico pasan los siguientes números de vehículos.

de buses / Camiones: 21

Fbb = 0.9160

Fa: Factor de ajuste por Tipo de área

$$\begin{cases} f_a = 0.9 & \text{en CBD} \\ f_a = 1 & \text{en otras áreas} \end{cases}$$

Donde: CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad)

La intersección de estudio se encuentra dentro de un centro de negocio, entonces:

Fa= 0.9000

Flu: Factor de ajuste por utilización de Carriles:

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

Donde:

V_g = Tasa de Flujo de demanda no ajustada del grupo de carril.

V_{g1} = Tasa de Flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto.

N = Número de Carriles por Grupo

$V_g = 21.00$

$V_{g1} = 21.00$

$N = 1.00$

Flu= 1.0000

FLT: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda:

$$F_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}} \rightarrow \text{Carril Compartido}$$

$$f_{LT} = 0.95$$

Carril exclusivo

PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

PLT = 0.00%

FLT = 1.0000

FRT: Factor de ajuste por vueltas a la derecha:

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

Carril compartido

$$f_{RT} = 0.85$$

Carril exclusivo

Nota:
 $f_{RT} \geq 0.050$

PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

PRT = 20.35%

FRT= 0.9695

Con los valores de parámetros se calcula el valor del Flujo de Saturación Real:

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

$$S = 1 * 1900 * 0.9667 * 0.9950 * 0.9900 * 1 * 0.8760 * 1 * 0.9667 * 0.9840 * 0.9911$$

S=	1,349	veh/hora
----	-------	----------

Acceso Sur - Norte	SOLO F
--------------------	--------

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

Donde:

N: Número de Carriles 1

Sb: Autos particulares por hora de verde por línea
Sb: fuljo de saturación Ideal 1900 Veh/h

Fw: factor de ajuste por ancho de carriles

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

W: El ancho de carril del Acceso Norte - Sur es: 2.75

f_w =	0.9056
------------------------	---------------

FHV: factor de ajuste por vehículos pesados

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

Del aforo se filtran que en la hora pico pasan los siguientes vehículos

de buses / Camiones:	23	
total de vehículos Pesados (hora pico):		31
%HV:	74.19%	

Con este Valor se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados:

FHV =	0.9897
--------------	---------------

Fg: factor de ajuste por pendiente de acceso:

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

En campo se verifico la pendiente del acceso Sur - Norte:

4.00%

Fg: 0.9800

Fp: Factor de ajuste por estacionamiento:

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

El acceso en estudio no cuenta con estacionamiento por lo tanto:

Fp = 1

Fbb: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$$

Se filtra que en la hora pico pasan los siguientes números de vehículos.

de buses / Camiones:

23

Fbb = 0.9080

Fa: Factor de ajuste por Tipo de área

$$\begin{cases} f_a = 0.9 & \text{en CBD} \\ f_a = 1 & \text{en otras áreas} \end{cases}$$

Donde: CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad)

La intersección de estudio no se encuentra dentro de un centro de negocio, entonces:

Fa= 0.9000

Flu: Factor de ajuste por utilización de Carriles:

$$f_{lu} = \frac{V_g}{V_{g1}N}$$

Donde:

V_g = Tasa de Flujo de demanda no ajustada del grupo de carril.

V_{g1} = Tasa de Flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto.

N = Número de Carriles por Grupo

Vg= 31.00

Vg1= 31.00

N= 1.00

Flu= 1.0000

FLT: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda:

$$F_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}} \rightarrow \text{Carril Compartido} \quad \boxed{f_{LT} = 0.95} \quad \text{Carril exclusivo}$$

PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

PLT= 0.00%

FLT = 1.0000

FRT: Factor de ajuste por vueltas a la derecha:

$$\boxed{f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT}} \quad \text{Carril compartido} \quad \boxed{f_{RT} = 0.85} \quad \text{Carril exclusivo}$$

Nota:
 $f_{RT} \geq 0.050$

PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

PRT= 33.00%

FRT= 0.9505

Con los valores de parámetros se calcula el valor del Flujo de Saturación Real:

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

S= 1,296 veh/hora

Acceso Sur - Norte

FD

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

Donde:

N: Número de Carriles 1

Sb: Autos particulares por hora de verde por línea

Sb: flujo de saturación Ideal 1900 Veh/h

Fw: factor de ajuste por ancho de carriles

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

W: El ancho de carril del Acceso Norte - Sur es:

2.75

$$fw = 0.9056$$

FHV: factor de ajuste por vehículos pesados

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

Del aforo se filtran que en la hora pico pasan los siguientes vehículos

de buses / Camiones:	31	
total de vehículos Pesados (hora pico):		31
%HV:	100.00%	

Con este Valor se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados:

$$FHV = 0.9862$$

Fg: factor de ajuste por pendiente de acceso:

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

En campo se verifico la pendiente del acceso Norte - Sur: 4.00%

$$Fg = 0.9800$$

Fp: Factor de ajuste por estacionamiento:

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

El acceso en estudio no cuenta con estacionamiento por lo tanto:

$$Fp = 1$$

Fbb: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$$

Se filtra que en la hora pico pasan los siguientes números de vehículos.

de buses / Camiones:	31
----------------------	----

Fbb = 0.8760

Fa: Factor de ajuste por Tipo de área

$$\begin{cases} f_a = 0.9 & \text{en CBD} \\ f_a = 1 & \text{en otras áreas} \end{cases}$$

Donde: CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad)

La intersección de estudio no se encuentra dentro de un centro de negocio, entonces:

Fa= 0.9000

Flu: Factor de ajuste por utilización de Carriles:

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

Donde:

V_g = Tasa de Flujo de demanda no ajustada del grupo de carril.

V_{g1} = Tasa de Flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto.

N = Número de Carriles por Grupo

Vg= 31.00
Vg1= 31.00
N= 1.00
Flu= 1.0000

FLT: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda:

$$F_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}} \rightarrow \text{Carril Compartido}$$

$f_{LT} = 0.95$ Carril exclusivo

PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

PLT= 0.00%

FLT = 1.0000

FRT: Factor de ajuste por vueltas a la derecha:

$$f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT} \quad \text{Carril compartido}$$

$f_{RT} = 0.85$ Carril exclusivo

Nota:
 $f_{RT} \geq 0.050$

PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

PRT= 33.00%

FRT= 0.9505

Con los valores de parámetros se calcula el valor del Flujo de Saturación Real:

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

S= 1,246 veh/hora

Acceso Este - Oeste SOLO F/D/I

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

Donde:

- N:** Número de Carriles 1
- Sb:** Autos particulares por hora de verde por línea
Sb: flujo de saturación Ideal 1900 Veh/h
- Fw:** factor de ajuste por ancho de carriles

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

W: El ancho de carril del este - oeste es: 3.95

fw= 1.0389

FHV: factor de ajuste por vehículos pesados

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

Del aforo se filtran que en la hora pico pasan los siguientes vehículos

- de buses / Camiones: 8
- total de vehículos Pesados (hora pico): 8
- %HV: 100.00%

Con este Valor se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados:

FHV = 0.9862

Fg: factor de ajuste por pendiente de acceso:

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

En campo se verifico la pendiente del acceso Norte - Sur:

1.00%

Fg: 0.9950

Fp: Factor de ajuste por estacionamiento:

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

El acceso en estudio no cuenta con estacionamiento por lo tanto:

Fp = 1

Fbb: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$$

Se filtra que en la hora pico pasan los siguientes números de vehículos.

de buses / Camiones: 8

Fbb = 0.9680

Fa: Factor de ajuste por Tipo de área

$$\begin{array}{l} f_a = 0.9 \text{ en CBD} \\ f_a = 1 \text{ en otras áreas} \end{array}$$

Donde: CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad)

La intersección de estudio no se encuentra dentro de un centro de negocio, entonces:

Fa= 1.0000

Flu: Factor de ajuste por utilización de Carriles:

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

Vg= 8.00

Vgl= 8.00

N= 1.00

Flu= 1.0000

FLT: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda:

$$f_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}} \rightarrow \text{Carril Compartido}$$

$$f_{LT} = 0.95 \quad \text{Carril exclusivo}$$

PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

PLT= 0.00%

FLT = 1.0000

FRT: Factor de ajuste por vueltas a la derecha:

$$f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT} \quad \text{Carril compartido}$$

$$f_{RT} = 0.85 \quad \text{Carril exclusivo}$$

Nota:
 $f_{RT} \geq 0.050$

PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

PRT= 100.00%

FRT= 0.8500

Con los valores de parámetros se calcula el valor del Flujo de Saturación Real:

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

S= 1,594 veh/hora

Acceso Oeste - Este

solo F/D/I

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

Donde:

N: Número de Carriles 1

Sb: Autos particulares por hora de verde por línea

Sb: flujo de saturación Ideal

1900 Veh/h

Fw: factor de ajuste por ancho de carriles

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

W: El ancho de carril del Acceso oeste - este es:

3.95

fw= 1.0389

FHV: factor de ajuste por vehículos pesados

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

Del aforo se filtran que en la hora pico pasan los siguientes vehículos

de buses / Camiones: 3
total de vehículos Pesados (hora pico): 3
%HV: 100.00%

Con este Valor se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados:

$$\text{FHV} = 0.9862$$

Fg: factor de ajuste por pendiente de acceso:

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

En campo se verifico la pendiente del acceso Norte - Sur: 1.00%

$$\text{Fg:} = 0.9950$$

Fp: Factor de ajuste por estacionamiento:

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

El acceso en estudio no cuenta con estacionamiento por lo tanto:

$$\text{Fp} = 1$$

Fbb: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$$

Se filtra que en la hora pico pasan los siguientes números de vehículos.

de buses / Camiones: 3

$$\text{Fbb} = 0.9880$$

Fa: Factor de ajuste por Tipo de área

$$\begin{cases} f_a = 0.9 & \text{en CBD} \\ f_a = 1 & \text{en otras áreas} \end{cases}$$

Donde: CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad)

La intersección de estudio no se encuentra dentro de un centro de negocio, entonces:

Fa= 1.0000

Flu: Factor de ajuste por utilización de Carriles:

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

Vg= 3.00
 Vgl= 3.00
 N= 1.00
 Flu= 1.0000

FLT: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda:

$$F_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}} \rightarrow \text{Carril Compartido}$$

$f_{LT} = 0.95$ Carril exclusivo

PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

PLT= 0.00%

FLT = 1.0000

FRT: Factor de ajuste por vueltas a la derecha:

$$f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT} \quad \text{Carril compartido}$$

$f_{RT} = 0.85$ Carril exclusivo

Nota:
 $f_{RT} \geq 0.050$

PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

PRT= 100.00%

FRT= 0.8500

Con los valores de parámetros se calcula el valor del Flujo de Saturación Real:

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

S= 1,627 veh/hora

Anexo 17. Calculo de la Saturación Real de la intersección X2

X2 Intersección de la calle real con Jr. Santa rosa

CALCULO DE FLUJO DE SATURACION

Acceso Sur - Norte Solo F

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

Donde:

- N:** Número de Carriles 2
- Sb:** Autos particulares por hora de verde por línea
Sb: flujo de saturación Ideal 1900 Veh/h

Fw: factor de ajuste por ancho de carriles

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

W: El ancho de carril del Acceso Sur - Norte es: 2.75

fw= 0.9056

FHV: factor de ajuste por vehículos pesados

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

Del aforo se filtran que en la hora pico pasan los siguientes vehículos

- de buses / Camiones: 11
- total de vehículos Pesados (hora pico): 11
- %HV: 100.00%

Con este Valor se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados:

FHV = 0.9862

Fg: factor de ajuste por pendiente de acceso:

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

En campo se verifico la pendiente del acceso Norte - Sur:

1.00%

Fg: 0.9950

Fp: Factor de ajuste por estacionamiento:

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

El acceso en estudio no cuenta con estacionamiento por lo tanto:

Fp = 1

Fbb: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$$

Se filtra que en la hora pico pasan los siguientes números de vehículos.

de buses / Camiones:

11

Fbb = 0.9560

Fa: Factor de ajuste por Tipo de área

$$\begin{cases} f_a = 0.9 & \text{en CBD} \\ f_a = 1 & \text{en otras áreas} \end{cases}$$

Donde: CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad)

La intersección de estudio no se encuentra dentro de un centro de negocio, entonces:

Fa= 1.0000

Flu: Factor de ajuste por utilización de Carriles:

$$f_{lu} = \frac{V_g}{V_{g1}N}$$

Donde:

V_g = Tasa de Flujo de demanda no ajustada del grupo de carril.

V_{g1} = Tasa de Flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto.

N = Número de Carriles por Grupo

Vg= 11.00

Vg1= 11.00

N= 1.00

Flu= 1.0000

FLT: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda:

$$F_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}} \rightarrow \text{Carril Compartido}$$

$$f_{LT} = 0.95$$

Carril exclusivo

PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

PLT= 0.00%

FLT = 1.0000

FRT: Factor de ajuste por vueltas a la derecha:

$$f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT} \quad \text{Carril compartido}$$

$$f_{RT} = 0.85$$

Carril exclusivo

Nota:
 $f_{RT} \geq 0.050$

PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

PRT= 0.00%

FRT= 1.0000

Con los valores de parámetros se calcula el valor del Flujo de Saturación Real:

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

S= 3,228 veh/hora

Acceso Este - Oeste

SOLO D/I

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

Donde:

N: Número de Carriles 2

Sb: Autos particulares por hora de verde por línea

Sb: flujo de saturación Ideal

1900 Veh/h

Fw: factor de ajuste por ancho de carriles

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

W: El ancho de carril del Acceso este - oeste es:

2.45

$$f_w = 0.8722$$

FHV: factor de ajuste por vehículos pesados

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

Del aforo se filtran que en la hora pico pasan los siguientes vehículos

de buses / Camiones:	15	
total de vehículos Pesados (hora pico):		15
%HV:	100.00%	

Con este Valor se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados:

$$FHV = 0.9862$$

Fg: factor de ajuste por pendiente de acceso:

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

En campo se verifico la pendiente del acceso Norte - Sur: 1.00%

$$Fg = 0.9950$$

Fp: Factor de ajuste por estacionamiento:

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

El acceso en estudio no cuenta con estacionamiento por lo tanto:

$$Fp = 1$$

Fbb: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$$

Se filtra que en la hora pico pasan los siguientes números de vehículos.

de buses / Camiones:	15
----------------------	----

Fbb = 0.9400

Fa: Factor de ajuste por Tipo de área

$$\begin{matrix} f_a = 0.9 & \text{en CBD} \\ f_a = 1 & \text{en otras áreas} \end{matrix}$$

Donde: CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad)

La intersección de estudio no se encuentra dentro de un centro de negocio, entonces:

Fa= 1.0000

Flu: Factor de ajuste por utilización de Carriles:

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

Vg= 15.00
Vg1= 15.00
N= 1.00
Flu= 1.0000

FLT: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda:

$$F_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}} \rightarrow \text{Carril Compartido}$$

$f_{LT} = 0.95$ Carril exclusivo

PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

PLT= 0.00%

FLT = 1.0000

FRT: Factor de ajuste por vueltas a la derecha:

$$f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT} \quad \text{Carril compartido}$$

$f_{RT} = 0.85$ Carril exclusivo

Nota:
 $f_{RT} \geq 0.050$

PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

PRT= 100.00%

FRT= 0.8500

Con los valores de parámetros se calcula el valor del Flujo de Saturación Real:

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

S= 2,599 veh/hora

Acceso norte - sur solo F

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

Donde:

- N:** Número de Carriles 2
- Sb:** Autos particulares por hora de verde por línea
Sb: fuljo de saturación Ideal 1900 Veh/h

Fw: factor de ajuste por ancho de carriles

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

W: El ancho de carril del Acceso Norte - Sur es: 2.75

fw= 0.9056

FHV: factor de ajuste por vehículos pesados

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

Del aforo se filtran que en la hora pico pasan los siguientes vehículos

- de buses / Camiones: 15
- total de vehículos Pesados (hora pico): 15
- %HV: 100.00%

Con este Valor se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados:

FHV = 0.9862

Fg: factor de ajuste por pendiente de acceso:

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

En campo se verifico la pendiente del acceso Norte - Sur: 1.00%

Fg: 0.9950

Fp: Factor de ajuste por estacionamiento:

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

El acceso en estudio no cuenta con estacionamiento por lo tanto:

Fp = 1

Fbb: Factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_b}{3600}}{N}$$

Se filtra que en la hora pico pasan los siguientes números de vehículos.

de buses / Camiones: 15

Fbb = 0.9400

Fa: Factor de ajuste por Tipo de área

$f_a = 0.9$ en CBD
$f_a = 1$ en otras áreas

Donde: CBD = Distrito Central de Negocios (centro de la ciudad)

La intersección de estudio no se encuentra dentro de un centro de negocio, entonces:

Fa= 1.0000

Flu: Factor de ajuste por utilización de Carriles:

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

Vg= 15.00

Vg1= 15.00

N= 1.00

Flu= 1.0000

FLT: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda:

$$F_{LT} = \frac{1}{1 + 0.05P_{LT}} \rightarrow \text{Carril Compartido}$$

f_{LT} = 0.95 Carril exclusivo

PLT = proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

PLT= 0.00%

FLT = 1.0000

FRT: Factor de ajuste por vueltas a la derecha:

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

Carril compartido

$$f_{RT} = 0.85$$

Carril exclusivo

Nota:
 $f_{RT} \geq 0.050$

PRT = proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

PRT= 100.00%

FRT= 0.8500

Con los valores de parámetros se calcula el valor del Flujo de Saturación Real:

$$S = N * (S_b)(f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_\alpha)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})$$

S= 2,698 veh/hora

CÁLCULO NIVEL DE SERVICIO - INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA (X1 y X2) AÑO 2037

																	NIVEL DE SERVICIO				
ITEM	FASE	ACCESO	CARRIL	V	S	V/S	Y'	g	Co	g/Co	c = sg/Co	X = v/c	d1	d2	P F	TD (DEMORA)	NDS GIRO	TD ACCESO	NDS ACCESO	TD INTERSECCION	NDS INTERSECCION
Intersección X1	A	N-S	SOLO F	830	1360	0.61	0.79	34	55	0.62	840.73	0.99	22.18	17.06	1	-5.12	F	16.96	C	19.14	C
			SOLO FD	208	1349	0.15		34	55	0.62	833.93	0.25	31.60	0.03	1	31.64	D				
		S-N	SOLO F	1027	1296	0.79		34	55	0.62	801.16	1.28	10.32	172.28	1	41.96	E				
			SOLO FD	506	1246	0.41		34	55	0.62	770.25	0.66	5.13	1.44	1	6.57	B				
	B	O-E	SOLO F/D/I	468	1627	0.29	0.29	13	55	0.24	384.56	1.22	2.11	135.68	1	17.78	C	28.16	D		
		E-O	SOLO F/D/I	153	1594	0.10		13	55	0.24	376.76	0.41	13.48	46.41	1	59.89	E				
Intersección X2	A	S-N	SOLO F	1169	3228	0.36	0.36	34	55	0.53	1721.60	0.68	5.84	0.77	1	24.61	C	22.49	C	22.06	C
		N-S	SOLO F	946	2698	0.35		34	55	0.53	1438.93	0.66	5.73	0.79	2	31.04	D				
	B	E-O	SOLO D	364	2599	0.14	0.14	13	55	0.20	519.80	0.70	12.73	4.89	1	25.61	D	19.61	C		

Fuente: Elaboración propia – Utilizando Metodología HCM 1994.