UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL AUMENTO DEL FLUJO
VEHICULAR EN UN ÁREA DE ESTUDIO**

Caso de estudio: Av. Túpac Amaru entre la Calle Sánchez Cerro y la Av.

Tomás Valle

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Alvarado Castillo, Dante Alberto ([0000-0002-7610-141X](#))

ASESOR

Ing. Castro Aragon, Fernando Ramiro ([0000-0001-7638-5961](#))

Lima, 30 de noviembre de 2018

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Alberto Dante Alvarado Arellano por enseñarme y recordarme siempre, que todo es posible si me lo propongo. A mi madre, Nelly Matilde Castillo Liñán quien siempre estuvo a mi lado dándome su apoyo y enseñándome ver el lado positivo de las cosas.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todas las personas que me apoyaron para llegar a este punto de mi vida, pero sobre todo a mi Dios Jehová quien me dio esta oportunidad y me enseñó que siempre puedo contar con su ayuda en los momentos más críticos.

RESUMEN

La presente tesis analiza y plantea soluciones a las condiciones de tráfico actual y futuro en la intersección comprendida entre las avenidas Túpac Amaru y Tomás Valle, tomando como base los flujos vehiculares que ingresan adicionalmente por la Calle Sánchez Cerro. Se tomaron datos para calcular la capacidad de la infraestructura vial actualmente instalada, tales como control de tráfico, dispositivos viales dentro de la zona de estudio y geometría de la zona, así como los flujos vehiculares que ingresan a la Av. Túpac Amaru por la calle ya mencionada. Esta tesis se basa en la metodología del Highway Capacity Manual (HCM) (2010). Es así como con los datos obtenidos se determina la demanda vehicular que incide en la zona de estudio y luego se realiza el análisis de resultados obtenidos de la modelación con el Software Synchro V8, tanto para la situación actual como para la situación futura. Con ello se buscan reducir los problemas de demoras, saturación y niveles de servicio en las intersecciones, estimando el flujo vehicular a 6 años, periodo válido de sostenibilidad para un proyecto Vial Urbano, basándonos en el crecimiento vehicular del distrito de Independencia donde se encuentra la zona de estudio.

Palabras clave: Flujo Vehicular, Factores de flujo de saturación, Crecimiento vehicular.

PROPOSAL OF SOLUTION TO THE INCREASE OF THE VEHICULAR FLOW IN A STUDY AREA
Case study: Av. Túpac Amaru between Calle Sanchez Cerro and Av. Tomás Valle

ABSTRACT

Independence This thesis analyzes and planted a Solution The current conditions and future traffic in the intersection of the avenues including Tupac Amaru and Thomas Valle, based on vehicle flows additionally enter the street Sanchez Cerro. Data were taken to calculate the capacity of the currently installed Road Infrastructure, tales traffic control Como, vials devices within the study area and geometry of the area and traffic flows entering the Av. Tupac Amaru street already mentioned. This thesis is based on the Methodology Manual Highway Capacity (HCM) (2010). Thus, with the data obtained vehicular demand affects the study area is determined and then the analysis of results obtained from the modeling software with V8 Synchro is done, both for the current situation as future situation. This would seek to solve the problems of delays, saturation and service levels at intersections, estimating traffic flow to 6 years valid period of Sustainability for a road project Urbano, based on the vehicular Growth District of Independence where it meets the Study zone.

Key Words: Vehicular flow, flow Factors saturation, growth vehicle.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 UBICACIÓN	5
1.4.1. Situación actual.....	6
1.2.1.1 Indicadores Socioeconómicos	6
1.3 ESTADO DEL ARTE.....	8
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.4.1 Congestión vehicular	14
1.4.1.1 Horario pico en las tardes	14
1.4.1.2 Horario pico en las mañanas.....	15
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA.....	16
1.5.1 Justificación.....	16
1.5.2 Importancia.....	16
1.6 ALCANCE	16
1.7 HIPÓTESIS	17
1.8 OBJETIVOS	17
1.8.1 Objetivo general	17
1.8.2 Objetivos específicos.....	17
1.9 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.9.1 Social	18
1.9.2 Espacial.....	18
1.9.3 Conceptual	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. DEFINICIONES DE TÉRMINOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO.....	19
2.2.1 Highway capacity manual (HCM) (2010)	21
2.3 INGENIERÍA DE TRÁNSITO E INGENIERÍA DE TRANSPORTE.....	21
2.3.1 Ingeniería de Transporte.....	21
2.3.2 Ingeniería de Tránsito.....	22
2.4 SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)	22

2.4.1	Sistema de transporte público.....	22
2.4.2	Sistema de transporte privado.....	23
2.5	ELEMENTOS QUE COMPONEN EL TRÁNSITO	23
2.6	FLUJO VEHICULAR	23
2.6.1	Tipos de flujo de tráfico.....	23
2.6.1.1	Flujo continuo.....	24
2.6.1.2	Flujo discontinuo o ininterrumpido	24
2.7	TEORÍAS DE TRÁNSITO.....	25
2.7.1	Características fundamentales del flujo vehicular	25
2.7.1.1	Velocidad.....	25
2.8	VOLUMEN O INTENSIDAD DE TRÁNSITO	25
2.9	DENSIDAD.....	26
2.10	MÉTODOS EN EL CONTEO VEHICULAR Y CONTEO PEATONAL.....	26
2.11	HORA PICO Y FACTOR DE HORA PICO.....	27
2.11.1	Hora Pico	27
2.11.2	El factor de la hora Pico (FHP)	27
2.12	MODELOS DE TRÁFICO	28
2.12.1	Modelos Macroscópicos	28
2.12.2	Modelos Microscópicos.....	29
2.12.2.1	Modelos de seguimiento de vehículos.....	30
2.12.2.2	Modelos de GIPPS.....	30
2.12.3	Modelos Mesoscópicos.....	31
2.13	NIVEL DE SERVICIO	31
2.14	MEDIDA DE EFECTIVIDAD	35
2.15	DEFINICIÓN DE CAPACIDAD	35
2.16	INFORMACIÓN DEL SOFTWARE SYNCHRO V.8	36
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA TESIS.....		37
3.1	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO.....	37
3.1.1	Zona de estudio: Av. Túpac Amaru en el distrito de Independencia	37
3.1.1.1	Población y Muestra	38
3.1.1.2	Técnicas e Instrumentos de medición.....	42
3.1.2	Toma de medidas de los cruces más congestionados	45

3.1.2.1	Av. Túpac Amaru interceptado con la Calle Sánchez Cerro.....	45
3.1.2.2	Av. Túpac Amaru interceptado con Av. Tomás Valle.	46
3.1.2.3	Av. Túpac Amaru interceptado con el Terminal Terrestre Plaza Norte y el Mercado Central	47
3.1.3	Estudio de la demanda.....	48
3.1.4	Toma de tiempo de fases Semafóricas.	52
3.1.4.1	Toma de tiempo de fases Semafóricas (Av. Túpac Amaru – Calle Sánchez Cerro)	52
3.1.4.2	Toma de tiempo de fases Semafóricas (Av. Túpac Amaru –Av. Tomás Valle) 53	
3.1.4.3	Calculo de tiempo Semafórico	54
3.1.5	Aforo Peatonal.....	57
3.1.5.1	Aforo Peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro.....	57
3.1.5.2	Aforo Peatonal de la Av. Túpac Amaru con Av. Tomás Valle	60
3.1.5.3	Aforo Peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada al terminal Terrestre y el Mercado Central	62
3.2	PROYECTO DEL TRÁNSITO A FUTURO	64
3.2.1	Tasa de crecimiento vehicular anual.	64
3.2.2	Tasa de crecimiento peatonal anual.....	66
CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE RESULTADOS		67
4.1	NIVEL DE SERVICIO EN LOS CRUCES POR EL METODO DE FLUJO DE SATURACIÓN	67
4.1.1	Determinar el Valor de VHDM y FHMD	69
4.1.2	Análisis de nivel de servicio.....	71
4.1.3	Análisis de los factores de servicio.....	73
4.1.4	Determinación de las demoras por acceso.....	81
4.2	SITUACIÓN ACTUAL.....	87
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA AL ESTUDIO DEL IMPACTO VIAL		90
5.1	PROPUESTA PARA LA SOLUCIÓN.....	90
5.1.1	Alternativa 1: Realizar un cambio de tiempo semafórico.	90
5.1.2	Alternativa 2: Cambiar el giro carriel de carriel en un cruce.	94

5.1.3	Alternativa 3: Ampliar un nuevo carriel en el área de estudio.....	98
5.1.4	Alternativa 4: Juntar las alternativas 1, 2, 3 para encontrar la solución más viable. 102	
5.2	PROPUESTA PARA EL AÑO 2024.....	106
5.2.1	Aumento vehicular para el año 2024 – Sin Modificaciones.....	106
5.2.2	Aumento vehicular para el año 2024 – con Modificaciones	109
5.2.3	Modificación en la Av. Túpac Amaru entre las Av. Tomás Valle y Calle Sánchez Cerro utilizando el software Synchro V8	112
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES		117
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....		119
REFERENCIAS.....		120
ANEXOS.....		122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados de la Población en Lima Metropolitana y Callao	6
Tabla 2: Determinación de factores Flujo del estudio	12
Tabla 3: Datos de calibración de modelo grafico para el acceso tipo 2CR	12
Tabla 4: Datos de la calibración de modelo gráfico para el acceso tipo 2CR	13
Tabla 5: Relación de vehículos equivalentes	48
Tabla 6: Turno Mañana- Conteo Av. Túpac Amaru /Calle Sánchez Cerro	49
Tabla 7: Turno Tarde - Conteo Av. Túpac Amaru /Calle Sánchez Cerro	49
Tabla 8: Turno Noche - Conteo Av. Túpac Amaru /Calle Sánchez Cerro	50
Tabla 9: Turno Mañana - Conteo Av. Túpac Amaru /Av. Tomás Valle	50
Tabla 10: Turno Tarde - Conteo Av. Túpac Amaru /Av. Tomás Valle	51
Tabla 11: Turno Noche - Conteo Av. Túpac Amaru /Av. Tomás Valle	51
Tabla 12: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la mañana Av. Tomás Valle- Calle Sánchez Cerro	52
Tabla 13: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la tarde Av. Tomás Valle- Calle Sánchez Cerro	52
Tabla 14: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la noche - Av. Tomás Valle- Calle Sánchez Cerro	53
Tabla 15: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la mañana Av. Túpac Amaru- Av. Tomás Valle	53
Tabla 16: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la tarde Av. Túpac Amaru- Av. Tomás Valle	53
Tabla 17: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la noche Av. Túpac Amaru- Av. Tomás Valle	54
Tabla 18: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro en el turno de Mañana	58
Tabla 19: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro en el turno de Tarde	58
Tabla 20: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro en el turno de Noche	59
Tabla 21: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle en el Turno de Mañana	60

Tabla 22: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle Turno de Tarde	61
Tabla 23: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle Turno de Noche	61
Tabla 24: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central turno Mañana	62
Tabla 25: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central turno Tarde	63
Tabla 26: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central turno Noche	63
Tabla 27: Parque automotor en circulación a nivel nacional, según departamento 2004-2012	64
Tabla 28: Incremento porcentual del parque automotor.....	65
Tabla 29: Incremento porcentual del parque automotor.....	66
Tabla 30: Flujo vehicular contabilizado que ingresa por la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)	67
Tabla 31: Flujo vehicular contabilizado que pasan por la intersección Av. Túpac Amaru con Terminal Terrestre Plaza Norte (Turno Mañana)	68
Tabla 32: Flujo vehicular contabilizado que pasan por la intersección Av. Túpac Amaru con Av. Tomás Valle (Turno Mañana)	68
Tabla 33: Formula del FHMD con una demanda cada 15 min	69
Tabla 34: Valores de VHMD y FHMD de la intersección por la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)	69
Tabla 35: Valores de VHMD y FHMD de la intersección por la Av. Túpac Amaru con Terminal Terrestre Plaza Norte (Turno Mañana)	70
Tabla 36: Valores de VHMD y FHMD de la intersección por la Av. Túpac Amaru con Av. Tomás Valle (Turno Mañana)	70
Tabla 37: Análisis de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana).....	71
Tabla 38: Cálculo de la demanda de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana).....	71
Tabla 39: Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para dimensionamiento de carreteras.....	72

Tabla 40: Cálculo de promedio de vehículos de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana).....	72
Tabla 41: Cálculo de oferta de vehículos de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana).....	73
Tabla 42: Factor de ajuste por ancho de Carril.....	73
Tabla 43: Factor de ajuste por ancho de Carril para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana).....	78
Tabla 44: Factor de ajuste por vehículos pesados para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)	78
Tabla 45: Factor de ajuste por pendiente para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana).....	79
Tabla 46: Factor de ajuste por Estacionamiento para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)	79
Tabla 47: Factor de ajuste por bloqueo de buses para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)	79
Tabla 48: Factor de ajuste por Tipo de área para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana).....	80
Tabla 49: Factor de ajuste por Utilización de Carriles para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)	80
Tabla 50: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)	80
Tabla 51: Factor de ajuste por vueltas a la derecha para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)	81
Tabla 52: Factor de ajuste por peatones para grupos con giro a la izquierda para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana).....	81
Tabla 53: Tabla de demora de nivel de servicio	83
Tabla 54: Tiempo de demora para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez (Turno de la Mañana).....	84
Tabla 55: Tiempo de demora para la Av. Túpac Amaru con el Terminal Terrestre Plaza Norte (Turno de la Mañana)	85
Tabla 56: Tiempo de demora para la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle (Turno de la Mañana).....	86

Tabla 57: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro	87
Tabla 58: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminal Terrestre.....	88
Tabla 59: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle.....	89
Tabla 60: Calculo de tiempo semafórico	90
Tabla 61: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la modificación del tiempo semafórico.....	91
Tabla 62: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la modificación del tiempo semafórico	92
Tabla 63: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la modificación del tiempo semafórico.	93
Tabla 64: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la modificación de cambio de carril	95
Tabla 65: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la modificación de cambio de carril	96
Tabla 66: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la modificación de cambio de carril	97
Tabla 67: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la ampliación del nuevo carril.....	99
Tabla 68: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la ampliación del nuevo carril	100
Tabla 69: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la ampliación del nuevo carril	101
Tabla 70: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la modificación de la alternativa 4.....	103
Tabla 71: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la modificación de la alternativa 4	104
Tabla 72: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la modificación de la alternativa 4	105
Tabla 73: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – Sin Modificaciones - Futuro	106

Tabla 74: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con el Terminal Terrestre	107
Tabla 75: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle	108
Tabla 76: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – Con Modificaciones - Futuro	109
Tabla 77: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con el Terminal Terrestre – Con Modificaciones – Futuro	110
Tabla 78: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – Con Modificaciones – Futuro	111
Tabla 79: Nivel de servicio Old ICU y New ICU	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Av. Túpac Amaru antes del Metropolitano.....	4
Figura 2: Av. Túpac Amaru después del Metropolitano en horas punta.....	4
Figura 3: Ubicación del Distrito de Independencia en Lima Metropolitana	5
Figura 4: Independencia y sus límites políticos en Lima Norte	5
Figura 5: Delimitación de la Zona de Estudio	6
Figura 6: Parque automotor nacional 1990-2014	7
Figura 7: Aumento del producto bruto interno 1990 - 2014	7
Figura 8: Representación gráfica de los accesos tipo 2CR, 3CR 3CCDCI y 3CCD	9
Figura 9: Ejemplo de representación gráfica de la codificación de carriles	10
Figura 10: Modelo gráfica, acceso tipo 2CR	11
Figura 11: Modelo gráfica, acceso tipo 3CR	11
Figura 12: Congestión vehicular en la estación de TOMÁS VALLE (METROPOLITANO)	14
Figura 13: Congestión vehicular en la estación de TOMÁS VALLE (METROPOLITA) .	15
Figura 14: Nivel de Servicio A.....	32
Figura 15: Nivel de Servicio B	32
Figura 16: Nivel de Servicio C	33
Figura 17: Nivel de Servicio D.....	33
Figura 18: Nivel de Servicio E	34
Figura 19: Nivel de Servicio F	34
Figura 20: Zona de estudio delimitada	37
Figura 21: Av. Túpac Amaru (dirección hacia el norte) interceptado con la Av. Tomás Valle	38
Figura 22: Av. Tomás Valle	39
Figura 23: Gasolinera REPSOL	39
Figura 24: Mercado Central (FEVACEL)	40
Figura 25: Gran Terminal Terrestre (PLAZA NORTE).....	40
Figura 26: Salida de buses Gran Terminal Terrestre (PLAZA NORTE)	41
Figura 27: Colegio e Iglesia Cristiana (El Aposento Alto)	41
Figura 28: Área de estacionamiento de la Institución Educativa N°2032 Manuel Scorza Torres.....	42
Figura 29: Medición del Área de estudio de manera manual utilizando una cinta métrica	42

Figura 30: Análisis de pendiente utilizando el programa computacional Google Earth	43
Figura 31: Análisis de pendiente utilizando el programa computacional Google Earth	43
Figura 32: Visualización del nivel de congestión vehicular (24/05/2017 a la 1:47pm)	44
Figura 33: Visualización del nivel de congestión vehicular (24/05/2017 a la 1:48 pm)	44
Figura 34: Av. Túpac Amaru interceptado con la Calle Sánchez Cerro	45
Figura 35: Av. Túpac Amaru interceptado Av. Tomás Valle	46
Figura 36: Av. Túpac Amaru interceptado con el Terminal Terrestre y con el Mercado Central	47
Figura 37: Cálculo del ámbra	54
Figura 38: Cálculo del todo rojo.....	55
Figura 39: Tiempo perdido de ciclo	55
Figura 40: Razón de flujo crítico por fase	55
Figura 41: Ciclo óptimo (Webster).....	56
Figura 42: Asignación de tiempo de verde.....	56
Figura 43: Tiempo de verde asignado por fase.....	56
Figura 44: Av. Túpac Amaru interceptado Calle Sánchez Cerro (desplazamiento de peatones).....	57
Figura 45: Av. Túpac Amaru interceptado con la Av. Tomás Valle (desplazamiento de peatones).....	60
Figura 46: Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central (desplazamiento de peatones)	62
Figura 47: Factor de ajuste por vehículos pesados	74
Figura 48: Factor de ajuste por pendiente	74
Figura 49: Factor de ajuste por Estacionamiento	74
Figura 50: Factor de ajuste por bloqueo de buses	75
Figura 51: Factor de ajuste por Tipo de área	75
Figura 52: Factor de ajuste por Utilización de Carriles.....	75
Figura 53: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda	76
Figura 54: Factor de ajuste por vueltas a la derecha.....	76
Figura 55: Factor de ajuste por peatones y bicicletas para grupos con giro a la izquierda .	77
Figura 56: Factor de ajuste por peatones y bicicletas para grupos con giro a la izquierda .	77
Figura 57: Tasa de flujo de saturación ajustada	77
Figura 58: Ecuación para la base de flujo de saturación	81

Figura 59: Demora Uniforme por Acceso	82
Figura 60: Demora Incremental.....	82
Figura 61: Determinación de las demoras por Accesos	82
Figura 62: Alternativa de solución cambio de giro de carriel.	94
Figura 63: Uso de la mora Municipal entre la calle Sánchez Cerro hasta la intersección con el Terminal Terrestre	98
Figura 64: Adaptación del modelo real al modelo virtual	112
Figura 65: Cantidad vehicular en las intersecciones	113
Figura 66: Modificación de los factores de flujo de saturación el Synchro V8	113
Figura 67: Datos Actuales de la cantidad vehicular en el turno del medio día sin modificar	114
Figura 68: Datos Actuales de la cantidad vehicular en el turno del medio día modificados	114
Figura 69: Nivel de servicio ICU en los botones de información grafica	115
Figura 71: Datos Actuales de la cantidad vehicular en el turno del medio día sin modificar (ICU).....	116
Figura 72: Datos Actuales de la cantidad vehicular en el turno del medio día modificados (ICU).....	116

INTRODUCCIÓN

El rápido incremento poblacional concentrado en zonas urbanas, el aumento de poder adquisitivo y relativo bienestar económico del país se ha visto reflejado en el crecimiento del parque automotor.

Con el paso de los años el distrito de Independencia es hoy el Centro Económico de Lima Norte, cuenta con grandes industrias, centros comerciales, colegios y edificios, convirtiéndose en la principal zona comercial limeña, futura capital económica del Perú.

Ante esto la Municipalidad de Lima Metropolitana implemento el incremento de la capacidad vial, por lo que optó en la implementación de un sistema de transporte público masivo el Metropolitano con el fin revolucionar el transporte en Lima, modificando un gran número de avenidas, pero esta solución fue insuficiente en el distrito de Independencia, en la intersección comprendida entre las avenidas Túpac Amaru y Tomás Valle. Tomando como base los flujos vehiculares que ingresan adicionalmente por los Jirones aledaños, por lo que ha generado un problema de congestionamiento vehicular sobre todo en horas punta, que llega al nivel de la saturación y por ende un sinnúmero de quejas e insatisfacciones por usuarios y propietarios.

Ante este problema surge el presente trabajo de tesis del Estudio de Impacto vial debido al aumento de capacidad vial en las Av. Túpac Amaru y Tomás Valle en el Distrito de Independencia. Con el objetivo de determinar la solución adecuada para el problema de congestión vehicular, en las intersecciones de las Avenidas Túpac Amaru y Tomás Valle.

Por consiguiente, el trabajo de esta Tesis consiste en estudiar y analizar la influencia del congestionamiento vehicular para mejorar las condiciones de tráfico, los problemas de demoras, saturación, y niveles de servicio en la intersección comprendida entre las avenidas Túpac Amaru y Tomás Valle, proyectando el flujo vehicular a 5 años, periodo válido de proyección para un proyecto vial urbano. Y así tomar las medidas necesarias para mitigar la congestión.

Por lo expuesto, el presente trabajo comprende:

Capítulo I: Generalidades, antecedentes, ubicación del proyecto, situación actual, estado del arte planteamiento del problema, justificación, alcance, hipótesis, objetivos y delimitación de la investigación.

Capítulo II: Marco teórico. Definiciones de términos de ingeniería de tránsito. Conceptos a emplearse en la presente tesis.

Capítulo III: Recolección de datos. Recopilación de información de campo, se empieza a describir la recolección de datos, lo que implica el aforo (vehicular y peatonal), realizado en la intersección señalad, en el horario en que se encuentre el factor de hora pico.

Capítulo IV: Evaluación de resultados. Con el nivel de servicio en los cruces por el método de flujo de saturación.

Capítulo V: Propuesta de mejora al Estudio del Impacto Vial

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

En la década de los años 50, se produjo un gran incremento de la migración interna hacia la capital, la mayoría de las familias que buscaban un mejor porvenir en la capital se establecieron en barriadas populares, de esta manera surgieron los asentamientos humanos como Comas en el norte de Lima. La Municipalidad de Independencia (2015) señala que:

Con el fin de que las familias migrantes adquirieran su terreno propio en “el año 1959 se fundaron las Asociaciones de Padres de Familia Pro-vivienda “Tahuantinsuyo” y “Pampa de Cueva” – Urbanización Independencia. El 16 de marzo de 1964, mediante ley número 14965, fue creado el distrito Independencia.

Y con el paso de los años el distrito de Independencia es hoy el Centro Económico de Lima Norte, tal como cuenta la Municipalidad de Independencia (2011) “cuenta con grandes industrias y ha alcanzado un importante nivel de crecimiento económico gracias a la llegada de grandes inversiones, capitales peruanos y extranjeros que atraen mensualmente a millones de visitantes de todas partes de la capital.”, convirtiéndose en la principal zona comercial limeña, futura capital económica del Perú.

Y este aumento de poder adquisitivo y relativo bienestar económico del distrito de Independencia se ha visto reflejado en el incremento de centros comerciales, colegios, edificios, y crecimiento del parque automotor. Al respecto, Nuñez y Villanueva (2014) señalan que:

Todos estos factores repercuten directamente en el transporte, la presencia de estos locales comerciales y residenciales han incrementado el flujo vehicular, tanto particular como público, el impacto vial causado no estaba previsto y el colapso de las vías ha sido permitido por las diversas gestiones municipales (p.6).

Ante esto la Municipalidad de Lima Metropolitana implemento el incremento de la capacidad vial, por lo que optó en la implementación de un sistema de transporte público masivo el Metropolitano con el fin revolucionar el transporte en Lima, modificando un gran número de avenidas la **Figura 1** fueron tomadas antes de la creación del Metropolitano; la

Figura 2 es la Av. Túpac Amaru adaptada con el metropolitano), pero esta solución fue insuficiente debido al éxito comercial del Campo Ferial “Mercado Central”, Terminal Terrestre “Plaza Norte”, Centro Comercial “Plaza Norte”, IEP “Aposento Alto, Iglesia Evangélica “Aposento Alto”, sobre todo el Centro Comercial Plaza Norte como el de mayor venta a nivel nacional, trajo como consecuencia el congestionamiento vehicular sobre todo en horas punta, que llega al nivel de la saturación.

ANTES DEL METROPOLITANO

Figura 1: Av. Túpac Amaru antes del Metropolitano

Derechos reservados

DESPUÉS DEL METRO POLITANO

Figura 2: Av. Túpac Amaru después del Metropolitano en horas punta

Derechos Reservados

1.2 UBICACIÓN

El distrito de Independencia es uno de los 43 distritos que conforma la Provincia de Lima ubicada en el área norte de Lima Metropolitana, este distrito de Independencia fue creado por ley No. 14965 del 16 de marzo de 1964, tiene una superficie de 14.56 Km² (1456 Há²) mientras que el área ocupada es de 6.34 Km². **(Figura 3)**

Figura 3: Ubicación del Distrito de Independencia en Lima Metropolitana

Derechos reservados

Sus límites son por el Norte con el distrito de Comas, por el Este con distrito de San Juan de Lurigancho, por el Sur con los distritos de El Rímac y San Martín de Porres y por el Oeste con el distrito de Los Olivos. **(Figura 4)**

Figura 4: Independencia y sus límites políticos en Lima Norte

Derechos reservados

El tramo vial en estudio se encuentra en la Intersección de la Av. Túpac Amaru y Av. Tomás Valle en el distrito de Independencia. (**Figura 5**)

Figura 5: Delimitación de la Zona de Estudio

Adaptado de: “Google Maps”, por Google Maps, 2016

1.4.1. Situación actual

1.2.1.1 Indicadores Socioeconómicos

Población de Lima Metropolitana y Callao

La Tabla 1 muestra los datos obtenidos de los Censos Nacionales de Población de los años 1995, 2000, 2005, 2010 y 2015, los cuales muestran el incremento de la población que está sujeto a la mayor demanda (**Tabla 1**).

Tabla 1: Resultados de la Población en Lima Metropolitana y Callao

CENSO POBLACIONAL					
DEPARTAMENTOS	1995	2000	2005	2010	2015
Callao	681,896	773,701	868,819	961,996	1,052,286
Lima	6,797,650	7,475,495	8,137,406	8,771,928	9,365,699

Nota: Resultados de la Población en Lima Metropolitana y Callao tomado de Instituto Nacional de Estadística e Informática

En la se muestra el incremento del parque automotor en los últimos años según la Dirección de Estadística del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) (**Figura 6**).

Figura 6: Parque automotor nacional 1990-2014

Adaptado de: “Dirección de Estadística de la OGPP (Oficina General de Planeamiento y Presupuesto)”, por el MTC, 2016

Muestra el crecimiento del Perú en los últimos años (**Figura 7**).

Figura 7: Aumento del producto bruto interno 1990 - 2014

Adaptado de: “Dirección de Estadística de la OGPP (Oficina General de Planeamiento y Presupuesto)”, por el MTC, 2016

Estos datos son importantes porque refleja la situación actual del país, reflejando el porqué del aumento del parque automotor y aparición de los nuevos focos de impacto vial.

1.3 ESTADO DEL ARTE

Análisis de los Factores de ajuste por utilización de carril en intersecciones semaforizadas de Bogotá D. C (Ricardo José Peña Lindarte):

Según el autor Ricardo José Peña Lindarte a deseado realizar un diseño de un sistema de tránsito vehicular utilizando los datos del manual de Capacidad de Carretera de Estados Unidos (HCM) (2010), con el fin de obtener un diseño que pueda emplearse y reducir el tráfico que existe en Bogotá, Colombia.

Con el fin de realizar los procesos mostrados en la norma se comenzó con la muestra de un conteo, con el fin de obtener el tiempo de espera de la congestión vehicular que existe en los diferentes cruces, ante esto es necesario identificar los diferentes tipos de factores que pueden afectar directa e indirectamente el tráfico.

- Factor de ajuste de estacionamiento.
- Factor de ajuste por el tipo de área.
- Factor de inclinación de rasante.
- Factor de ajuste de bloqueo por la operación de buses.
- Factor de vehículos pesados.
- Factor de ajuste por giros a la derecha o a la izquierda en el grupo de carrieles.
- Factor de ajuste por peatones y bicicletas.

A continuación, se mostrará el sector que se va a trabajar, el sector asignado es un cruce principal ubicado en Bogotá, Colombia. La característica de este cruce es que cuenta con 5 accesos diferente por la cuales los vehicular pueden pasar. A continuación, se mostrará un plano y también el tipo de giro y direcciones que cuenta cada uno de estos carriles. **(Figura 8)**

Figura 8: Representación gráfica de los accesos tipo 2CR, 3CR 3CCDCI y 3CCD

Adaptado de: “Análisis de los Factores de ajuste por utilización de carril en intersecciones semaforizadas de Bogotá”, por Ricardo José Peña, 2010

- **2CR** Con 2 carriles directos
- **2CCD** Con 2 carriles directos, carril derecho compartido
- **2CCI** Con 2 carriles directos, carril izquierdo compartido
- **2CCDCI** Con 2 carriles directos, carriles derecho e izquierdo compartido
- **2CED** Con 2 carriles directos y con un carril derecho exclusivo
- **2CEI** Con 2 carriles directos y con un carril izquierdo exclusivo
- **2CCDEI** Con 2 carriles directos, carril derecho compartido y con un carril izquierdo exclusivo
- **3CR** Con 3 carriles directos
- **3CCD** Con 3 carriles directos, carril derecho compartido
- **3CCI** Con 3 carriles directos, carril izquierdo compartido
- **3CCDCI** Con 3 carriles directos, carriles derecho e izquierdo compartido
- **3CED** Con 3 carriles directos y con un carril derecho exclusivo
- **3CEI** Con 3 carriles directos y con uno o dos carriles izquierdos exclusivo
- **4CCD** Con 4 carriles directos, carril derecho compartido
- **4CCI** Con 4 carriles directos, carril izquierdo compartido
- **4CEI** Con 4 carriles directos y con dos carriles izquierdos exclusivo
- **5CCD** Con 5 carriles directos, carril derecho compartido
- **5CCDEI** Con 5 carriles directos, carril derecho compartido y con un carril izquierdo exclusivo

Como se ha podido apreciar existen 5 carriles, cabe recalcar que el autor hace la característica de la teoría de los factores de flujo de saturación en la cual agrupo los carriles por grupo.

Caracterización del tránsito: Actividad realizada con base en los registros históricos de volúmenes vehiculares, obteniéndose información en la hora de máxima demanda asociada a volúmenes, composición y movimientos vehiculares permitidos.

Para poder facilitar el proceso de análisis de recopilación el autor hace la evaluación del factor de utilización del carril; para los grupos se denominan carriles con el número de sentido del flujo vehicular, seguido con la letra a la cual corresponde el carril en el estudio de la **(Figura 9)**.

Figura 9: Ejemplo de representación gráfica de la codificación de carriles

Adaptado de: “Análisis de los Factores de ajuste por utilización de carril en intersecciones semaforizadas de Bogotá”, por Ricardo José Peña, 2010

- Código del sentido de flujo de vehicular:
 - ✓ Flujo vehicular sentido norte – sur -----código 1
 - ✓ Flujo vehicular sentido sur – norte -----código 1
 - ✓ Flujo vehicular sentido occidente - oriente -----código 1
 - ✓ Flujo vehicular sentido oriente - occidente -----código 1
- Código del carril:
 - ✓ Nombrado con la Letra A el carril exterior, con la letra B la siguiente ya si sucesivamente

Al finalizar el proyecto de campo, se logró obtener la información técnica necesaria en la cual se obtuvo 88 accesos de 48 intersecciones semaforizadas en 13 corredores viales (13 cruces de avenidas diferentes) y a su vez asociado a 233 carriles, en los cual 90 grupos de ellos mostraron un nivel de confianza del 82%.

Una vez obtenida la amplitud de los intervalos de agrupación de los volúmenes vehiculares fue de 500 veh/h y el modelo gráfico se generó con los valores promedio de los factores de utilización de carril en relación con los valores promedios de los volúmenes vehiculares existentes en cada uno de los intervalos. A continuación, se detallan los resultados obtenidos.

- Accesos dos carriles directos (2CR): modelo gráfico $y = -7,02E-09X^2 + 9,61E-05X + 0,80674$ (**Figura 10**)

Figura 10: Modelo gráfica, acceso tipo 2CR

Adaptado de: “Análisis de los Factores de ajuste por utilización de carril en intersecciones semaforizadas de Bogotá”, por Ricardo José Peña, 2010

- Accesos tres carriles directos (3CR): modelo gráfico $y = 2,5E-08X^2 + 1,72E-05X + 0,6851$ (**Figura 7**)

Figura 11: Modelo gráfica, acceso tipo 3CR

Adaptado de: “Análisis de los Factores de ajuste por utilización de carril en intersecciones semaforizadas de Bogotá D. C”, por Ricardo José Peña, 2010

Adicionalmente se obtuvo el cuadro de valores de periodo pico, en la cual muestra el factor de utilización del carril, el volumen vehicular de grupo de carriles. (**Tabla 2**)

Tabla 2: Determinación de factores Flujo del estudio

Dos carriles directos (2CR)			Valores periodo pico								
Dirección	Sentido	Periodo	Vol. Veh. grupo de carriles	FHP	Composición vehicular			% Utilización del carril			Factor de utilización de carril
					VL	B	C	A	B	C	
Calle 72 x Carrera 43	E-W	16:05 - 17:05	1294	0,77	88,5%	5,6%	6,0%	46,3%	53,7%	-	0,931
Carrera 7 X Calle 112	S-N	19:05 - 20:05	1802	0,83	99,9%	0,1%	0,0%	49,1%	50,9%	-	0,983
Avenida 68 X Diagonal 3	S-N	06:05 - 07:05	2037	0,86	98,6%	0,2%	1,1%	52,6%	47,4%	-	0,950
Avenida 68 X Calle 23	N-S	06:25 - 07:25	2058	0,80	99,1%	0,0%	0,8%	51,0%	49,0%	-	0,980
Avenida Boyacá X Diagonal 9	N-S	06:00 - 07:00	2077	0,84	98,1%	0,3%	1,6%	45,5%	54,5%	-	0,917
Carrera 7 X Calle 106	N-S	06:15 - 07:15	2236	0,84	99,8%	0,0%	0,2%	48,1%	51,9%	-	0,964
Avenida Boyacá X Diagonal 9	S-N	06:00 - 07:00	2301	0,84	99,1%	0,3%	0,6%	52,5%	47,5%	-	0,952
Avenida 68 X Calle 66	N-S	06:20 - 07:20	2441	0,84	99,9%	0,0%	0,1%	50,9%	49,1%	-	0,982
Tres carriles directos (3CR)			Valores periodo pico								
Dirección	Sentido	Periodo	Vol. Veh. grupo de carriles	FHP	Composición vehicular			% Utilización del carril			Factor de utilización de carril
					VL	B	C	A	B	C	
Autopista Medellín X Transversal 96	E-W	20:00 - 21:00	2225	0,64	96,5%	0,9%	2,6%	41,6%	29,1%	29,3%	0,801
Avenida Ciudad de Quito X Calle 2	S-N	06:15 - 07:15	2584	0,84	99,5%	0,1%	0,3%	34,5%	33,6%	31,9%	0,967
Avenida Ciudad de Quito X Avenida 3	N-S	16:25 - 17:25	2610	0,79	98,0%	0,1%	2,0%	35,1%	33,1%	31,8%	0,950
Avenida Boyacá X Calle 126A	N-S	06:20 - 07:20	2639	0,79	91,8%	4,9%	3,3%	24,7%	34,5%	40,8%	0,817
Autopista Medellín X Transversal 92A	W-E	06:25 - 07:25	2752	0,76	92,1%	5,3%	2,5%	22,3%	37,8%	39,9%	0,835
Avenida Ciudad de Quito X Avenida 3	S-N	06:20 - 07:20	2859	0,80	98,8%	0,2%	1,0%	33,4%	33,5%	33,2%	0,996
Dos carriles exclusivos izquierdos (2CEI)			Valores periodo pico								
Dirección	Sentido	Periodo	Vol. Veh. grupo de carriles	FHP	Composición vehicular			% Utilización del carril			Factor de utilización de carril
					VL	B	C	A	B	C	
Avenida Boyacá X Avenida Iberia	N-S	06:15 - 07:15	973	0,65	96,0%	3,5%	0,5%	48,4%	51,6%	-	0,969

Nota: Análisis de los Factores de ajuste por utilización de carril en intersecciones semaforizadas de Bogotá D.C

En este caso los autores están dando a conocer el modelo que ha realizado utilizando los factores de flujo de saturación y mostrando el porcentaje de utilización por cada carril y adicionalmente un rango entre vehículos por hora. (**Tabla 3 y Tabla 6**)

Tabla 3: Datos de calibración de modelo grafico para el acceso tipo 2CR

Rango Vol. Máx. (Veh/h)	Vol. Máx Promedio (Veh/h)	f_{LU}
[0 - 2500]	1659	0,924
[0 - 500]	495	0,845
[500 - 1000]	880	0,894
[1000 - 1500]	1182	0,875
[1500 - 2000]	1751	0,949
[2000 - 2500]	2192	0,957

Nota: Análisis de los Factores de ajuste por utilización de carril en intersecciones semaforizadas de Bogotá D. C

Tabla 4: Datos de la calibración de modelo gráfico para el acceso tipo 2CR

Rango Vol. Máx. (Veh/h)	Vol. Máx Promedio (Veh/h)	f_{Lu}
[0 - 3000]	1995	0,832
[0 - 500]	341	0,697
[500 - 1000]	-	-
[1000 - 1500]	1264	0,726
[1500 - 2000]	1629	0,804
[2000 - 2500]	2120	0,832
[2500 - 3000]	2689	0,913

Nota: Análisis de los Factor de ajuste por utilización de carril en intersecciones semaforizadas de Bogotá D. C

Al finalizar la obtención de los valores y el porcentaje de los vehículos que transcurren por los diferentes cruces, adicionalmente a pesar de que una de las características era hacer una comparación entre los Factores de ajuste de saturación comparados con la norma HCM.

APORTE

La temática de este artículo de investigación en primer lugar una comparación entre los valores obtenidos por los cálculos de flujo de saturación y la ecuación normalizada que aparece en HCM, adicionalmente se pretende realizar un diseño de diferentes cruces con el fin de que puede llegar a disminuir gradualmente el tráfico y la congestión

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la Avenida Túpac Amaru se cuenta con un sistema de transporte público masivo con vías exclusivas denominado: “El Metropolitano”, el cual recorre gran parte de la Avenida, asimismo para poder implementar este sistema tuvo que ampliarse los carriles auxiliares, asimismo se implementó un sistema de semaforización inteligente, sin embargo, esta solución por mejorar la Capacidad Vial fue insuficiente.

Por otro lado, el aumento de poder adquisitivo y relativo bienestar económico del país se ha visto reflejado en el crecimiento del parque automotor e incremento de centros comerciales, colegios, edificios, como son el Campo Ferial “Mercado Central”, Terminal Terrestre “Plaza Norte”, Centro Comercial “Plaza Norte”, IEP “Aposento Alto, Iglesia Evangélica “Aposento Alto”. Estos factores repercuten directamente en el transporte, debido a que cada uno produce un impacto vial muy importante que generalmente no se toma en cuenta o se analiza de manera incorrecta en nuestro país.

1.4.1 Congestión vehicular

1.4.1.1 Horario pico en las tardes

A continuación, se mostrará una imagen ubicando la estación Tomás Valle y mostrando la congestión del día 14/03/18 a las 6:46 pm en el horario punto intermedio de la mayor cantidad de congestión que existe en Lima (**Figura 12**)

- LINEA ROJA: Existe una gran cantidad de congestión vehicular (en muchos casos los vehículos estacionan)
- LINEA NARANJA: Existe una moderada congestión vehicular
- LINEA VERDE: No existe la congestión vehicular

Figura 12: Congestión vehicular en la estación de TOMÁS VALLE (METROPOLITANO)

Adaptado de: “Google Maps”, por Google Maps, 2016

1.4.1.2 Horario pico en las mañanas

A continuación, mostrará una imagen ubicando la estación Tomás Valle y mostrando la congestión del día 6/03/18 a las 7:25 am en el horario punto intermedio de la mayor cantidad de congestión que existe en Lima. (**Figura 13**)

- LINEA ROJA: Existe una gran cantidad de congestión vehicular (en muchos casos los vehículos estacionan)
- LINEA NARANJA: Existe una moderada congestión vehicular
- LINEA VERDE: No existe la congestión vehicular

Figura 13: Congestión vehicular en la estación de TOMÁS VALLE (METROPOLITA)

Adaptado de: “Google Maps”, por Google Maps, 2016

Como se ha podido apreciar, la congestión vehicular es muy abrumadora debido a que la Av. Túpac Amaru está conformada por las líneas rojas y naranjas, por otro lado, las demás estaciones que conforman la red del Metropolitano están igual de saturadas.

Por lo que ha generado un problema que viene a ser un sinnúmero de quejas e insatisfacciones por el aumento de la capacidad vial en la Av. Túpac Amaru en el Distrito de Independencia, porque no ha solucionado el congestionamiento vehicular, así mismo ha afectado propiedades urbanas eliminando una serie de beneficios de su Bienestar tales como

son sus jardines, estacionamientos en frontis de su propiedad, inseguridad vial, delincuencia, etc., por otro lado ha llevado a la quiebra a empresas con alto número de clientes, porque el incremento de carriles ha eliminado su zona de parqueo.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

1.5.1 Justificación

La presente Tesis se justifica porque permite conocer los efectos generados por el aumento de la capacidad vial en las avenidas, además el uso de esta tesis estará dirigido a técnicos y políticos que determinan y/o definen los perfiles más convenientes y/o políticamente más adecuados al nivel de planeación del aumento de la capacidad vial.

1.5.2 Importancia

La presente tesis es relevante porque su uso va a representar una metodología que contribuya y brinde una información confiable y valiosa en la toma de decisiones en la etapa de planeamiento, ofreciendo una visión del conjunto de impactos socioeconómicos que puedan provocar el aumento de la capacidad vial de una avenida.

1.6 ALCANCE

La presente investigación de tesis se realizará entre las intersecciones de las Avenidas Túpac Amaru y Tomás Valle, en el distrito de Independencia, teniendo en cuenta la infraestructura vial actual, semáforos, señalización, características geométricas de las calzadas y bermas. También se cuenta con aforos de intersecciones aledañas del Jr. Sánchez Cerro y la Av. Francisco Bolognesi que permiten una visión más amplia a la hora del análisis.

Además, se utilizará como herramienta de apoyo el software de Modelación Synchro8, que servirá para tener un mejor esquema programado de la situación vial actual. Finalmente, se determinará una solución que satisfaga la demanda actual y futura, proyectada a cinco años, que sea viable desde el punto de vista de la ingeniería.

1.7 HIPÓTESIS

Se plantea la siguiente hipótesis: Se podría reducir el grado de saturación aplicando la metodología del manual HCM 2010, en un tramo de la Av. Tupac Amaru entre la Av. Tomás Valle y la Calle Sánchez Cerro.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo general

Determinar la solución adecuada para el problema de congestión vehicular, en las intersecciones de las Avenidas Túpac Amaru, Tomas Valle y la Calle Sánchez Cerro.

1.8.2 Objetivos específicos

- Obtener base de datos del flujo vehicular de la zona de estudio.
- Presentar la situación actual del flujo vehicular de la zona.
- Clasificar el tramo de acuerdo con los niveles de servicio según el Highway Capacity Manual (HCM 2010).
- Efectuar modelaciones de la situación actual con el software Synchro V8 para modelación de tráfico.
- Proyectar el flujo vehicular a cinco años como escenario futuro.
- Dar una propuesta de solución, en base del Highway Capacity Manual (HCM 2010) y modelado en el software de tránsito Synchro V8

1.9 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.9.1 Social

- Congestión vehicular

1.9.2 Espacial

- Población del distrito de Independencia

1.9.3 Conceptual

- Congestión vehicular: Considerado con el exceso de los vehículos en una zona vial, por consiguiente, esto trae como consecuencia una disminución en el flujo trayendo consigo un avance lento e irregular.
- Población: Considerado a un grupo de personas que viven en un determinado lugar o área geográfica.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES DE TÉRMINOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO

Con el fin de poder llegar a comprender de mejor forma los términos que se usan en el ámbito de la ingeniería de transporte, es contar con definiciones concretas.

Calzada: Considerada como una faja que se ha acondicionado especialmente para el tránsito de vehículos.

Camino: Una faja de terreno acondicionado para el tránsito de vehículos.

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo con las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

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

Circulación: El movimiento de peatones o vehículos por una vía en particular (se refiere al paso de uno solo de ellos en vez de grupos como se refiere la palabra tránsito).

Construcción: Es la ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

Congestión del tránsito: Es la situación que se crea cuando el volumen de demanda de tránsito en uno o más puntos de una vía excede el volumen máximo que puede pasar por ellos. También se dice que hay congestión cuando la interacción vehicular es tan intensa que impide que los usuarios de una vía puedan circular por ella cómodamente y sin demoras excesivas; pero preferimos la definición técnica por ser menos ambigua.

Densidad de tránsito: La relación entre el número de vehículos en una calzada o carril entre la longitud del tramo correspondiente.

Demora: Tiempo perdido por los ocupantes de un vehículo al desplazarse de un punto a otro.

Demanda de tránsito: Cantidad de vehículos por unidad de tiempo cuyos ocupantes quieren pasar por una sección transversal de una vía, calzada o carril durante cierto periodo de tiempo.

Estudio de Impacto Vial (EIV): Es el conjunto de actividades que permiten evaluar cualitativa y cuantitativamente los efectos que produce sobre el entorno vial y del transporte,

el desarrollo urbanístico o el proceso de renovación de zonas o lotes de terreno, de forma de poder prever y mitigar sus efectos negativos mediante medidas administrativas y técnicas adecuadas, de manera que sea posible recuperar, alcanzar o mejorar el nivel de servicio existente en el entorno.

Flujo: Se define flujo como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal, de un carril o de una calzada durante un periodo determinado.

Impactos viales negativos: Es la modificación o alteración del sistema de tránsito y transporte cuyo efecto se traduce en pérdida de nivel de servicio o en aumento de los perjuicios derivados de su operación.

Junta: Separación establecida entre dos partes contiguas de una obra, para permitir su expansión o retracción por causa de las temperaturas ambientes.

Metropolitano: Es un servicio de transporte público, urbano y masivo de Lima; la cual puede llegar a abarcar a una cantidad alrededor de 700 mil viajes diarios. Este sistema está compuesto por Buses de Transporte Rápido (BRT), adicionalmente cuenta con corredores y estaciones exclusivos.

Oferta vial: Máxima frecuencia con que pueden pasar por esa sección los vehículos que llegan a ella en un momento y circunstancias dadas.

Periodo pico (Hora punta): Hora determinada de un día en que la demanda de tránsito alcanza los volúmenes máximos.

Plan de Mitigación: Relación de Obras, acciones o medidas, instalaciones de equipos u otros, en su predio y en el espacio público inmediato, que el proyecto, que se compromete a implementar para mitigar los impactos negativos que los estudios y su evaluación hayan determinado como necesarias para restablecer o superar las condiciones viales.

Nivel del servicio: Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico; generalmente se describe en función de ciertos factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia, y la seguridad.

Señalización vial: Dispositivos que se colocan en la vía, con la finalidad de prevenir e informar a los usuarios y regular el tránsito, a efecto de contribuir con la seguridad del usuario.

Tránsito: Actividad de personas y vehículos que circulan por una vía.

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

Vehículo: Cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles.

2.2.1 Highway capacity manual (HCM) (2010)

El Manual de Capacidad de Carreteras HCM. Se publicó la primera edición del HCM en 1950 por la Oficina de Caminos Públicos de los Estados Unidos como una guía al diseño y análisis operacional de las carreteras, siendo el primer documento en cuantificar el concepto de capacidad para medios de transporte. Al respecto, el manual de carreteras (2015) señala que:

Traducido a varios idiomas, se ha vuelto la norma de referencia sobre procedimientos de capacidad y del nivel de servicio. Por más de 50 años, el HCM ha cumplido esta meta, ganando un lugar único en el reconocimiento de la comunidad del transporte.

Este manual es el más usado en nuestro país y en Latinoamérica, y por ello, será base y fundamento de los cálculos, resultados y soluciones, para la presente tesis.

2.3 INGENIERÍA DE TRÁNSITO E INGENIERÍA DE TRANSPORTE

2.3.1 Ingeniería de Transporte

Al respecto, Cali y Mayor (2007), señalan que:

“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 las personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente (p.31).

2.3.2 Ingeniería de Tránsito

Tal como señalan Cali y Mayor (2007): la 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 y terminales, tierras adyacentes y su relación con otros tipos de transporte” (p. 31)

Como indica la cita, la Ingeniería de Tránsito es una rama de la Ingeniería de Transporte (a su vez rama de la Ingeniería Civil) que se encarga de la planificación diseño y operación de tráfico en las vías, brindando facilidad para el flujo vehicular al proponer diseños. Y tiene como objetivo, mejorar el flujo de tránsito.

2.4 SISTEMA DE TRANSPORTE (ST)

Un sistema de transporte es un conjunto de instalaciones fijas (terminales y redes), entidades de flujo (vehículos) y un sistema de control que permiten la movilización eficiente de personas y bienes. Esto sucede porque:

Para entender un problema de tránsito identificado en cualquier zona es, entender los dos elementos que originan la toma de decisiones de un plan integral de transporte: la demanda vehicular y la oferta vial. Demanda vehicular son todos aquellos vehículos que pueden desplazarse en el distinto sistema vial, pasajes, jirones, calles y avenidas; la oferta vial es el espacio físico en donde los vehículos se encuentran circulando. En otras palabras, la oferta vial o capacidad va a dictaminar la cantidad máxima de vehículos que pueden circular dentro del sistema vial (Cali & Mayor, 2007, p. 32-37).

2.4.1 Sistema de transporte público

Considerado con un sistema integral conformados por medios de transporte de uso generalizado (tiempo de embarque y destino de viaje definidos), con el fin de solucionar las necesidades de desplazamiento de las personas.

2.4.2 Sistema de transporte privado

Un sistema conformado por medios de transporte que no están abiertos o disponibles para el público en general, no están sujetos a rutas fijas por lo cual el usuario puede cambiar el destino final del viaje.

2.5 ELEMENTOS QUE COMPONENTEN EL TRÁNSITO

Los elementos son:

- **Camino o vía:** Es la faja de terreno acondicionado para el tránsito de vehículos (calles, autopistas, caminos, etc.)
- **Vehículo:** El vehículo es uno de los cinco elementos primordiales del tránsito. Es el que cuenta con sistema de propulsión autónoma o mecánica. Destinados al transporte de personas o carga (motos, automóviles, camiones, etc.)
- **Usuario:** Son Conductores, peatones, ciclistas y pasajeros.
- **Peatón:** Es la persona que camina o anda a pie, en contraposición a quien va en vehículo. Se puede considerar como peatón potencial a la población en general, desde persona de un año hasta de cien años.
- **Conductor:** Es quien conduce un vehículo.

2.6 FLUJO VEHICULAR

El análisis del flujo vehicular describe la forma como circula los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia de la operación.

2.6.1 Tipos de flujo de tráfico

El Manual de Capacidad de Carreteras clasifica a los distintos tipos de caminos en dos categorías o tipos de operación del flujo vehicular:

- Flujo Continuo
- Flujo Discontinuo

Los términos “flujo Continuo” y “flujo discontinuo” solo describen el tipo de camino y no la calidad del flujo de tránsito que en un determinado momento circula por el mismo:

2.6.1.1 Flujo continuo

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

Los caminos que poseen las características de flujo continuo no tienen elementos externos a la corriente del tránsito, tales como semáforos, que puedan interrumpir el mismo. Cuando se tiene un camino que opera en estas condiciones, las características de operación de los vehículos que por él circulan son el resultado de la intersección entre los vehículos existentes en la corriente de tránsito y entre los vehículos y las características geométricas y del medio ambiente en el cual se desarrolla el camino.

En otras palabras, el flujo continuo es la circulación de vehículos donde no existen intersecciones con semáforos o con señales de alto.

2.6.1.2 Flujo discontinuo o ininterrumpido

Es el característico de las calles, donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, siendo una de estas los controles de tránsito de las intersecciones como son los semáforos, los ceda el paso, etc. Los caminos que poseen las características de flujo interrumpido poseen elementos fijos que pueden interrumpir la corriente vehicular. En esos elementos se incluyen los semáforos, las señales de alto y cualquier otro dispositivo de control del tránsito, cuya presencia origina la detención periódica de los vehículos (o la disminución significativa de su velocidad) independientemente de los volúmenes de tránsito existentes.

El flujo interrumpido es la circulación de vehículos en las carreteras donde existen intersecciones como semáforos o señales de alto y es utilizado para el tránsito urbano.

2.7 TEORÍAS DE TRÁNSITO

El tránsito vehicular (también llamado simplemente tráfico o tráfico vehicular) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deben conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle.

2.7.1 Características fundamentales del flujo vehicular

Representadas en sus tres variables principales: el flujo, la velocidad y la densidad.

2.7.1.1 Velocidad

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

2.8 VOLUMEN O INTENSIDAD DE TRÁNSITO

El volumen de tránsito es definido como el número de vehículos que pasan en un determinado punto durante un intervalo de tiempo. La unidad para el volumen es simplemente “vehículos” o “vehículos por unidad de tiempo”.

Un intervalo común de tiempo para el volumen es un día, descrito como vehículos por día. Los volúmenes diarios frecuentemente son usados como base para la planificación de las carreteras.

Para los análisis operacionales, se usan los volúmenes horarios, ya que el volumen varía considerablemente durante el curso de las 24 horas del día. La hora del día que tiene el volumen horario más alto es llamada “hora pico” (HP), u hora de máxima demanda (HMD).

2.9 DENSIDAD

La densidad es el número de vehículos que ocupa cierta longitud dada de una carretera o carril y generalmente se expresa como vehículos por kilómetro (veh/km).

La densidad se puede calcular como se expresa en la Ecuación:

$$D = v / S$$

Donde

v = Razón de flujo (veh p/h),
 S = Velocidad promedio de viaje (km/h), y
 D = Densidad (veh p/km/carril).

La densidad es posiblemente el parámetro más importante en el tránsito, porque es la medida más directamente relacionada con la demanda de tránsito.

2.10 MÉTODOS EN EL CONTEO VEHICULAR Y CONTEO PEATONAL

Con el fin de realizar un estudio del sistema vial es necesario verificar la cantidad vehículos y peatones que comprende esta área de estudio (volumen del tránsito y la cantidad peatonal).

Para realizar la cantidad peatonal se recomienda realizar por un método mecánico o manual, por otro lado, para realizar el conteo vehicular existen varios métodos.

A continuación, se mostrará varios métodos para realizar el conteo vehicular y peatonal:

Método automático: Este se hace mediante una tubería dentro del pavimento, que registra los vehículos (este no registra movimientos de tierra)

Método fotográfico: Es aquel que se realiza utilizando las fotografías como base para contabilizar la cantidad vehicular y peatonal en una determinada hora.

Método mecánico o manual: Es aquel método que emplea el conteo manual de personal en la intersección de la carretera o pistas; en este método puede utilizarse tanto para el conteo peatonal como el vehicular.

Adicionalmente, este método se determinan las diferentes clasificaciones de TRÁNSITO que se dan en una intersección, como son:

- TPDA o Tránsito Promedio Diario Anual: Que se obtiene dividiendo el tránsito anual entre 365 días.
- TPDM o Tránsito Promedio Diario Mensual: Que se obtiene dividiendo el tránsito mensual entre el número de días que posee el mes en el que se realiza el estudio.
- TPDS o Tránsito Promedio Diario Semanal: Que se obtiene dividiendo el tránsito semanal entre los días de la semana (7)
- VHP o Volumen Horario Proyectado, se obtiene al multiplicar el TPDA por el coeficiente K, que puede ser 0.15 en zonas urbanas

2.11 HORA PICO Y FACTOR DE HORA PICO

2.11.1 Hora Pico

La hora punta u hora pico es el intervalo de tiempo en donde ocurren mayores congestiones de vehículos.

2.11.2 El factor de la hora Pico (FHP)

El factor de la hora pico (FHP) representa la variación en la circulación dentro de una hora, las observaciones de la circulación indican constantemente que los volúmenes encontrados en el periodo de 15 minutos del pico dentro de una hora no se encuentran sostenidos a través de la hora completa, el uso del factor de la hora pico en la ecuación para determinar la tasa de flujo considera este fenómeno.

En vías multicarriers, los valores típicos del factor de hora pico, FHP varían entre 0.80 y 0.95. Un factor de hora pico bajo es característico de condiciones rurales.

Factores altos son condiciones típicas de entornos urbanos y suburbanos en condiciones de hora pico. Los datos del campo deben ser utilizados en lo posible para desarrollar el cálculo del factor de hora pico de condiciones locales.

El factor de hora pico es la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el flujo máximo ($Q_{\text{máx.}}$), que se presenta en un periodo dado dentro de dicha hora como se aprecia en la Ecuación:

$$FHP = VHMD/(Q \text{ máx.}) * n$$

FHP = factor de hora pico.

VHMD = volumen horario de Máxima Demanda.

Q máx. = Flujo Máximo

El factor de la hora de pico es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Si este valor es igual a 1 significa uniformidad, en cambio valores muy pequeños indicarán concentraciones de flujos máximos.

2.12 MODELOS DE TRÁFICO

La ingeniería de tráfico pretende construir modelos que alcancen un máximo de realidad. En el caso de modelos de tráfico pueden dividirse en tres tipos:

- Modelos macroscópicos.
- Modelos microscópicos.
- Modelos mesoscópicos.

2.12.1 Modelos Macroscópicos

Este tipo de modelos se centra en captar las relaciones globales que se encuentra en los flujos de tráfico, como densidad del tránsito, velocidad de los vehículos y el flujo vehicular. Adicionalmente, en este tipo de modelos, en lugar de considerar el tráfico como un conjunto de vehículos individuales, se interpreta como un flujo continuo de la materia.

Existen distintos tipos de modelos macroscópicos según las relaciones entre los principales parámetros del tráfico.

- **Modelo de Greenshields**

Es el primer modelo de tráfico utilizado, desde el año 1931. Este modelo indica que si el tráfico es continuo existe una relación lineal entre la velocidad y la densidad.

- **Modelo de Greenberg**

A partir del anterior, se creó este modelo en el que la variación sigue una ley logarítmica y es especialmente útil para medir tráfico pesado.

- **Modelo de Underwood**

También se trata de un modelo exponencial logarítmico, pero se ajusta mejor al Tráfico ligero

- **Modelo de Eddie**

Consiste en una combinación de los modelos de Greenberg y Underwood. Este modelo se emplea para zonas de baja densidad de tráfico y el de Greenberg para altas.

2.12.2 Modelos Microscópicos

Este modelo se centra en la descripción del comportamiento del flujo del tráfico vehicular individual de cada vehículo y conductor, de manera que, integrando los datos de cada vehículo, se puede obtener información del tráfico vial en su totalidad.

Estos modelos, dada su naturaleza, no consideran el tráfico de manera global, sino que analizan cada caso de manera particular, haciendo que se puedan evaluar los distintos casos según el tipo de vehículos que se estén estudiando (ligeros, pesados, motos, peatones, etc.).

En los modelos microscópicos pueden llegar a tener varias limitaciones, principalmente por el lado del conductor la cual puede abarcar desde la edad hasta el estado vehículo. Y esta variabilidad resulta difícil de considerar en los modelos.

2.12.2.1 Modelos de seguimiento de vehículos

“Estos modelos se desarrollan con el objeto de analizar la influencia que ejerce un determinado vehículo en el vehículo que le sigue. Si el vehículo predecesor modifica su velocidad afectará al resto del tráfico. Los modelos de seguimiento de vehículos consideran vías de un único carril en las que no se permite el adelantamiento, de esta forma se aseguran el seguimiento entre vehículos. Una perturbación que provoque un vehículo, como puede ser una frenada brusca, afectará al resto de vehículos del carril” (Emma,2012, p.25).

Hay tres factores humanos que afectarán al comportamiento del vehículo.

- **Percepción**

“El conductor recoge toda la información relevante, principalmente a través de la vista, aunque también se puede recoger a través del oído. El conductor analiza datos como las velocidades del resto de vehículos, aceleraciones o frenadas, posibles accidentes, espacios entre vehículos” (Emma,2012, p.25).

- **Toma de decisiones**

“El conductor analiza la información percibida para tomar una decisión. Ésta podrá variar en función de la experiencia del conductor” (Emma,2012, p.25).

- **Control**

“El conductor debería ejecutar sus decisiones con control, suavidad y rapidez obteniendo una retroalimentación de la información del comportamiento del vehículo.” (Emma,2012, p.25).

2.12.2.2 Modelos de GIPPS

Al respecto, Emma (2012) señala que:

El modelo Gipps es un modelo de tipo empírico en el que se ofrece al conductor del vehículo seguidor la posibilidad de circular a dos velocidades. La primera de estas velocidades es la máxima a la que puede ir el vehículo, es decir, la velocidad

correspondiente a un flujo libre donde la circulación no está restringida; mientras que la segunda velocidad, denominada velocidad de desaceleración, es la velocidad máxima a la que puede circular un vehículo precedente, durante un periodo $(t, t+T)$ debido a sus propias características y a las limitaciones impuestas por la presencia del vehículo predecesor (p.26).

La velocidad final del vehículo seguidor será el mínimo de las dos velocidades mencionadas, ya que, si la segunda es mayor que la primera, implica que la presencia del vehículo N no impone ninguna restricción en el movimiento del vehículo N+1. Por el contrario, si la segunda velocidad resulta ser menor que la primera, el vehículo N+1, debe adecuar su movimiento a lo impuesto por el vehículo precedente (p.26).

2.12.3 Modelos Mesoscópicos

Al respecto, Emma (2012) señala que:

Los vehículos y el comportamiento del conductor no son distinguidos ni descritos individualmente, si no en términos con funciones de distribución de probabilidad. Estas distribuciones dependen de varias variables (aceleración, interacción entre vehículos, cambios de carril, etc.) que describirán el comportamiento de cada conductor. Existen tres modelos generales que emplean esta metodología: modelos de distribución de intervalo, modelos de racimo y los modelos de teoría cinética de los gases. Este tipo de modelos aventaja a los otros dos anteriormente descritos, puesto que son más fiables que los modelos macroscópicos y no requieren la precisión de datos que necesitan los modelos microscópicos (p.26).

2.13 NIVEL DE SERVICIO

El nivel de servicio es una designación que describe el rango de operatividad sobre una carretera, en el HCM 2010 establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F.

- **Nivel de servicio “A”**

Se caracteriza por presentar demoras muy bajas, menores de 10 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos llegan durante la fase verde y ni se detienen del todo. Longitudes de ciclo corto pueden contribuir a demoras mínimas. **(Figura 14)**

Figura 14: Nivel de Servicio A

Adaptación de: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbana

- **Nivel de servicio “B”**

Presenta una demora entre 10 y 20 segundos por vehículos, empiezan a detenerse algunos vehículos. **(Figura 15)**

Figura 15: Nivel de Servicio B

Adaptación de: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbana

- **Nivel de servicio “C”**

Presenta una demora entre 20 y 35 segundos por vehículos, el progreso del tránsito es regular y algunos ciclos empiezan a deteriorarse (**Figura 16**)

Figura 16: Nivel de Servicio C

Adaptación de: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbana

- **Nivel de servicio “D”**

Presenta una demora entre 35 y 55 segundos por vehículo; las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en la fase roja, longitudes de ciclo ampliadas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notable los ciclos deteriorados. (**Figura 17**)

Figura 17: Nivel de Servicio D

Adaptación de: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbana

- **Nivel de servicio “E”**

Presenta una demora entre 55 y 80 segundos por vehículos en este punto es considerado un límite aceptable entre las demoras. Las demoras son causadas por progresiones pequeñas y ciclos muy largos casi altas. **(Figura 18)**

Figura 18: Nivel de Servicio E

Adaptación de: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbana

- **Nivel de servicio “F”**

Presentan una demora superior a los 80 segundos por vehículos, los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestionamiento y operación saturada. **(Figura 19)**

Figura 19: Nivel de Servicio F

Adaptación de: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbana

2.14 MEDIDA DE EFECTIVIDAD

Para cada tipo de carretera, los niveles de servicio son definidos en términos de una medida de efectividad MOE (por sus siglas en inglés, *measure of effectiveness*). Una MOE es un parámetro que describe las operaciones de tránsito en términos discernibles para el conductor. El HCM 2010 se utiliza tres medidas primarias que son: Velocidad y tiempo de viaje, densidad y demora.

- **Velocidad y tiempo de viaje**

Una de las más discernibles medidas de la calidad de servicio es la cantidad de tiempo perdido en el viaje. La velocidad y el tiempo de viaje son utilizados para definir el nivel de servicio de una carretera.

- **Densidad**

La densidad describe la proximidad de otros vehículos dentro del tránsito, es una medida sustituta para el confort del conductor y para la habilidad de maniobrar dentro del tránsito.

- **Demora**

La demora es un término genérico que describe el exceso o el tiempo inesperado perdido en el viaje. La única medida de atraso utilizada para definir el nivel de servicio en una carretera de dos vías es el porcentaje de tiempo de atraso.

2.15 DEFINICIÓN DE CAPACIDAD

La capacidad se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una carretera o calle. Al respecto, Cal y Mayor (2007) señalan que:

El principal objetivo de análisis de capacidad es estimar el máximo número de vehículos que un sistema vial puede acomodar con razonable seguridad durante un periodo específico. Un estudio de capacidad de un sistema vial es al mismo tiempo un estudio cuantitativo y cualitativo, el cual permite evaluar la suficiencia (cuantitativo) y la calidad (cualitativo) del servicio ofrecido por el sistema (oferta) a los usuarios (demanda) (p. 354-356).

La capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que razonablemente pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control (p. 354-356).

Condiciones prevalecientes:

1.- Condiciones de la infraestructura vial: Son las características físicas de la carretera o calle, el desarrollo de su entorno, las características geométricas y el tipo de terreno donde se aloja la infraestructura vial.

2.- Condiciones de tránsito: Se refiere a la distribución del tránsito en el tiempo y en el espacio, a su composición en tipos de vehículos como livianos, camiones, autobuses y vehículos recreativos a la distribución direccional en carreteras de dos carriles dos sentidos; y a la distribución por carril en carreteras de carriles múltiples.

3.- Condiciones de los controles: Hace referencia a los dispositivos para el control del tránsito, tales como los semáforos (fases, longitudes de ciclo, repartición de verdes, etc.), las señales restrictivas (alto, ceda el paso, no estacionarse, sólo vueltas a la izquierda, etc.) y las velocidades límites.

2.16 INFORMACIÓN DEL SOFTWARE SYNCHRO V.8

Tal como señala la página web oficial Software Synchro (2015) señala:

Synchro es una herramienta para el análisis macro y aplicación de software de optimización. Synchro implementa la utilización de la capacidad de intersección (UCI) 2003 método para determinar la capacidad de intersección. Versión 8 también es compatible con el HCM 2010 la metodología de las intersecciones semaforizadas y rotondas. Debido a la facilidad de uso, los ingenieros de tráfico son modelos a los pocos días lo que añade a la serie de razones Synchro sigue siendo la aplicación de análisis de tráfico principales.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA TESIS

3.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO

3.1.1 Zona de estudio: Av. Túpac Amaru en el distrito de Independencia

En esta parte de la tesis se presentará la descripción el área de estudio impacto la cual está conformada entre 2 cruces de avenidas y sus aledañas, las dos intersecciones que delimitan el área son el cruce de la Av. Túpac Amaru con Avenida Tomás Valle y la Avenida Túpac Amaru con la Jirón Sánchez Cerro. **(Figura 16)**

Figura 20: Zona de estudio delimitada

Adaptado de: "Google Maps", por Google Maps, 2017

3.1.1.1 Población y Muestra

Población y Muestra:

En el área de estudio está conformado por su mayoría de empresas pequeñas tales como tiendas, mueblerías, boticas, peluquerías, ferretería, farmacias etc. Adicionalmente, el área de estudio cuenta con una gasolinera ubicada en paralelo con la Av. Tomás Valle, por otro en paralelo con la Av. Túpac Amaru se encuentran ubicadas un mercado central (FEVACEL), el Gran Terminal Terrestre Plaza Norte, Gasolinera REPSOL, Colegio e Iglesia Cristiana (El Aposento Alto) y un Área de estacionamiento de la Institución Educativa N°2032 Manuel Scorza Torres, la estación Tomás Valle (metropolitano). A continuación, se mostrará las fotos del área delimitada.

Av. Túpac Amaru (dirección hacia el norte) interceptado con la Av. Tomás Valle
(Figura21)

Figura 21: Av. Túpac Amaru (dirección hacia el norte) interceptado con la Av. Tomás Valle

Derechos reservados

Av. Tomás Valle (**Figura 22**)

Figura 22: Av. Tomás Valle

Derechos reservados

Gasolinera REPSOL (**Figura 23**)

Figura 23: Gasolinera REPSOL

Derechos reservados

Mercado Central (FEVACEL) (Figura 24)

Figura 24: Mercado Central (FEVACEL)

Derechos reservados

Gran Terminal Terrestre (PLAZA NORTE) (Figura 25)

Figura 25: Gran Terminal Terrestre (PLAZA NORTE)

Derechos reservados

Salida de buses Gran Terminal Terrestre (PLAZA NORTE) (**Figura 26**)

Figura 26: Salida de buses Gran Terminal Terrestre (PLAZA NORTE)

Derechos reservados

Colegio e Iglesia Cristiana (El Aposento Alto) (**Figura 27**)

Figura 27: Colegio e Iglesia Cristiana (El Aposento Alto)

Derechos reservados

Área de estacionamiento de la Institución Educativa N°2032 Manuel Scorza Torres
(Figura 28)

Figura 28: Área de estacionamiento de la Institución Educativa N°2032 Manuel Scorza Torres

Derechos reservados

3.1.1.2 Técnicas e Instrumentos de medición

Para la toma de datos se ha realizado la técnica manual, comenzando desde el conteo hasta la medición del área de estudio; adicionalmente para la verificación de pendiente con respecto al terreno se ha utilizado el programa computacional Google Earth y para la verificación de la congestión vehicular se utilizó el programa computacional Google Maps.

Técnicas de medición:

Para la medición del área de estudio se ha utilizado la una métrica, con el fin de medir bermas, vereda y el ancho de carriles del área de estudio. **(Foto K)**

Figura 29: Medición del Área de estudio de manera manual utilizando una cinta métrica

Derechos reservados

Técnicas de medición computacional:

- Programa Computacional Google Earth

Para la realización de esta medición se ha utilizado el programa computacional Google Earth, con este programa no solo podemos delimitar el área del terreno en estudio sino también nos proporciona la pendiente que hay en el terreno utilizando la herramienta (agregar ruta y mostrar perfil de elevación) (**Figura 30 y 31**)

Figura 30: Análisis de pendiente utilizando el programa computacional Google Earth

Derechos reservados

Figura 31: Análisis de pendiente utilizando el programa computacional Google Earth

Derechos reservados

- **Programa Gratuito Google Maps:**

Para la realización de esta medición se ha utilizado el programa gratuito Google Maps, en con este programa se puede apreciar el tráfico vehicular en tiempo actual y el terreno actual. (Figura 32 y 33)

Figura 32: Visualización del nivel de congestión vehicular (24/05/2017 a la 1:47pm)

Derechos reservados

Figura 33: Visualización del nivel de congestión vehicular (24/05/2017 a la 1:48 pm)

Derechos reservados

3.1.2 Toma de medidas de los cruces más congestionados

El área de trabajo designado está conformada por 2 cruces de avenidas muy transitadas las cuales son puntos clave para el desarrollo de la presente tesis. Dichas vías suman la Av. Túpac Amaru interceptada con la Calle Sánchez Cerro y la Av. Túpac Amaru interceptado con la Av. Tomás Valle:

3.1.2.1 Av. Túpac Amaru interceptado con la Calle Sánchez Cerro.

El presente cruce ha sido mostrado en el **Capítulo 3.1.1.1**, en la cual nos muestra los distintos factores que ha afectado a este cruce; entre las cuales están el Área de estacionamiento de la Institución Educativa N°2032 Manuel Scorza Torres y el Colegio e Iglesia (Aposento Alto). Adicionalmente en el **Capítulo 3.1.1.2**, se ha realizado las Tomás de medidas del área de estudio por lo cual se ha generado un plano en la cual se muestra el cruce y las direcciones en las cuales se desplaza el tráfico (**Figura 34**)

Figura 34: Av. Túpac Amaru interceptado con la Calle Sánchez Cerro

Derechos reservados

El presente cruce ha sido mostrado en el **Capítulo 3.1.1.1**, en la cual nos muestra los distintos factores que ha afectado a este cruce; entre las cuales están la estación de Tomás Valle (Red Metropolitana) y la Gasolinera REPSOL. Adicionalmente en el **Capítulo 3.1.1.2**, se han realizado las tomas de medidas del área de estudio por lo cual se ha generado un plano en el cual se muestra el cruce y las direcciones en las cuales se desplaza el tráfico. (**Figura 35**)

Figura 35: Av. Túpac Amaru interceptado Av. Tomás Valle

Derechos reservados

3.1.2.3 Av. Túpac Amaru interceptado con el Terminal Terrestre Plaza Norte y el Mercado Central

En la **Figura 36**, se puede apreciar un cruce en forma de T la cual normal mente no obedece esto se debe a que la gran cantidad de autos pasan de la Pista B al E a pesar de que esa vuelta está prohibida adicionalmente no sería un cruce pistas ya que la dirección oficial es hacia la Pista B (alimentando la pista B). Se ha considerado este punto debido a que es punto agrupación de Gente debido al terminal y al mercado central.

Figura 36: Av. Túpac Amaru interceptado con el Terminal Terrestre y con el Mercado Central

Derechos reservados

3.1.3 Estudio de la demanda

Para el desarrollo del estudio se ha tomado el conteo vehicular de las intersecciones ya mencionada en el **Capítulo 3.1.2**, en las cuales sirven para llegar a realizar modelo simulación del tráfico por parte de los diversos medios de transporte entre ellas: Motocicleta, Mototaxi, Auto, Taxi, Auto Colectivo, Combi, Microbús, Bus, otros Buses (Buses interprovinciales), Camión Pequeño, Camión Grande, Camiones Articulados. Con el fin de poder establecer un conteo ordenado el Ministerio de Transporte y Comunicaciones menciona una tabla equivalente con respecto a los vehículos ya mencionados. (**Tabla 5**)

Tabla 5: Relación de vehículos equivalentes

Vehiculos	Vehiculos Equivales (Veq)
Motocicleta	0.5
Mototaxi	0.75
Auto	1
Taxi	1
Auto Colectivo	1
Combi	1.25
Microbus	2.5
Bus	3
Bus Interprovincial	3
Camión Pequeño	1.5
Camión Grande	2.5
Camión Articulados	6

Nota: Metodología de actualización del Modelo de Transportes del Área Metropolitana de Lima y Callao

En el **Capítulo 3.1.2.1**. Av. Túpac Amaru interceptado con Calle. Sánchez Cerro, se muestra el flujo vehicular que se ha podido observar, con el cual se ha tomado el conteo vehicular de los distintos vehículos que pasan por la avenida en diferentes turnos (Mañana, Tarde, Noche). El método que se ha realizado es de manera manual en la cual se contabilizan los vehículos por tipos y por dirección, ante esto se ha realizado varios conteos y se ha tomado el más acumulado.

- **Turno de la Mañana**

A continuación, se mostrará los datos del conteo del **Capítulo 3.1.2.1. (Tabla 6)**

Tabla 6: Turno Mañana- Conteo Av. Túpac Amaru /Calle Sánchez Cerro

TIPO DE VEHICULO	Av. Túpac Amaru						Calle Sanchez Cerro		
	N-S			S-N			O-E		
	10	11	12	20	21	22	30	31	32
Motocicleta	0	19	0	0	14	27	12	3	1
Mototaxi	0	8	0	0	3	2	5	13	0
Auto	0	245	0	0	205	6	6	11	42
Taxi	0	239	0	0	206	2	9	14	37
Auto Colectivo	0	245	0	0	205	2	9	11	42
Combi	0	180	0	0	207	2	9	11	42
Microbus	0	27	0	0	29	0	5	2	3
Bus	0	27	0	0	29	0	3	2	3
Bus Interprovincial	0	32	0	0	25	0	4	2	3
Camión Pequeño	0	7	0	0	7	0	4	3	5
Camión Grande	0	9	0	0	15	0	4	2	4
Camión Articulados	0	1	0	0	2	0	3	2	2

Nota: Derechos reservados

- **Turno de la Tarde**

A continuación, se mostrará los datos del conteo del **Capítulo 3.1.2.1. (Tabla 7)**

Tabla 7: Turno Tarde - Conteo Av. Túpac Amaru /Calle Sánchez Cerro

TIPO DE VEHICULO	Av. Túpac Amaru						Calle Sanchez Cerro		
	N-S			S-N			O-E		
	10	11	12	20	21	22	30	31	32
Motocicleta	0	4	0	0	12	25	3	3	2
Mototaxi	0	8	0	0	0	0	10	3	0
Auto	0	393	0	0	264	4	35	22	30
Taxi	0	374	0	0	237	4	31	22	32
Auto Colectivo	0	393	0	0	190	3	31	22	30
Combi	0	411	0	0	186	3	31	22	30
Microbus	0	41	0	0	30	0	2	4	5
Bus	0	49	0	0	30	0	2	4	5
Bus Interprovincial	0	53	0	0	29	0	3	4	5
Camión Pequeño	0	29	0	0	8	0	5	4	4
Camión Grande	0	30	0	0	13	0	5	6	4
Camión Articulados	0	4	0	0	1	0	3	6	4

Nota: Derechos reservados

- **Turno de la Noche**

A continuación, se mostrará los datos del conteo del **Capítulo 3.1.2.1. (Tabla 8)**

Tabla 8: Turno Noche - Conteo Av. Túpac Amaru /Calle Sánchez Cerro

TIPO DE VEHICULO	Av. Túpac Amaru						Calle Sanchez Cerro		
	N-S			S-N			O-E		
	10	11	12	20	21	22	30	31	32
Motocicleta	0	10	0	0	19	12	11	5	7
Mototaxi	0	4	0	0	6	2	5	6	2
Auto	0	515	0	0	348	2	24	26	45
Taxi	0	480	0	0	363	2	31	26	57
Auto Colectivo	0	515	0	0	387	2	31	26	45
Combi	0	515	0	0	386	2	31	26	45
Microbus	0	37	0	0	42	0	3	3	7
Bus	0	39	0	0	42	0	3	3	7
Bus Interprovincial	0	44	0	0	44	0	3	3	7
Camión Pequeño	0	34	0	0	13	0	6	4	4
Camión Grande	0	37	0	0	14	0	6	4	5
Camión Articulados	0	3	0	0	5	0	3	1	2

Nota: Derechos reservados

En el Capítulo 3.1.2.2. Av. Túpac Amaru interceptado con Av. Tomás Valle, se muestra el flujo vehicular que se ha podido observar, con el cual se ha tomado el conteo vehicular de los distintos vehículos que pasan por la avenida en diferentes turnos (Mañana, Tarde, Noche). El método que se ha realizado es de manera manual en la cual se contabilizan los vehículos por tipos y por dirección, ante esto se ha realizado varios conteos y se ha tomado el más acumulado.

- **Turno de la Mañana**

A continuación, se mostrará los datos del conteo del **Capítulo 3.1.2.2. (Tabla 9)**

Tabla 9:Turno Mañana - Conteo Av. Túpac Amaru /Av. Tomás Valle

	Av. Tupac Amaru						Av. Tomás Valle		
	N-S			S-N			O-E		
	10	11	12	20	21	22	30	31	32
Motocicleta	0	19	1	0	14	0	4	0	19
Mototaxi	0	8	1	0	4	0	1	0	2
Auto	0	259	26	0	274	0	31	0	15
Taxi	0	260	29	0	254	0	14	0	15
Auto Colectivo	0	280	26	0	249	0	17	0	15
Combi	0	266	32	0	274	0	14	0	15
Microbus	0	26	4	0	35	0	5	0	4
Bus	0	32	4	0	31	0	4	0	2
Other Bus	0	29	4	0	30	0	8	0	4
Camión Pequeño	0	4	5	0	6	0	4	0	1
Camión Grande	0	6	3	0	10	0	7	0	1
Camión Articulados	0	1	0	0	2	0	3	2	2

Nota: Derechos reservados

- **Turno de la Tarde**

A continuación, se mostrará los datos del conteo del **Capítulo 3.1.2.2. (Tabla 10)**

Tabla 10: Turno Tarde - Conteo Av. Túpac Amaru /Av. Tomás Valle

	Av. Túpac Amaru						Av. Tomás Valle		
	N-S			S-N			O-E		
	10	11	12	20	21	22	20	31	32
Motocicleta	0	4	2	0	12	0	3	0	17
Mototaxi	0	8	0	0	1	0	3	0	2
Auto	0	472	30	0	290	0	30	0	40
Taxi	0	480	30	0	290	0	43	0	43
Auto Colectivo	0	472	30	0	290	0	33	0	43
Combi	0	472	30	0	290	0	48	0	43
Microbus	0	30	7	0	31	0	2	0	5
Bus	0	31	11	0	28	0	1	0	6
Other Bus	0	30	11	0	33	0	7	0	5
Camión Pequeño	0	17	2	0	11	0	5	0	2
Camión Grande	0	12	4	0	11	0	3	0	2
Camión Articulados	0	4	0	0	1	0	3	6	4

Nota: Derechos reservados

- **Turno de la Noche**

A continuación, se mostrará los datos del conteo del **Capítulo 3.1.2.2. (Tabla 11)**

Tabla 11: Turno Noche - Conteo Av. Túpac Amaru /Av. Tomás Valle

	Av. Túpac Amaru						Av. Tomás Valle		
	N-S			S-N			O-E		
	10	11	12	20	21	22	20	31	32
Motocicleta	0	10	3	0	19	0	3	0	22
Mototaxi	0	4	3	0	6	0	1	0	3
Auto	0	383	33	0	373	0	88	0	31
Taxi	0	385	33	0	373	0	88	0	31
Auto Colectivo	0	383	33	0	373	0	124	0	30
Combi	0	373	33	0	373	0	80	0	31
Microbus	0	24	5	0	28	0	8	0	3
Bus	0	24	5	0	28	0	11	0	8
Other Bus	0	23	5	0	30	0	8	0	3
Camión Pequeño	0	35	3	0	31	0	4	0	3
Camión Grande	0	37	3	0	39	0	3	0	3
Camión Articulados	0	3	0	0	5	0	3	1	2

Nota: Derechos reservados

3.1.4 Toma de tiempo de fases Semafóricas.

Durante el conteo vehicular se ha tomado el tiempo de fases de los semáforos en las 2 cruces de avenidas.

3.1.4.1 Toma de tiempo de fases Semafóricas (Av. Túpac Amaru – Calle Sánchez Cerro)

A continuación, se mostrará de los diferentes tiempos tomados en el cruce de la Av. Tomás Valle – Calle Sánchez Cerro durante el turno de la mañana, tarde y noche.

- **Tiempo de fases de Semáforos en turno de la mañana- Av. Túpac Amaru- Calle Sánchez Cerro (Tabla 12)**

Tabla 12: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la mañana Av. Tomás Valle- Calle Sánchez Cerro

Av. Túpac Amaru / Calle Sanches Cerro		
SEGUNDOS	Norte - Sur	Este - Oeste
VERDE	45	52
AMBAR	3	3
ROJO	52	45

Nota: Derechos reservados

- **Tiempo de fases de Semáforos en turno de la Tarde- Av. Túpac Amaru - Calle Sánchez Cerro (Tabla 13)**

Tabla 13: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la tarde Av. Tomás Valle- Calle Sánchez Cerro

Av. Túpac Amaru / Calle Sanches Cerro		
SEGUNDOS	Norte - Sur	Este - Oeste
VERDE	45	52
AMBAR	3	3
ROJO	52	45

Nota: Derechos reservados

- **Tiempo de fases de Semáforos en turno de la Noche- Av. Túpac Amaru - Calle Sánchez Cerro (Tabla 14)**

Tabla 14: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la noche - Av. Tomás Valle- Calle Sánchez Cerro

Av. Túpac Amaru / Calle Sanches Cerro		
SEGUNDOS	Norte - Sur	Este - Oeste
VERDE	45	52
AMBAR	3	3
ROJO	52	45

Nota: Derechos reservados

3.1.4.2 Toma de tiempo de fases Semafóricas (Av. Túpac Amaru –Av. Tomás Valle)

A continuación, se mostrará de los diferentes tiempos tomados en el cruce de la Av. Túpac Amaru - Av. Tomás Valle durante el turno de la mañana, tarde y noche.

- **Tiempo de fases de Semáforos en turno de la Mañana - Av. Túpac Amaru - Av. Tomás Valle (Tabla 15)**

Tabla 15: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la mañana Av. Túpac Amaru- Av. Tomás Valle

Av. Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle		
SEGUNDOS	Norte - Sur	Este - Oeste
VERDE	45	52
AMBAR	3	3
ROJO	52	45

Nota: Derechos reservados

- **Tiempo de fases de Semáforos en turno de la Tarde - Av. Túpac Amaru - Av. Tomás Valle (Tabla 16)**

Tabla 16: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la tarde Av. Túpac Amaru- Av. Tomás Valle

Av. Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle		
SEGUNDOS	Norte - Sur	Este - Oeste
VERDE	45	52
AMBAR	3	3
ROJO	52	45

Nota: Derechos reservados

- **Tiempo de fases de Semáforos en turno de la Noches - Av. Túpac Amaru - Av. Tomás Valle (Tabla 17)**

Tabla 17: Tiempo de fases de Semáforos en turno de la noche Av. Túpac Amaru- Av. Tomás Valle

Av. Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle		
SEGUNDOS	Norte - Sur	Este - Oeste
VERDE	45	52
AMBAR	3	3
ROJO	52	45

Nota: Derechos reservados

3.1.4.3 Calculo de tiempo Semafórico

Una vez terminada de verificar el tiempo de semáforo también es necesario calcular el tiempo semafórico más conveniente, ante esto es necesario calcular cada uno de sus tiempos:

- **Cálculo del ámbar (A):** Este cálculo se origina en el momento que el vehículo se aproxima a la intersección con una velocidad V (m/s), cuando aparece el ámbar el conductor tiene t (segundos) para reconocer la señal y lograr desacelerar con una aceleración de a (m/s²). (Figura 37)

Usualmente:

$t = 1$ seg

$a = 3.05$ m/s²

$$A = t + \frac{V}{2a}$$

Figura 37: Cálculo del ámbar

Adaptación de: Manual de Carreteras HCM 2010

- **Cálculo del todo rojo (TR):** En este intervalo de todo rojo el vehículo despeja la intersección recorriendo el ancho de la intersección W (m) y la longitud L (m) del vehículo a la velocidad de aproximación V (m/s). (**Figura 38**)

Usualmente:

$L = 6.10$ m

$$TR = \frac{(W + L)}{V}$$

Figura 38: Cálculo del todo rojo

Adaptación de: Manual de Carreteras HCM 2010

- **Tiempo perdido de ciclo (Tpc):** Para calcular el tiempo perdido por ciclo es necesario utilizar los cálculos de A y TR , según las cantidades de fases que existan en la intersección ($\emptyset$). (**Figura 39**)

$$T_{PC} = \sum_{i=1}^{i=\emptyset} (A + TR)_i$$

Figura 39: Tiempo perdido de ciclo

Adaptación de: Manual de Carreteras HCM 2010

- **Razón de flujo critico por fase (Yi):** Para realizar este cálculo es necesario utilizar la demanda ajustada por fase (q_i) y el flujo de saturación ajustado por fases (NS_i). (**Figura 40**)

$$Y_i = \frac{q_i}{NS_i}$$

Figura 40: Razón de flujo critico por fase

Adaptación de: Manual de Carreteras HCM 2010

- **Ciclo óptimo (Webster) (Co):** Para realizar el ciclo optimo es necesario utilizar el **Tpc** y el **Yi**, un ciclo optimo ser aceptable desde un 75% hasta un 150% del ciclo óptimo. **(Figura 41)**

$$C_o = \frac{1.5T_{PC} + 5}{1 - \sum Y_i}$$

Figura 41: Ciclo óptimo (Webster)

Adaptación de: Manual de Carreteras HCM 2010

- **Asignación de tiempo de verde (gt):** Para asignar el tiempo de verde total primero es necesario calcular el tiempo de verde efectivo utilizando el **Tpc** y el **Co**. **(Figura 42)**

$$g_T = C_o - T_{PC}$$

Figura 42: Asignación de tiempo de verde

Adaptación de: Manual de Carreteras HCM 2010

Después de calcular el verde efectivo es necesario repartir este tiempo en todas las diferentes fases de acuerdo con sus valores de flujo crítico, tiempo de verde asignado por fase (**gi**). **(Figura 43)**

$$g_i = g_T \frac{Y_i}{\sum Y_i}$$

Figura 43: Tiempo de verde asignado por fase

Adaptación de: Manual de Carreteras HCM 2010

3.1.5 Aforo Peatonal

En este punto es necesario verificar la cantidad de personas a las cuales vas a ser afectadas por la solución, como se ha mostrado anteriormente (**capítulo 3.1.1.1. Población y Muestra**) el área de estudio tiene una gran cantidad de puntos llamativos para la población (centro comercial, iglesias, colegio, etc.) por lo cual es necesario verificar la cantidad promedio de los peatones que pasan por estos puntos; se mostrará las dos intersecciones de estudio y adicionalmente un punto intermedio donde se genera una gran cantidad de desplazamiento peatonal.

3.1.5.1 Aforo Peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro

- **Plano de la intersección mostrando la dirección de los peatones (Figura 44)**

Figura 44: Av. Túpac Amaru interceptado Calle Sánchez Cerro (desplazamiento de peatones)

Derechos reservados

- **Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro en el Turno de Mañana (Tabla 19)**

Tabla 18: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro en el turno de Mañana

MAÑANAS								
Av. Túpac Amaru / Calle Sanches Cerro								
	A	B	C	D	E	F	G	H
7:00 a 7:15	45	18	14	35	16	26	50	18
7:15 a 7:30	46	19	13	42	16	35	112	14
7:30 a 7:45	18	19	18	46	32	40	70	10
7:45 a 8:00	61	23	48	62	33	45	110	24
8:00 a 8:15	39	28	37	73	28	30	66	23
8:15 a 8:30	42	30	26	48	32	31	31	33
8:30 a 8:45	21	24	31	27	28	27	21	21
8:45 a 9:00	18	23	26	26	19	25	24	28
TOTALES	290	184	213	359	204	259	484	171

Nota: Derechos reservados

- **Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro en el turno de Tarde (Tabla 21)**

Tabla 19: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro en el turno de Tarde

TARDES								
Av. Túpac Amaru / Calle Sanches Cerro								
	A	B	C	D	E	F	G	H
12:00 a 12:15	26	25	45	32	36	29	36	17
12:15 a 12:30	24	34	36	37	45	35	41	28
12:30 a 12:45	35	38	38	48	49	30	42	42
12:45 a 13:00	25	26	28	53	55	31	40	38
13:00 a 13:15	24	23	40	52	56	34	43	45
13:15 a 13:30	43	26	43	53	52	33	35	62
13:30 a 13:45	20	22	38	42	48	30	38	15
13:45 a 14:00	23	18	28	38	39	27	29	16
TOTALES	220	212	296	355	380	249	304	263

Nota: Derechos reservados

- **Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro en el turno de Noche (Tabla 20)**

Tabla 20: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro en el turno de Noche

NOCHES								
Av. Túpac Amaru / Calle Sanches Cerro								
	A	B	C	D	E	F	G	H
18:00 a 18:15	76	65	84	39	22	29	19	95
18:15 a 18:30	85	80	94	31	28	38	22	102
18:30 a 18:45	96	78	114	40	31	37	25	132
18:45 a 19:00	61	57	58	47	65	44	20	46
19:00 a 19:15	53	44	49	45	68	45	16	48
19:15 a 19:30	48	39	34	45	54	56	22	50
19:30 a 19:45	41	28	36	50	48	50	23	45
19:45 a 20:00	34	25	32	39	37	48	19	34
TOTALES	494	416	501	336	353	347	166	552

Nota: Derechos reservados

3.1.5.2 Aforo Peatonal de la Av. Túpac Amaru con Av. Tomás Valle

- Plano de la intersección mostrando la dirección de los peatones (Figura 45)

Figura 45: Av. Túpac Amaru interceptado con la Av. Tomás Valle (desplazamiento de peatones)

Derechos reservados

- Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle Turno de Mañana (Tabla 21)

Tabla 21: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle en el Turno de Mañana

MAÑANAS						
Av. Túpac Amaru / Av. Tomás Valle						
	I	J	K	L	M	N
7:00 a 7:15	396	27	356	44	12	238
7:15 a 7:30	489	36	324	53	16	301
7:30 a 7:45	358	40	315	50	10	289
7:45 a 8:00	504	37	366	87	46	300
8:00 a 8:15	508	60	360	86	47	202
8:15 a 8:30	461	71	334	110	24	145
8:30 a 8:45	400	44	234	93	43	161
8:45 a 9:00	290	41	147	80	53	174
TOTALES	3406	356	2436	603	251	1810

Nota: Derechos reservados

- **Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle Turno de Tarde (Tabla 22)**

Tabla 22: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle Turno de Tarde

TARDES						
Av. Túpac Amaru / Av. Tomás Valle						
	I	J	K	L	M	N
12:00 a 12:15	197	49	84	41	49	219
12:15 a 12:30	145	33	74	34	40	168
12:30 a 12:45	197	41	90	26	22	189
12:45 a 13:00	195	35	98	54	36	197
13:00 a 13:15	167	54	83	39	42	179
13:15 a 13:30	182	53	80	59	52	208
13:30 a 13:45	178	50	63	32	37	236
13:45 a 14:00	225	79	86	40	50	243
TOTALES	1486	394	658	325	328	1639

Nota: Derechos reservados

- **Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle Turno de Noche (Tabla 23)**

Tabla 23: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle Turno de Noche

NOCHES						
Av. Túpac Amaru / Av. Tomás Valle						
	I	J	K	L	M	N
18:00 a 18:15	58	19	22	58	34	98
18:15 a 18:30	74	21	31	76	60	101
18:30 a 18:45	85	28	38	85	58	120
18:45 a 19:00	104	28	39	104	56	112
19:00 a 19:15	175	30	42	156	64	95
19:15 a 19:30	286	39	48	187	80	105
19:30 a 19:45	315	28	59	198	78	106
19:45 a 20:00	377	27	29	184	64	100
TOTALES	1474	220	308	1048	494	837

Nota: Derechos reservados

3.1.5.3 Aforo Peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada al Terminal Terrestre y el Mercado Central

- Plano de la intersección mostrando la dirección de los peatones (Figura 46)

Figura 46: Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central (desplazamiento de peatones)

Derechos reservados

- Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central turno Mañana (Tabla 24)

Tabla 24: Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central turno Mañana

MAÑANAS								
Av. Túpac Amaru / Av. Tomás Valle								
	O	P	Q	R	S	T	U	V
7:00 a 7:15	150	45	145	45	25	135	12	39
7:15 a 7:30	130	35	123	33	27	133	10	46
7:30 a 7:45	96	19	110	26	16	87	12	92
7:45 a 8:00	146	36	115	46	43	76	13	57
8:00 a 8:15	71	46	120	43	21	65	17	46
8:15 a 8:30	90	38	165	46	44	72	14	43
8:30 a 8:45	92	41	140	31	33	55	14	26
8:45 a 9:00	123	23	107	46	25	72	9	18
TOTALES	898	283	1025	316	234	695	101	367

Nota: Derechos reservados

- **Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central turno Tarde (Tabla 25)**

Tabla 25:Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central turno Tarde

TARDES								
Av. Túpac Amaru / Av. Tomás Valle								
	O	P	Q	R	S	T	U	V
12:00 a 12:15	102	74	115	43	76	79	18	
12:15 a 12:30	105	75	125	39	75	89	22	61
12:30 a 12:45	150	79	124	64	41	54	12	48
12:45 a 13:00	173	80	132	71	76	88	20	36
13:00 a 13:15	190	75	119	54	56	70	37	48
13:15 a 13:30	112	106	124	65	47	74	23	44
13:30 a 13:45	118	97	119	58	70	84	24	39
13:45 a 14:00	110	91	125	61	85	96	29	44
TOTALES	1060	677	983	455	526	634	185	320

Nota: Derechos reservados

- **Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central turno Noche (Tabla 28)**

Tabla 26:Aforo peatonal de la Av. Túpac Amaru interceptado con la entrada del Terminal Terrestre y Mercado Central turno Noche

NOCHES								
Av. Túpac Amaru / Av. Tomás Valle								
	O	P	Q	R	S	T	U	V
18:00 a 18:15	193	103	254	102	267	156	36	93
18:15 a 18:30	245	100	267	94	254	163	42	101
18:30 a 18:45	222	96	262	88	274	171	36	103
18:45 a 19:00	157	121	292	146	215	131	42	112
19:00 a 19:15	243	223	322	200	190	203	35	143
19:15 a 19:30	277	269	328	126	178	230	46	123
19:30 a 19:45	267	304	302	134	186	215	56	144
19:45 a 20:00	245	267	403	154	172	226	35	89
TOTALES	1849	1483	2430	1044	1736	1495	328	908

Nota: Derechos reservados

3.2 PROYECTO DEL TRÁNSITO A FUTURO

La propuesta de esta tesis es desarrollar una mejora a la congestión vehicular al área de estudio, no obstante, para ver la validación es necesario realizar una proyección hacia el futuro con un mínimo de 5 años para verificar la veracidad de esta solución.

3.2.1 Tasa de crecimiento vehicular anual.

Como el área de estudio está comprendida en parte por una carrera que pasa por la Avenida Túpac Amaru, el crecimiento el crecimiento vehicular no sería solo del distrito de independencia, debido a que en esta avenida pasan distintos vehículos de toda parte de Lima Metropolitana (en su mayoría debido al Terminal Terrestre); ante esto en la **Tabla 27** se muestra el incremento por departamentos desde el 2004 hasta el 2012

Tabla 27: Parque automotor en circulación a nivel nacional, según departamento 2004-2012

TRANSPORTE Y COMUNICACIONES		Compendio Estadístico del Perú 2013								
19.22 PARQUE AUTOMOTOR EN CIRCULACIÓN A NIVEL NACIONAL, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2004 - 2012										
(Unidades)										
Departamento	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Total	1 361 403	1 440 017	1 473 530	1 534 303	1 640 970	1 732 834	1 849 690	1 979 865	2 137 837	
Amazonas	1 975	2 020	2 103	2 168	2 218	2 292	2 390	2 407	2 400	
Áncash	19 293	19 382	19 757	20 354	21 001	21 309	22 086	23 322	25 418	
Apurímac	3 730	3 816	3 879	3 916	3 934	3 973	3 969	3 966	4 039	
Arequipa	78 858	79 544	81 293	84 829	91 674	98 270	106 521	118 985	134 533	
Ayacucho	3 882	3 919	3 969	4 153	5 404	5 572	5 716	5 784	5 941	
Cajamarca	8 882	9 501	10 256	11 255	12 383	13 563	15 107	17 320	19 673	
Cusco	35 342	35 705	36 204	37 592	39 688	42 175	45 090	48 491	53 675	
Huancavelica	1 043	1 061	1 080	1 103	1 216	1 291	1 319	1 317	1 323	
Huánuco	10 968	10 886	10 836	10 892	11 255	11 382	11 864	12 576	13 476	
Ica	22 692	22 753	22 834	23 170	25 498	25 691	26 135	26 419	26 551	
Junín	43 468	43 648	44 454	46 091	47 769	49 404	51 094	53 118	56 237	
La Libertad	97 590	153 777	152 847	153 251	155 411	156 646	158 672	162 026	167 325	
Lambayeque	37 967	38 263	38 744	39 930	41 920	43 689	45 881	49 440	53 902	
Lima 1/	866 881	885 636	912 763	957 368	1 036 850	1 106 444	1 195 353	1 287 454	1 395 576	

Nota: Aumento del parque automotor a nivel nacional, según departamento 2004 -2012, adaptado por INEI,2014

Con el contenido de la **Tabla 27** se realiza una proyección al futuro con el fin de poder apreciar cuanto va a ser el incremento del parque automotor para el año 2024 (**Tabla 28**):

Tabla 28: Incremento porcentual del parque automotor

INCREMENTO	AÑOS	PARQUE AUTOMOR LIMA
	2004	866,881.00
2.16%	2005	885,636.00
3.06%	2006	912,763.00
4.89%	2007	957,368.00
8.30%	2008	1,036,850.00
6.71%	2009	1,106,444.00
8.04%	2010	1,195,353.00
7.70%	2011	1,287,454.00
8.40%	2012	1,395,576.00
4.12%	2013	1,453,028.00
9.48%	2014	1,590,755.00
0.48%	2015	1,598,339.93
4.64%	2016	1,672,485.85
4.43%	2017	1,746,631.78
4.07%	2018	1,820,777.71
4.03%	2019	1,894,923.64
3.65%	2020	1,969,069.56
3.40%	2021	2,043,215.49
3.10%	2022	2,117,361.42
3.05%	2023	2,191,507.35
2.92%	2024	2,265,653.27

Nota: Derechos reservados

Realizando la suma de porcentajes de incremento desde el 2018 hasta el 2024, la cantidad de automóviles en Lima Metropolitana aumentará en un 22.06%

3.2.2 Tasa de crecimiento peatonal anual.

El área de estudio está comprendida en parte por una carrera que pasa por la Avenida Túpac Amaru, el crecimiento el crecimiento peatonal no sería solo del distrito de independencia, debido a que en esta avenida pasan distintos vehículos de toda parte de Lima Metropolitana (en su mayoría debido al Terminal Terrestre); verificar la tasa de crecimiento peatonal del área **Tabla 29** se muestra la hipótesis del aumento desde el 2010 hasta el 2035 (hipótesis alta).

Tabla 29: Incremento porcentual del parque automotor

Años	HIPOTESIS: 3 - ALTA			
	PROVINCIA LIMA	PROVINCIA CALLAO	AREA METROPOLIT.	T.C
1993	5.706.127	639.729	6.345.856	2.7
2007	7.605.742	876.877	8.482.619	2.09
2010	8.224.160	948.175	9.172.335	2.64
2011	8.441.277	973.207	9.414.484	2.64
2012	8.663.283	998.802	9.662.085	2.63
2013	8.891.127	1.025.071	9.916.198	2.63
2014	9.123.186	1.051.825	10.175.011	2.61
2015	9.360.389	1.079.172	10.439.561	2.60
2016	9.598.143	1.106.583	10.704.726	2.54
2017	9.840.016	1.134.469	10.974.485	2.52
2018	10.086.016	1.162.831	11.248.847	2.50
2019	10.336.150	1.191.669	11.527.819	2.48
2020	10.590.419	1.220.984	11.811.403	2.46
2021	10.847.766	1.250.654	12.098.420	2.43
2022	11.109.197	1.280.795	12.389.992	2.41
2023	11.374.707	1.311.406	12.686.113	2.39
2024	11.639.737	1.341.962	12.981.699	2.33
2025	11.907.451	1.372.827	13.280.278	2.30
2026	12.175.369	1.403.716	13.579.085	2.25
2027	12.439.574	1.434.177	13.873.751	2.17
2028	12.703.293	1.464.582	14.167.875	2.12
2029	12.968.791	1.495.192	14.463.983	2.09
2030	13.232.058	1.525.544	14.757.602	2.03
2031	13.479.497	1.554.072	15.033.569	1.87
2032	13.724.824	1.582.356	15.307.180	1.82
2033	13.967.753	1.610.364	15.578.117	1.77
2034	14.207.999	1.638.062	15.846.061	1.72
2035	14.446.694	1.665.581	16.112.275	1.68

Nota: Hipótesis 3 del incremento porcentual del parque automotor, adaptado por el INEI, 2014

Realizando la suma de porcentajes de incremento desde el 2018 hasta el 2024, la cantidad de peatonal en Lima Metropolitana llegaría a aumentar 10.54%

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE RESULTADOS

4.1 NIVEL DE SERVICIO EN LOS CRUCES POR EL METODO DE FLUJO DE SATURACIÓN

Con el fin de realizar el desarrollo matemático de la tesis es necesario realizar los factores de flujo de saturación (con la finalidad de apreciar el tiempo de demora por vehículo), ante esto se utilizarán la tabla de conteo en los 3 cruces que van a ser afectados durante el periodo de la mañana, tarde y noche. Para la presentación se realizará la muestra de la Pista B comprendida por la Avenida Túpac Amaru interceptada por la Calle Sánchez Cerro y la Av. Tomás Valle en el turno de la mañana (los demás datos de las pistas estarán en los anexos).

- **Flujo vehicular contabilizado que ingresa por la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 30)**

Tabla 30: Flujo vehicular contabilizado que ingresa por la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro B

Carril Central

	Autos	Buses	Camiones	PARCIALES	
7:00 a 7:15	420	25	4	449.25	
7:15 a 7:30	556	35	4	595.25	
7:30 a 7:45	447	33	6	485.50	
7:45 a 8:00	199	19	4	222.25	1752.25
8:00 a 8:15	176	19	2	196.75	1499.75
8:15 a 8:30	188	16	3	206.50	1111.00
8:30 a 8:45	201	21	6	227.75	853.25
8:45 a 9:00	206	11	2	219.25	850.25
TOTALES	2393	179	31		

Nota: Derechos reservados

- **Flujo vehicular contabilizado que pasan por la intersección Av. Túpac Amaru con Terminal Terrestre Plaza Norte (Turno Mañana) (Tabla 31)**

Tabla 31: Flujo vehicular contabilizado que pasan por la intersección Av. Túpac Amaru con Terminal Terrestre Plaza Norte (Turno Mañana)

Carril Central					Carril Derecha (Giro)				
	Autos	Buses	Camiones	PARCIALES		Autos	Buses	Camiones	PARCIALES
7:00 a 7:15	423	20	7	450.00	7:00 a 7:15	7	0	4	11.00
7:15 a 7:30	556	26	5	587.00	7:15 a 7:30	8	1	0	9.00
7:30 a 7:45	475	21	4	500.00	7:30 a 7:45	8	4	1	12.50
7:45 a 8:00	216	22	2	240.25	7:45 a 8:00	10	8	3	20.75
8:00 a 8:15	378	22	2	402.00	8:00 a 8:15	12	2	2	16.00
8:15 a 8:30	231	19	2	252.00	8:15 a 8:30	6	7	1	14.25
8:30 a 8:45	200	12	3	215.00	8:30 a 8:45	1	0	0	1.00
8:45 a 9:00	210	11	4	225.00	8:45 a 9:00	7	1	0	8.00
TOTALES	2689	153	29		TOTALES	59	23	11	
Carril Centro					Carril Derecho				
VHMD 1777.25					VHMD 63.50				
FHMD 0.76					FHMD 0.77				

Nota: Derechos reservados

- **Flujo vehicular contabilizado que ingresa por la Av. Túpac Amaru con Av. Tomás Valle (Turno Mañana) (Tabla 34)**

Tabla 32: Flujo vehicular contabilizado que pasan por la intersección Av. Túpac Amaru con Av. Tomás Valle (Turno Mañana)

Av. TUPAC AMARU CON TOMAS VALLE (B)

Carril Central					Carril Derecha (Giro)				
	Autos	Buses	Camiones	PARCIALES		Autos	Buses	Camiones	PARCIALES
7:00 a 7:15	379	25	3	407.00	7:00 a 7:15	30	3	0	32.75
7:15 a 7:30	547	28	3	578.00	7:15 a 7:30	35	0	2	37.00
7:30 a 7:45	456	22	4	482.00	7:30 a 7:45	27	3	1	30.50
7:45 a 8:00	199	27	3	229.00	7:45 a 8:00	27	3	2	32.00
8:00 a 8:15	365	21	2	388.25	8:00 a 8:15	34	3	2	39.00
8:15 a 8:30	213	23	2	238.00	8:15 a 8:30	24	3	1	28.25
8:30 a 8:45	176	9	2	186.50	8:30 a 8:45	26	3	1	29.50
8:45 a 9:00	195	9	2	205.50	8:45 a 9:00	23	3	2	27.50
TOTALES	2529	164	21		TOTALES	225	21	11	
Carril Centro					Carril Derecho				
VHMD 1677.25					VHMD 138.50				
FHMD 0.73					FHMD 0.89				

Nota: Derechos reservados

Con estos cálculos se podrá realizar los tiempos de desplazamiento que se genera en estos 3 cruces.

4.1.1 Determinar el Valor de VHDM y FHMD

Según la Norma HCM las siglas de VHDM (Volumen Horario de Máxima Demanda) y FHMD (Factor Horario de Máxima Demanda), se utiliza para verificar cuanto es la cantidad vehicular en un plazo de 15 min cada hora, adicionalmente en la norma HCM nos muestra la fórmula para el FHMD (demanda cada 15 min)

- **Formula del FHMD con una demanda cada 15 min (Figura 30)**

Tabla 33: Formula del FHMD con una demanda cada 15 min

$$FHMD = \frac{VHMD}{4 * (q_{m\acute{a}x_{15}})}$$

Nota: Formula del FHMD con una demanda, adaptado por el HCM 2010, revisión en el año 2016

- **Valores de VHMD y FHMD de la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 34)**

Tabla 34: Valores de VHMD y FHMD de la intersección por la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (B)

Carril Central

	Autos	Buses	Camiones	PARCIALES	
7:00 a 7:15	420	25	4	449.25	
7:15 a 7:30	556	35	4	595.25	
7:30 a 7:45	447	33	6	485.50	
7:45 a 8:00	199	19	4	222.25	1752.25
8:00 a 8:15	176	19	2	196.75	1499.75
8:15 a 8:30	188	16	3	206.50	1111.00
8:30 a 8:45	201	21	6	227.75	853.25
8:45 a 9:00	206	11	2	219.25	850.25
TOTALES	2393	179	31		

Carril Centro	
VHMD	1752.25
FHMD	0.74

Nota: Derechos reservados

- **Valores de VHMD y FHMD de la intersección por la Av. Túpac Amaru con Terminal Terrestre Plaza Norte (Turno Mañana) (Tabla 35)**

Tabla 35: Valores de VHMD y FHMD de la intersección por la Av. Túpac Amaru con Terminal Terrestre Plaza Norte (Turno Mañana)

Carril Central

	Autos	Buses	Camiones	PARCIALES	
7:00 a 7:15	423	20	7	450.00	
7:15 a 7:30	556	26	5	587.00	
7:30 a 7:45	475	21	4	500.00	
7:45 a 8:00	216	22	2	240.25	1777.25
8:00 a 8:15	378	22	2	402.00	1729.25
8:15 a 8:30	231	19	2	252.00	1394.25
8:30 a 8:45	200	12	3	215.00	1109.25
8:45 a 9:00	210	11	4	225.00	1094.00
TOTALES	2689	153	29		

Carril Centro	
VHMD	1777.25
FHMD	0.76

Carril Derecha (Giro)

	Autos	Buses	Camiones	PARCIALES	
7:00 a 7:15	7	0	4	11.00	
7:15 a 7:30	8	1	0	9.00	
7:30 a 7:45	8	4	1	12.50	
7:45 a 8:00	10	8	3	20.75	53.25
8:00 a 8:15	12	2	2	16.00	58.25
8:15 a 8:30	6	7	1	14.25	63.50
8:30 a 8:45	1	0	0	1.00	52.00
8:45 a 9:00	7	1	0	8.00	39.25
TOTALES	59	23	11		

Carril Derecho	
VHMD	63.50
FHMD	0.77

Nota: Derechos reservados

- **Valores de VHMD y FHMD de la intersección por la Av. Túpac Amaru con Av. Tomás Valle (Turno Mañana) (Tabla 36)**

Tabla 36: Valores de VHMD y FHMD de la intersección por la Av. Túpac Amaru con Av. Tomás Valle (Turno Mañana)

Av. TUPAC AMARU CON TOMAS VALLE (B)

Carril Central

	Autos	Buses	Camiones	PARCIALES	
7:00 a 7:15	379	25	3	407.00	
7:15 a 7:30	547	28	3	578.00	
7:30 a 7:45	456	22	4	482.00	
7:45 a 8:00	199	27	3	229.00	1696.00
8:00 a 8:15	365	21	2	388.25	1677.25
8:15 a 8:30	213	23	2	238.00	1337.25
8:30 a 8:45	176	9	2	186.50	1041.75
8:45 a 9:00	195	9	2	205.50	1018.25
TOTALES	2529	164	21		

Carril Centro	
VHMD	1677.25
FHMD	0.73

Carril Derecha (Giro)

	Autos	Buses	Camiones	PARCIALES	
7:00 a 7:15	30	3	0	32.75	
7:15 a 7:30	35	0	2	37.00	
7:30 a 7:45	27	3	1	30.50	
7:45 a 8:00	27	3	2	32.00	132.25
8:00 a 8:15	34	3	2	39.00	138.50
8:15 a 8:30	24	3	1	28.25	129.75
8:30 a 8:45	26	3	1	29.50	128.75
8:45 a 9:00	23	3	2	27.50	124.25
TOTALES	225	21	11		

Carril Derecho	
VHMD	138.50
FHMD	0.89

Nota: Derechos reservados

4.1.2 Análisis de nivel de servicio

Con el fin de verificar el porcentaje de vehículos pesados y livianos es necesario realizar un análisis de nivel de servicio. En la presentación de esta tesis, para el análisis de nivel de servicio se realizará todos los pasos de la intersección de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro en el turno de la mañana, por otro lado, los cálculos correspondientes a las otras 2 intersecciones en sus respectivas horas se mostrarán resumidas en los anexos.

- **Análisis de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 37)**

Tabla 37: Análisis de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

BASE DE DATOS	
Total de Vehículos ligeros en el acceso	2393
Total de Buses en el acceso	179
Total de Camiones en el acceso	31
Total de Vehículos Mixtos en el acceso	2603
Total de Vehículos Pesados	210
Resumen de Datos	
FHMD del acceso	0.74
Porcentaje de buses en el acceso	6.9 %
Porcentaje de Camiones en el acceso	1.2 %
Porcentaje de Vehículos pesados	8%

Nota: Derechos reservados

Una vez realizada el análisis de los porcentajes se realizará el cálculo de la demanda y oferta

- **Cálculo de la demanda de la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 38)**

Para el desarrollo de la demanda en este acceso es necesario utilizar el FHMD que ha sido obtenido anteriormente, además es necesario agrupar la cantidad vehicular por carriles con el fin de hacer un grupo de carriles (cantidad de carriles por cada grupo)

Tabla 38: Cálculo de la demanda de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

ACCESO	mov	q	FHMD	q (ajustada)	q (AGRUPADA CARRILES)	N
B	lz	0.00	0.00	0		
	C1	876.125	0.74	1190.5	1191	2
	C2	876.125	0.74	1190.5	1191	2
	D	0.00	0.00	0		

Nota: Derechos reservados

- **Cálculo de la oferta de la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)**

Para el desarrollo de la oferta es de gran prioridad obtener la cantidad de segundos del semáforo y la longitud de los vehículos estandarizados (**Tabla 39**)

Tabla 39: Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para dimensionamiento de carreteras

*Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras
Según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente)*

Tipo de vehículo	Alto	Ancho	Vuelo	Ancho	Largo	Vuelo	Separación	Vuelo	Radio mín.
	total	total	lateral	ejes	total	delantero	ejes	trasero	rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1,30	2,10	0,15	1,80	5,80	0,90	3,40	1,50	7,30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4,10	2,60	0,00	2,60	15,20	2,30	8,25	2,65	12,80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	14,00	2,40	7,55	4,05	13,70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	15,00	3,20	7,75	4,05	13,70
Ómnibus articulado (BA-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	18,30	2,60	6,70 / 1,90 / 4,00	3,10	12,80
Semirremolque simple (T251)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,00 / 12,50	0,80	13,70
Remolque simple (C2R1)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	10,30 / 0,80 / 2,15 / 7,75	0,80	12,80
Semirremolque doble (T35252)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,40 / 6,80 / 1,40 / 6,80	1,40	13,70
Semirremolque remolque (T3525152)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,45 / 5,70 / 1,40 / 2,15 / 5,70	1,40	13,70
Semirremolque simple (T353)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,40 / 11,90	2,00	1

Nota: Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2014, revisión en el año 2016

Una vez obtenido el largo total de los vehículos livianos y de los Ómnibus de dos ejes (tipo de ómnibus que transcurren con mayor frecuencia en Lima Metropolitana) se halla la longitud vehicular estándar con el fin de encontrar la cantidad vehicular de la oferta (**Tabla 40**)

Tabla 40: Cálculo de promedio de vehículos de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

SEMÁFORO			
Verde	45		
Ambar	3		
Rojo	52		
C	100		
		cantidad	
Veh LIGERO	5.8	2393	13876.5
Ómnibus B2	13.2	179	2362.8
Camion	14	31	434
		2602.5	16673.3
		6.406647454	
Longitud (Metros)	422		
Logintud promedio de vihiculos (m)	6.406647454		

Nota: Derechos reservados

Se halla Kei (la longitud de 422 metros entre la longitud promedio de los vehículos) multiplicando por la velocidad promedio con el de obtener la cantidad vehicular (**Tabla 41**).

Tabla 41: Cálculo de oferta de vehículos de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

ANTES DEL ACCESO	Kei (Lg/lg veh)	VL	Q (Kei*VL)/4
B	65.8690841	45	741
	65.8690841	45	741

Nota: Derechos reservados

4.1.3 Análisis de los factores de servicio

En esta parte del desarrollo se realizará los análisis de factores de servicio (factores de flujo de saturación), los cuales nos muestran la descripción del cada cruce eso se debe a que se quiere mostrar con datos reales las características de cada cruce (si existe giros a la izquierda, el ancho de los carriles, etc.) a continuación se mostrará los principales factores de flujo que se realiza para la obtención detallada de un cruce de avenidas.

- **Factor de ajuste por ancho de Carril (Tabla 42)**

Tabla 42: Factor de ajuste por ancho de Carril

Ancho promedio de Carril (W)	f_w
$2.40 \leq W < 3.00$	0.96
$3.00 \leq W \leq 3.87$	1.00
$3.87 < W < 4.80$	1.04

Nota: Manual de Carreteras HCM 2010 ¹, revisión en el año 2017

¹ Se considera utilizar la tabla del HCM del 2010 para el cálculo de este factor en particular debido a que el mismo manual en la versión 2010 nos indica que se puede utilizar la versión antigua con el fin de obtener un dato más exacto.

- **Factor de ajuste por vehículos pesados (Figura 47)**

Factor de ajuste por Vehículos pesados

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

Nota:
 $E_T = 2.4$ autos / pesados

Donde: %HV = Porcentaje de vehículos pesados del grupo

Figura 47: Factor de ajuste por vehículos pesados

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Factor de ajuste por pendiente (Figura 49)**

Factor de ajuste por pendiente

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

Nota:
 $-6 \leq \%G \leq +10$
 Negativa en descensos

Donde: %G = Porcentaje de pendiente del acceso

Figura 48: Factor de ajuste por pendiente

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Factor de ajuste por Estacionamiento (Figura 49)**

Factor de ajuste por Estacionamiento

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

Nota:
 $0 \leq N_m \leq 180$
 $f_p \geq 0.050$
 $f_p = 1$ para sin estacionamiento

Donde: N = Número de carriles del grupo
 N_m = Número de maniobras de estacionamientos/h

Figura 49: Factor de ajuste por Estacionamiento

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Factor de ajuste por bloqueo de buses (Figura 50)**

Factor de ajuste por bloqueo de buses

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

Nota:
 $0 \leq N_B \leq 250$
 $f_{bb} \geq 0.050$

Donde: N = Numero de carriles por grupo
 N_B = número de buses que paran por hora

Figura 50: Factor de ajuste por bloqueo de buses

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Factor de ajuste por Tipo de área (Figura 51)**

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)

Figura 51: Factor de ajuste por Tipo de área

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Factor de ajuste por Utilización de Carriles (Figura 52)**

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

Figura 52: Factor de ajuste por Utilización de Carriles

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Factor de ajuste por vueltas a la izquierda (Figura 53)**

$$f_{LT} = \frac{1}{E_L}$$

TIPO DE CARRIL	E_L Equivalentes ADE para vehículos de giro a la izquierda	f_{LT}
Giros a la izquierda con fase protegida o sin oposición		
Un carril exclusivo o compartido	1.05	0.95
Dos o más carriles exc. o compartidos	1.09	0.92
Calles de un solo sentido o intersecciones en T		
Un carril exclusivo o compartido	1.18	0.85
Dos o más carriles exc. o compartidos	1.33	0.75

Figura 53: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Factor de ajuste por vueltas a la derecha (Figura 54)**

$$f_{RT} = \frac{1}{E_R}$$

TIPO DE CARRIL	E_R Equivalentes ADE para vehículos de giro a la derecha	f_{RT}
Un carril exclusivo o compartido	1.18	0.85
Dos o más carriles exclusivos o compartidos	1.33	0.75

Figura 54: Factor de ajuste por vueltas a la derecha

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Factor de ajuste por peatones y bicicletas para grupos con giro a la izquierda (Figura 55)**

TIPO DE CARRIL	f_{lpb}
No hay peatones o ciclistas en conflicto	1.00
Calle de un solo sentido	A_{pbT}
Calle en dos sentidos con giro permitido a la izquierda.	A_{pbT}
Calle en dos sentidos con giro permitido y protegido a la izquierda.	A_{pbT}
Calle en dos sentidos con giro protegido a la izquierda sin flujo opuesto.	1.00

Figura 55: Factor de ajuste por peatones y bicicletas para grupos con giro a la izquierda

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Factor de ajuste por peatones y bicicletas para grupos con giro a la izquierda (Figura 56)**

TIPO DE CARRIL	f_{Rpb}
No hay peatones o ciclistas en conflicto	1.00
Giro permitido a la derecha.	A_{pbT}
Giro permitido y protegido a la derecha.	A_{pbT}
Giro protegido a la derecha.	1.00

Figura 56: Factor de ajuste por peatones y bicicletas para grupos con giro a la izquierda

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

Para realizar este factor es necesario determinar la tasa de flujo de saturación ajustada y la presencia de peatones y bicicleta (zona de conflicto importante) **(Figura 57)**.

$$OCC_r = \frac{g_{ped} - g_q}{g_p - g_q} (OCC_{pedu}) e^{-5.00 v_0 / 3,600}$$

Figura 57: Tasa de flujo de saturación ajustada

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

Una vez mostrada los factores que se flujo de saturación de la norma HCM 2010 se procederá a realizar los cálculos correspondientes para cada cruce que se ha mostrado con anterioridad. Para el presente análisis tomará la intersección de la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro en el turno de la mañana, las otras 2 intersecciones se mostrarán en los anexos en una tabla resumen representado por las simbologías de cada factor.

Análisis de factores de servicio para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

- **Factor de ajuste por ancho de Carril para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 43)**

Tabla 43: Factor de ajuste por ancho de Carril para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

FACTOR DE AJUSTE POR ANCHO DE CARRIEL			
f _{w1}	1.00	w ₁ =	3.1
f _{w2}	1.04	w ₂ =	4.1

Nota: Derechos reservados

- **Factor de ajuste por vehículos pesados para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 44)**

Tabla 44: Factor de ajuste por vehículos pesados para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

FACTOR DE AJUSTE POR VEHICULOS PESADOS			
$f_{hv} = 100 / (100 + HW * (E_t - 1))$		H _{v1} =	8%
		H _{v2} =	8%
f _{h_{v1}}	0.856	E _{t1} =	210
f _{h_{v2}}	0.856	E _{t2} =	210

Nota: Derechos reservados

- **Factor de ajuste por pendiente para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Figura 45)**

Tabla 45: Factor de ajuste por pendiente para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

FACTOR DE AJUSTE POR PENDIENTE			
$f_g = 1 - G/200$			
fg1	1.000	G1=	1.2%
fg2	1.000	G2=	1.2%

Nota: Derechos reservados

- **Factor de ajuste por Estacionamiento para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 46)**

Tabla 46: Factor de ajuste por Estacionamiento para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

FACTOR DE AJUSTE POR ESTACIONAMIENTO			
$f_p = (N - 0.1 - (18 * N_m / 3600)) / N$			
fp1	0.95	N1=	2
		N2=	2
fp2	0.95	Nm=	0
		Nm=	0

Nota: Derechos reservados

- **Factor de ajuste por bloqueo de buses para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 47)**

Tabla 47: Factor de ajuste por bloqueo de buses para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

FACTOR DE AJUSTE POR BLOQUEO A BUSES			
$f_{bb} = (N - (14.4 * N_b / 3600)) / N$		N1=	2
fbb1	0.821	N2=	2
		Nb=	90
fbb2	0.821	Nb=	90

Nota: Derechos reservados

- **Factor de ajuste por Tipo de Área para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 48)**

Tabla 48: Factor de ajuste por Tipo de área para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

FACTOR DE AJUSTE POR TIPO DE ÁREA	
fa1	0.9
fa2	0.9

Nota: Derechos reservados

- **Factor de ajuste por Utilización de Carriles para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 49)**

Tabla 49: Factor de ajuste por Utilización de Carriles para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

FACTOR DE AJUSTE POR UTILIZACION DE CARRILES	
$flu = Vg / (Vg1 * N)$	
flu	1

Nota: Derechos reservados

- **Factor de ajuste por vueltas a la izquierda para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 50)**

Tabla 50: Factor de ajuste por vueltas a la izquierda para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

FACTOR DE AJUSTE POR VUELTA A LA IZQUIERDA			
$flt = 1 / (EL)$			
flt1	0.952380952	Plt1=	1.05
flt2	0.952380952	Plt2=	1.05

Nota: Derechos reservados

- **Factor de ajuste por vueltas a la derecha para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 51)**

Tabla 51: Factor de ajuste por vueltas a la derecha para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

FACTOR DE AJUSTE POR VUELTA A LA DERECHA			
frt=1/(ER)			
frt1	0.847457627	Prt1=	1.18
frt2	0.847457627	Prt2=	1.18

Nota: Derechos reservados

- **Factor de ajuste por peatones para grupos con giro a la izquierda para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana) (Tabla 52)**

Tabla 52: Factor de ajuste por peatones para grupos con giro a la izquierda para la Av. Túpac Amaru con La Calle Sánchez Cerro (Turno Mañana)

FACTOR POR PEATONES PARA GRUPOS CON GIRO A LA IZQUIERDA			
OCC PENG	0.6476	Cantidad=	843
OCC PENG	0.6476	Vpedg=	1873

Nota: Derechos reservados

4.1.4 Determinación de las demoras por acceso

Una vez realizado cada uno de los factores de ajustes se procede a realizar el tiempo de demora por acceso, con ese fin se utiliza la ecuación para la base de flujo de saturación (**Figura 58**). Utilizando el S_o que significa el flujo de saturación ideal por carril una cantidad de 1900 (vehículos/hora/carril)

$$S = S_o f_w f_{hv} f_g f_p f_{bb} f_a f_{lu} f_{lt} f_{rt} f_{lpb} f_{rpb}$$

Figura 58: Ecuación para la base de flujo de saturación

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

Adicionalmente, para hallar el tiempo de demora se utilizará la fórmula de Demora Uniforme por Acceso (**Figura 59**), Demora Incremental (**Figura 60**) y Determinación de las demoras de Accesos (**Figura 61**).

- **Demora Uniforme por Acceso (Figura 59)**

$$d_1 = \frac{0.5 C \left[1 - \frac{v_{ei}}{C} \right]^2}{1 - [X_i] \left(\frac{v_{ei}}{C} \right)}$$

Figura 59: Demora Uniforme por Acceso

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Demora Incremental (Figura 60)**

$$d_2 = 900T \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + \frac{4X_i}{CT}} \right]$$

Figura 60: Demora Incremental

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Determinación de las demoras por Accesos (Figura 61)**

$$d_i = d_1 + d_2$$

d_i = demora media por acceso (segundos / Vehículos)

d_1 = demora uniforme (segundos/ Vehículos)

d_2 = demora incrementa (segundos/ Vehículos) que tiene el efecto el llegadas de aleatorias

Figura 61: Determinación de las demoras por Accesos

Adaptado de: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Tabla de demora por control**

Una vez hallado las demoras por los accesos es necesario ver cual el nivel de servicio la cual es necesario utilizar la tabla demora por nivel de servicio del HCM (**Tabla 53**)

Tabla 53: Tabla de demora de nivel de servicio

Demora de control (s/veh)	Nivel de Servicio para $X_i \leq 1,0$	Nivel de Servicio para $X_i > 1,0$
[0 ; 10]	A	F
< 10 ; 20]	B	F
< 20 ; 35]	C	F
< 35 ; 55]	D	F
< 55 ; 80]	E	F
< 80 ; $+\infty$ >	F	F

Nota: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 2017

- **Tiempo de demora para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez (Turno de la Mañana) (Tabla 54)**

Tabla 54: Tiempo de demora para la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez (Turno de la Mañana)

ACCESO	N	Sb	fw	fhw	fg	fp	fbw	fa	flu	ft	frt	frpb	s	Veí	C	u	Q
B	2.000	1900.000	1.000	0.856	1.000	0.950	0.821	0.900	1.000	0.952	0.847	0.744	887.549	45	100.000	0.450	399.397
	2.000	1900.000	1.040	0.856	1.000	0.950	0.821	0.900	1.000	0.952	0.847	0.744	923.051	45	100.000	0.450	415.373

X1	2.981
X2	2.866

ACCESO	ajustado acumulac	N	Sb	S	Veí	C	u	Q	X	d1	d2	dí	Dint
B	1191	2.000	1900	887.549	45.000	100.000	0.450	399.397	2.981	-44.311	917.64	873.33	843.83
	1191	2.000	1900	923.051	45.000	100.000	0.450	415.373	2.866	-52.201	866.54	814.33	

Nota: Derechos reservados

- **Tiempo de demora para la Av. Túpac Amaru con El Terminal Terrestre Plaza Norte (Turno de la Mañana) (Tabla 55)**

Tabla 55: Tiempo de demora para la Av. Túpac Amaru con el Terminal Terrestre Plaza Norte (Turno de la Mañana)

ACCESO	N	Sb	fw	fhw	fg	fp	fbb	fa	flu	ftt	frt	fripb	fipb	S	VeI	C	u	Q
B	3.000	1900.000	1.000	0.882	1.000	0.967	0.891	0.900	1.000	0.952	0.847	0.225	0.485	343.754	45	100.000	0.450	154.689
	2.000	1900.000	1.000	0.847	1.000	0.950	0.794	0.900	1.000	0.952	0.847	0.225	0.485	192.828	45	100.000	0.450	86.773

X1	7.473
X2	15.120

ACCESO	ajustado acumulac	N	Sb	S	VeI	C	u	Q	X	d1	d2	dI	Dint
B	1156	3.000	1900	343.754	45.000	100.000	0.450	154.689	7.473	-6.401	2933.507	2927.106	4757.686
	1312	2.000	1900	192.828	45.000	100.000	0.450	86.773	15.120	-2.606	6373.211	6370.606	

Nota: Derechos reservados

- **Tiempo de demora para la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle (Turno de la Mañana) (Tabla 56)**

Tabla 56: Tiempo de demora para la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle (Turno de la Mañana)

ACCESO	N	Sb	fw	flw	fg	fp	fb	fa	flu	flt	frt	frpb	flpb	S	Ve	C	u	Q
B	2.000	1900.000	1.000	0.883	1.000	0.950	0.847	0.900	1.000	1.000	0.847	0.581	0.636	761.703	45	100.000	0.450	342.766
	2.000	1900.000	1.000	0.846	1.000	0.950	0.801	0.900	1.000	1.000	0.847	0.581	0.636	690.119	45	100.000	0.450	310.554

X1	3.425
X2	4.048

ACCESO	ajustado acumulac	N	Sb	S	Ve	C	u	Q	X	d1	d2	di	Dint
B	1174	2.000	1900	761.703	45.000	100.000	0.450	342.766	3.425	-27.943	1116.140	1088.198	1237.278
	1257	2.000	1900	690.119	45.000	100.000	0.450	310.554	4.048	-18.413	1394.928	1376.514	

Nota: Derechos reservados

4.2 SITUACIÓN ACTUAL

En este punto se muestra los niveles de servicio de todos los cruces del área de estudio.

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro (Tabla 57)**

Tabla 57: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro

Cruce de las AV: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	768.95	F	499.54	F	F
	237.51	F			
B	873.33	F	843.83	F	
	814.33	F			
C	40.92	F	126.19	F	
	169.91	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	478.16	F	506.48	F	F
	533.55	F			
B	680.66	F	756.13	F	
	831.60	F			
C	89.28	F	85.00	F	
	80.58	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	733.32	F	740.26	F	F
	747.14	F			
B	1103.05	F	1103.05	F	
	1103.05	F			
C	127.69	F	188.08	F	
	235.28	F			

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre (Tabla 58)**

Tabla 58: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminal Terrestre

CRUCE DE LA AV: Tupac Amaru/ Terminal Terrestre en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	673.90	F	677.30	F	F
	680.69	F			
B	1088.20	F	1237.28	F	
	1376.51	F			
E	21.39	C	21.39	C	
F	11.88	B	11.88	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	527.85	F	531.73	F	F
	535.59	F			
B	734.24	F	1151.16	F	
	1458.89	F			
E	939.41	F	939.41	F	
F	12.07	B	12.07	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1612.33	F	1616.93	F	F
	1621.51	F			
B	3368.89	F	7059.54	F	
	8789.14	F			
E	179.91	F	179.91	F	
F	12.27	B	12.27	B	

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle (Turno: Mañana) (Tabla 59)**

Tabla 59: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle

CRUCE DE LAS AV: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	3066.73	F	3066.73	F	F
	3066.73	F			
B	2927.11	F	4757.69	F	
	6370.61	F			
D	45.80	D	38.54	D	
	28.90	C			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	309.84	F	309.84	F	F
	309.84	F			
B	850.01	F	1726.74	F	
	2476.41	F			
D	39.79	D	50.22	D	
	58.63	E			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1319.50	F	1355.50	F	F
	1391.51	F			
B	450.66	F	1132.36	F	
	1711.25	F			
D	244.17	F	188.70	F	
	25.19	C			

Nota: Derechos reservados

CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA AL ESTUDIO DEL IMPACTO VIAL

5.1 PROPUESTA PARA LA SOLUCIÓN

Como se ha podido apreciar la demora de control según vehículos ha llegado a la categoría F lo cual equivale a superar el mínimo a 80 seg/vehículo, ante esto la norma HCM 2010 nos informa que para esta situación es necesario una ampliación o una obra de creación; en referencia a lo que se implica la ampliación (es la modificación o agregación de un carril adicional con el fin de disminuir el flujo vehicular), por otro lado, la obra de creación (se considera como túneles, puentes elevadizos, etc.).

Ante esto se ha creado varias alternativas de solución las cuales son:

- **Alternativa 1:** Realizar un cambio de tiempo semafórico.
- **Alternativa 2:** Cambiar el giro de carril en un cruce.
- **Alternativa 3:** Ampliar un nuevo carril en el área de estudio.
- **Alternativa 4:** Juntar las alternativas 1, 2, 3 para encontrar la solución más viable.

Para este punto de la tesis se mostrará los puntos que se han cambiado en cada alternativa y la tabla de resumen de servicio (de todos los cruces).

5.1.1 Alternativa 1: Realizar un cambio de tiempo semafórico.

Para empezar a realizar el cambio de tiempo semafórico es necesario utilizar las fórmulas del mostradas en el **capítulo 3.1.4.3**, tomando en consideración los anchos de carril y las características del área de estudio; con el fin de identificar el tiempo semafórico estándar (**Tabla 60**)

Tabla 60: Calculo de tiempo semafórico

VELOCIDAD		CALCULO DEL AMBAR	
A-B	3.13 m/s	A-B	2.02 s
C	12.50 m/s	C	5.10 s

TODO ROJO		gi	
A-B	6.24 s		115 s
C	3.87 s		

SEGUNDOS	Norte - Sur	Este - Oeste
VERDE	60	55
AMBAR	5	5
ROJO	50	55

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la modificación del tiempo semafórico (Tabla 61)**

Tabla 61: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la modificación del tiempo semafórico

Cruce de las AV: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	625.95	F	738.67	F	F
	848.31	F			
B	602.26	F	575.62	F	
	548.99	F			
C	136.20	F	115.94	F	
	92.65	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	328.22	E	349.26	E	F
	369.38	E			
B	476.51	F	545.58	F	
	614.65	F			
C	122.02	F	115.69	F	
	109.16	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	489.97	F	496.91	F	F
	503.80	F			
B	813.23	F	813.23	F	
	813.23	F			
C	169.87	F	246.47	F	
	306.34	F			

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la modificación del tiempo semafórico (Tabla 62)**

Tabla 62: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la modificación del tiempo semafórico

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminar Terrestre en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	441.02	F	444.77	F	F
	448.52	F			
B	786.10	F	907.70	F	
	1021.28	F			
E	26.63	C	26.63	C	
F	16.04	B	16.04	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	353.10	F	355.78	F	F
	358.45	F			
B	451.45	F	806.93	F	
	1069.32	F			
E	1091.69	F	1091.69	F	
F	16.25	B	16.25	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1087.18	F	1090.64	F	F
	1094.09	F			
B	1850.67	F	4073.12	F	
	5114.66	F			
E	259.21	F	259.21	F	
F	16.47	B	16.47	B	

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la modificación del tiempo semafórico (Tabla 63)**

Tabla 63: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la modificación del tiempo semafórico.

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1674.08	F	1674.08	F	F
	1674.08	F			
B	1589.52	F	2695.50	F	
	3669.98	F			
D	58.33	F	46.99	F	
	31.90	E			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	522.96	F	522.96	F	F
	522.96	F			
B	491.78	F	1177.00	F	
	1762.89	F			
D	49.56	F	64.14	F	
	75.90	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	865.99	F	893.43	F	F
	920.88	F			
B	571.76	F	891.08	F	
	1162.25	F			
D	322.85	F	248.94	F	
	31.06	C			

Nota: Derechos reservados

5.1.2 Alternativa 2: Cambiar el giro carriel de carriel en un cruce.

En esta alternativa se decidió cambiar el giro del carriel que se encuentra interceptada entre el Centro Comercial Plaza Norte y el Mercado Central, la propuesta se basa en cambiar el modelo de giro de la ruta E (la cual está constituida por una entra y salida de vehículos); por una doble salida de para los vehículos de la Túpac Amaru (**Figura 62**) debido a que en este cruce como se muestra en la **Figura 12** presenta una gran cantidad de congestión vehicular (en vez de que los vehículos ingresen hacia la Av. Túpac Amaru tienen que salir de la avenida)..

Figura 62: Alternativa de solución cambio de giro de carriel.

Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la modificación de cambio de carriel (Tabla 64)**

Tabla 64: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la modificación de cambio de carriel

Cruce de las AV: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	768.95	F	499.54	F	F
	237.51	F			
B	631.94	F	803.31	F	
	974.67	F			
C	40.92	D	126.19	F	
	169.91	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	478.16	F	506.48	F	F
	533.55	F			
B	840.60	F	992.35	F	
	1144.09	F			
C	89.28	F	85.00	F	
	80.58	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	733.32	F	740.26	F	F
	747.14	F			
B	398.95	F	865.23	F	
	1331.52	F			
C	127.69	F	188.08	F	
	235.28	F			

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la modificación de cambio de carriel (Tabla 65)**

Tabla 65: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la modificación de cambio de carriel

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminar Terrestre en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	673.90	F	677.30	F	F
	680.69	F			
B	225.55	F	924.94	F	
	1578.95	F			
F	11.88	B	11.88	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	527.85	F	531.73	F	F
	535.59	F			
B	415.11	F	1015.64	F	
	1458.89	F			
F	12.07	B	12.07	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1612.33	F	1616.93	F	F
	1621.51	F			
B	1972.02	F	6613.80	F	
	8789.14	F			
F	12.27	B	12.27	B	

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la modificación de cambio de carriel (Tabla 66)**

Tabla 66: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la modificación de cambio de carriel

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	3066.73	F	3066.73	F	F
	3066.73	F			
B	2524.52	F	4770.03	F	
	6752.95	F			
D	45.80	D	38.54	D	
	28.90	C			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	309.84	F	309.84	F	F
	309.84	F			
B	1112.22	F	2393.65	F	
	3535.47	F			
D	39.79	E	50.22	D	
	58.63	D			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1319.50	F	1355.50	F	F
	1391.51	F			
B	149.24	F	1165.92	F	
	2034.02	F			
D	244.17	F	188.70	F	
	25.19	C			

Nota: Derechos reservados

5.1.3 Alternativa 3: Ampliar un nuevo carril en el área de estudio.

En este se recomienda utilizar la mora municipal que hay en un tramo del área de estudio, esta alternativa está basándose bajo la ordenanza 341 y la ley 27972 se da conocer que la municipalidad tiene la potestad de utilizar el retiro municipal con el fin de realizar una expansión de la pista si la presente se encuentra saturada o si afectarse a las personas de su alrededor.

La alternativa que se está sugiriendo es utilizar la mora municipal entre el tramo de la calle Sánchez Cerro hasta la intersección con el Terminal Terrestre con el fin de realizar una ampliación (con el fin de crear un circuito que solo puedan utilizar los buces del terminal terrestre) (**Figura 63**).

Figura 63: Uso de la mora Municipal entre la calle Sánchez Cerro hasta la intersección con el Terminal Terrestre

Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la ampliación del nuevo carril (Tabla 67)**

Tabla 67: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la ampliación del nuevo carril

Cruce de las Av: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	768.95	F	499.54	F	F
	237.51	F			
B	489.31	F	651.82	F	
	814.33	F			
C	40.92	D	126.19	F	
	169.91	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	478.16	F	506.48	F	F
	533.55	F			
B	449.35	F	640.47	F	
	831.60	F			
C	89.28	F	85.00	F	
	80.58	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	733.32	F	740.26	F	F
	747.14	F			
B	808.99	F	956.02	F	
	1103.05	F			
C	127.69	F	188.08	F	
	235.28	F			

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la ampliación del nuevo carril (Tabla 68)**

Tabla 68: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la ampliación del nuevo carril

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminar Terrestre en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	673.90	F	677.30	F	F
	680.69	F			
B	225.55	F	924.94	F	
	1578.95	F			
F	11.88	B	11.88	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	527.85	F	531.73	F	F
	535.59	F			
B	415.11	F	1015.64	F	
	1458.89	F			
F	12.07	B	12.07	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1612.33	F	1616.93	F	F
	1621.51	F			
B	1972.02	F	6613.80	F	
	8789.14	F			
F	12.27	B	12.27	B	

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la ampliación del nuevo carril (Tabla 69)**

Tabla 69: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la ampliación del nuevo carril

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	3066.73	F	3066.73	F	F
	3066.73	F			
B	2276.74	F	4280.77	F	
	6046.52	F			
D	45.80	D	38.54	D	
	28.90	C			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	309.84	F	309.84	F	F
	309.84	F			
B	416.20	F	1451.77	F	
	2337.25	F			
D	39.79	D	50.22	D	
	58.63	E			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1319.50	F	1355.50	F	F
	1391.51	F			
B	662.70	F	1229.74	F	
	1711.25	F			
D	244.17	F	188.70	F	
	25.19	C			

Nota: Derechos reservados

5.1.4 Alternativa 4: Juntar las alternativas 1, 2, 3 para encontrar la solución más viable.

Una vez realizada cada alternativa se consideró tomar la más considerable en la cual abarca desde realizar un cambio de tiempo semafórico en toda el área de estudio, por otro lado, es necesario especificar que también se pondrán las modificaciones de cambio de giro y agregación de un nuevo carril.

Consideración que sean utilizado para realizar la alternativa 4:

1. **Utilización de Cambio Semafórico:** En este punto se está considerando en cambiar los tiempos semafóricos en toda el área de estudio, esto se debe a que toda el área ha sido afectada con la construcción del metropolitano y por tal motivo es necesario realizar un cambio de tiempo semafórico.
2. **Utilización de Cambio de Giro:** En este punto es necesario realizar un cambio de giro en la conexión entre el centro comercial Plaza Norte y el mercado central, el cambio que se ha diseñado es el giro de sentido del carril (en vez de que los vehículos ingresen hacia la Av. Túpac Amaru tienen que salir de la avenida).
3. **Ampliación de un nuevo carril en el área de estudio:** En este punto se aconseja realizar una ampliación del retiro municipal (con el fin de realizar un carril exclusivo para los buques que entran en el terminal terrestre).

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la modificación de la alternativa 4 (Tabla 70)**

Tabla 70: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – con la modificación de la alternativa 4

Cruce de las Av: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	625.95	F	738.67	F	F
	848.31	F			
B	305.93	F	427.46	F	
	548.99	F			
C	50.89	D	169.09	F	
	229.71	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	328.22	F	349.26	F	F
	369.38	F			
B	306.29	F	460.47	F	
	614.65	F			
C	122.02	F	115.69	F	
	109.16	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	489.97	F	496.91	F	F
	503.80	F			
B	479.02	F	646.13	F	
	813.23	F			
C	169.87	F	246.47	F	
	306.34	F			

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la modificación de la alternativa 4 (Tabla 71)**

Tabla 71: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – con la modificación de la alternativa 4

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminar Terrestre en diferentes turnos					
TURNO DE LA MAÑANA					
ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	441.02	F	444.77	F	F
	448.52	F			
B	861.80	F	1028.90	F	
	1185.15	F			
F	16.04	B	16.04	B	
TURNO DE LA TARDE					
ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	353.10	F	355.78	F	F
	358.45	F			
B	248.15	F	720.60	F	
	1069.32	F			
F	16.25	B	16.25	B	
TURNO DE LA NOCHE					
ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1087.18	F	1090.64	F	F
	1094.09	F			
B	1003.83	F	3802.90	F	
	5114.66	F			
F	16.47	B	16.47	B	

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la modificación de la alternativa 4 (Tabla 72)**

Tabla 72: Tabla de resumen de nivel de servicio de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – con la modificación de la alternativa 4

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle en diferentes turnos

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1674.08	F	1674.08	F	F
	1674.08	F			
B	1194.49	F	2406.46	F	
	3474.33	F			
D	61.93	E	51.25	D	
	37.06	D			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	522.96	F	522.96	F	F
	522.96	F			
B	587.73	F	1164.44	F	
	1657.56	F			
D	49.56	D	64.14	E	
	75.90	E			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	865.99	F	893.43	F	F
	920.88	F			
B	331.13	F	780.58	F	
	1162.25	F			
D	322.85	F	248.94	F	
	31.06	C			

Nota: Derechos reservados

5.2 PROPUESTA PARA EL AÑO 2024

En este punto de la tesis se procederá a utilizar el incremento de 22.06% que se halla en la **Tabla 36**, no obstante, el incremento que se está estimando es para el caso más desfavorable que pueda surgir en el área de estudio. A continuación, se mostrará una tabla resumen de los cálculos que se pueden hallar en los anexos, en esta tabla se mostrará el tiempo de espera sin modificaciones y luego con modificaciones alternativa de solución más viable.

5.2.1 Aumento vehicular para el año 2024 – Sin Modificaciones

Para la propuesta mostrada en este sub-capítulo es necesario mencionar que este aumento no se realizó ningún cambio en toda el área de estudio, solo se calculó el aumento peatonal y el aumento vehicular proporcionado por el INEI para el año 2024 como se muestran en la **Tabla 28** y **Tabla 29**.

- **Tabla de resumen de nivel servicio de servicio para el año 2024 de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – Sin Modificaciones (Tabla 73)**

Tabla 73: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – Sin Modificaciones - Futuro

Cruce de las AV: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en diferentes turnos - SIN MODIFICACIONES - FUTURO					
TURNO DE LA MAÑANA					
ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1480.44	F	1508.25	F	F
	1535.30	F			
B	1086.72	F	1591.35	F	
	2095.98	F			
C	135.22	F	273.87	F	
	344.97	F			
TURNO DE LA TARDE					
ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1044.31	F	1081.11	F	F
	1116.30	F			
B	1026.14	F	1583.22	F	
	2140.30	F			
C	423.02	F	399.64	F	
	375.51	F			
TURNO DE LA NOCHE					
ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1949.91	F	1969.99	F	F
	1989.75	F			
B	1323.80	F	1969.62	F	
	2615.43	F			
C	548.69	F	713.16	F	
	842.95	F			

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel servicio de servicio para el año 2024 de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – Sin Modificaciones (Tabla 74)**

Tabla 74: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con el Terminal Terrestre

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminar Terrestre en diferentes turnos - SIN MODIFICACIONES - FUTURO

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1744.12	F	1748.52	F	F
	1752.91	F			
B	2493.17	F	2869.10	F	
	3220.22	F			
E	27.84	C	27.84	C	
F	11.99	B	11.99	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1132.98	F	1137.67	F	F
	1142.33	F			
B	1917.43	F	2829.59	F	
	3502.84	F			
E	1454.07	F	1454.07	F	
F	12.24	B	12.24	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	4245.58	F	4255.89	F	F
	4266.15	F			
B	11986.47	F	24460.40	F	
	30518.38	F			
E	599.38	F	599.38	F	
F	12.52	B	12.52	B	

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel servicio de servicio para el año 2024 la mañana de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – Sin Modificaciones (Tabla 75)**

Tabla 75: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Tomás Valle en diferentes turnos - SIN MODIFICACIONES - FUTURO

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	11663.17	F	11663.17	F	F
	11663.17	F			
B	10684.35	F	17859.90	F	
	24182.25	F			
D	222.49	F	160.96	F	
	79.14	E			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1803.05	F	1803.05	F	F
	1803.05	F			
B	2253.64	F	4409.52	F	
	6252.93	F			
D	119.26	F	180.60	F	
	230.06	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	3434.98	F	3512.47	F	F
	3589.95	F			
B	1793.99	F	3149.69	F	
	4300.94	F			
D	671.35	F	513.13	F	
	46.68	D			

Nota: Derechos reservados

5.2.2 Aumento vehicular para el año 2024 – con Modificaciones

Para la propuesta mostrada en este sub-capítulo es necesario mencionar que este aumento se realizó los cambios con la alternativa 4 en toda el área de estudio debido a que fue la alternaba que mostraba una mayor disminución en el tiempo de estancamiento en las cruces de las avenidas, como se mostró en el **subcapítulo 5.2.1** se va a mostrar la tabla resumen de nivel de servicio para el año 2024.

- **Tabla de resumen de nivel servicio de servicio para el año 2024 de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – Con Modificaciones (Tabla 76)**

Tabla 76: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con la Calle Sánchez Cerro – Con Modificaciones - Futuro

Cruce de las Av: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en diferentes turnos - CON MODIFICACIONES - FUTURO					
TURNO DE LA MAÑANA					
ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	640.01	F	658.24	F	F
	675.97	F			
B	127.78	F	558.23	F	
	988.67	F			
C	130.39	F	464.40	F	
	635.68	F			

TURNO DE LA TARDE					
ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	248.32	F	326.81	F	F
	401.86	F			
B	111.58	F	587.52	F	
	1063.45	F			
C	339.09	F	323.64	F	
	307.69	F			

TURNO DE LA NOCHE					
ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	943.45	F	949.84	F	F
	956.17	F			
B	579.93	F	725.00	F	
	870.07	F			
C	257.28	F	358.63	F	
	437.84	F			

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel servicio de servicio para el año 2024 de la Av. Túpac Amaru con el Terminar Terrestre – Con Modificaciones (Tabla 77)**

Tabla 77: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con el Terminal Terrestre – Con Modificaciones – Futuro

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminal Terrestre en diferentes turnos - CON MODIFICACIONES - FUTURO

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	5230.60	F	5241.93	F	F
	5253.22	F			
B	112.98	F	766.27	F	
	1377.17	F			
F	22.44	C	22.44	C	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	381.31	F	388.31	F	F
	395.28	F			
B	681.08	F	1269.96	F	
	1704.60	F			
F	19.27	B	19.27	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1818.18	F	1826.42	F	F
	1834.60	F			
B	1880.57	F	6566.87	F	
	8763.07	F			
F	19.62	B	19.62	B	

Nota: Derechos reservados

- **Tabla de resumen de nivel servicio de servicio para el año 2024 la mañana de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – Con Modificaciones (Tabla 78)**

Tabla 78: Tabla de resumen de nivel de servicio para el año del 2024 de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomás Valle – Con Modificaciones – Futuro

**CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Tomas Valle en diferentes turnos -
CON MODIFICACIONES - FUTURO**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	3039.93	F	3039.93	F	F
	3039.93	F			
B	2205.16	F	4288.58	F	
	6124.29	F			
D	248.98	F	182.72	F	
	94.61	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	663.58	F	663.58	F	F
	663.58	F			
B	-665.00	F	1743.30	F	
	2665.31	F			
D	121.85	F	179.71	F	
	226.37	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1467.17	F	1505.59	F	F
	1544.00	F			
B	424.23	F	1217.22	F	
	1890.61	F			
D	-23.78	F	-30.66	F	
	50.94	D			

Nota: Derechos reservados

5.2.3 Modificación en la Av. Túpac Amaru entre las Av. Tomás Valle y Calle Sánchez Cerro utilizando el software Synchro V8

En primera instancia, es necesario explicar el software que se va a utilizar para la tesis; el Synchro es programa de computación que ha sido diseñado para la planificación, diseño y control de tiempo semafóricos e intersecciones viales. Este programa es compatible con la 6ª edición de la Highway Capacity Manual (HCM) de 2010 para intersecciones señalizadas, intersecciones no señalizadas y rotondas; el synchro también implementa el método de utilización de la capacidad de intersección para determinar la capacidad de intersección, actualmente se la compañía creadora ha actualizado este programa llegando a la versión 8 del Synchro.

Tomando en cuenta las características ya mencionada de este programa y facilidad para realizar el modelado se optó por utilizar este programa; por este motivo en este punto de la tesis se procederá a mostrar la modelación de **Capítulo 5.2.3**, como se describió en los objetivos específicos de esta tesis. Solo se realizará una modelación de la situación actual y la solución (lo cual solo abarca la muestra de los niveles de servicio); no obstante, se mostrará a continuación los pasos que se realizaron para la adaptación del sistema real al virtual.

Adaptación del modelo real al virtual:

En primera instancia se procedió a pasar la imagen tomada desde Google Earth del área de estudio y se sube al programa Synchro, posterior mente se llega a realizar las adaptaciones de las pistas dentro de la **Figura 64** (la cual abarca en poner todas las pistas existentes).

Figura 64: Adaptación del modelo real al modelo virtual

Derechos reservados

Una vez realizado la adaptación de las pistas en el plano de trabajo se procedió a subir la cantidad vehicular y tipo de vehículos que transitaban en los 3 diferentes turnos en las distintas intersecciones como se muestra en la **Figura 65**.

Figura 65: Cantidad vehicular en las intersecciones

Derechos reservados

Como el programa está adaptado a las versiones del manual HCM se procedió a realizar los cambios en los factores de flujo de saturación como se muestra en la **Figura 66**.

LANE SETTINGS	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)												
Traffic Volume (vph)	0	2603	0	0	2198	41	97	162	357	0	0	0
Street Name	Av. Tupac Amaru						Calle Sanchez Cerro					
Link Distance (m)	86.3			202.2			191.1			169.4		
Links Speed (km/h)	45			45			45			50		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	6.9			16.2			15.3			12.2		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	2.4	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.0	3.0	3.0	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	-1			1			0			0		
Area Type CBD	☒			☒			☒			☒		
Storage Length (m)	0.0			0.0			0.0			0.0		
Storage Lanes (#)	—			—			—			—		
Right Turn Channelized	—			None			None			None		
Curb Radius (m)	—			—			—			—		
Add Lanes (#)	—			—			—			—		
Lane Utilization Factor	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	1.000			1.000			0.982			1.000		
Left Turn Factor (prot)	1.000			1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (prot)	8003			6672			1537			1330		
Left Turn Factor (perm)	1.000			1.000			1.000			1.000		
Right Ped Bike Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Left Ped Factor	1.000			1.000			1.000			1.000		
Saturated Flow Rate (perm)	8003			6672			1537			1330		
Right Turn on Red?	☒			☒			☒			☒		
Saturated Flow Rate (RTOR)	0			0			19			0		
Link Is Hidden	☐			☐			☐			☐		
Hide Name in Node Title	☐			☐			☐			☐		

Figura 66: Modificación de los factores de flujo de saturación el Synchro V8

Derechos reservados

Datos Actuales del flujo vehicular en el turno del medio día “sin modificar”:

Como se puede apreciar en la **Figura 65** se ha colocado VHDM, con los valores que ha sido tomado en campo (durante este proceso se realizaron varios cambios debido a que este programa es para un nivel Macro y la tesis que se ha mostrado es para un nivel micro). Adicionalmente, este programa genera una uniformidad con respecto al ancho de los carriles (esto genera que el programa trabaje los flujos de saturación en un solo grupo) **Figura 67**.

Figura 67: Datos Actuales de la cantidad vehicular en el turno del medio día sin modificar

Derechos reservados

Datos del flujo vehicular en el turno del medio día “modificados”:

Como se puede apreciar en la **Figura 65** se ha colocado VHDM, con los valores que ha sido tomado en campo (durante este proceso se realizaron varios cambios debido a que este programa es para un nivel Macro y la tesis que se ha mostrado es para un nivel micro). Adicionalmente, este programa genera una uniformidad con respecto al ancho de los carriles (esto genera que el programa trabaje los flujos de saturación en un solo grupo) (**Figura 68**).

Figura 68: Datos Actuales de la cantidad vehicular en el turno del medio día modificados

Derechos reservados

Uso de los niveles de servicio de ICU:

En este punto de la tesis es necesario recalcar que el programa Synchro presenta una clasificación de niveles de servicios adicionales del HCM2010, conocidos como el ICU (Intersection Capacity Utilization) (**Figura 69**).

Figura 69: Nivel de servicio ICU en los botones de información grafica

Derechos reservados

Los ICU han sido modificados en el año 2003 con el fin de tener una mayor compatibilidad con el HCM, no obstante, ICU deben ser cambiados continuamente para que no halla variación con los datos que se muestran con el HCM, los Old ICU (fueron usados hasta el 2003) y los New ICU (fueron creados con el fin de tener una compatibilidad con el HCM2000, es necesario mostrar que aún no sean modificado para el HCM2010) (**Tabla 79**).

Tabla 79: Nivel de servicio Old ICU y New ICU

LOS	Old ICU	New ICU
A	<60%	≤55.0%*
B	60% to 70%	>55% to 64.0%
C	70% to 80%	>64% to 73.0%
D	80%to 90%	>73% to 82.0%
E	90% to 100%	>82% to 91.0%
F	100% to 110%	>91% to 100.0%
G	110% to 120%	>100% to 109.0%
H	>120%	>109%

Nota: Manual de Carreteras HCM 2010, revisión en el año 201

Datos Actuales del flujo vehicular en el turno del medio día “sin modificar” con los Niveles de Servicio ICU:

Como se puede apreciar en la **Figura 67** se ha podido demostrar los niveles de servicio según el HCM 2010, en este punto de la tesis también se mostrará los niveles de servicios del ICU que vienen proporcionados en el SynchroV8; las cuales están mostradas por porcentajes (**Figura 71**).

Figura 70: Datos Actuales de la cantidad vehicular en el turno del medio día sin modificar (ICU)

Derechos reservados

Datos del flujo vehicular en el turno del medio día “modificados” con los Niveles de Servicio ICU:

Como se puede apreciar en la **Figura 68** se ha podido demostrar los niveles de servicio según el HCM 2010, en este punto de la tesis también se mostrará los niveles de servicios del ICU que vienen proporcionados en el SynchroV8; las cuales están mostradas por porcentajes, como se muestra se ha realizado una disminución en el porcentaje de las intersecciones del área de estudio (**Figura 72**).

Figura 71: Datos Actuales de la cantidad vehicular en el turno del medio día modificados (ICU)

Derechos reservados

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

En esta tesis se determinó la solución adecuada para el problema de congestión vehicular en el área de estudio, adicionalmente durante este desarrollo se observó varios factores que se presentaron durante este desarrollo:

- Habiendo observado los problemas actuales en el área de estudio, se pudo constatar que uno de factores claves de la congestión vehicular, es atribuido a un mal diseño de la Red Metropolitana, ya que la Av. Tupac Amaru estaba diseñada inicialmente para ser parte de una vía, la cual constaba de 5 carriles para cada tramo, pero lamentablemente cuando se ejecutó la red metropolitana, lo modificaron a 4 carriles, generando así un cuello de botella.
- En la recolección de tomas de datos se pudo constatar que la cultura del peatón en el Perú es muy diferente a la realidad Estadounidense, esto se debe que dentro de la metodología del HCM 2010 no considera que los peatones crucen la vía fuera del crucero peatonal lo cual no se adapta a una realidad Peruana. Este tipo de comportamiento particular de los peatones genera diferencia en los resultados de los grados de saturación y los niveles de servicio.
- Durante la aplicación del HCM 2010 se pudo observar, que esta metodología no considera las dimensiones del radio de giro realizado por los buses presentes en la zona. Este bloqueo de la vía genera largas colas que incrementan la demora del sistema y hace que decaiga los niveles de servicio en la intersección de la calle Sánchez Cerro y la Av. Tupac Amaru.
- En el desarrollo de soluciones se encontró que el HCM 2010 y el Synchro V8 no considera dentro de su análisis las demoras provocadas por los conductores de los taxis informales. Este tipo de comportamiento podría ser medido por un programa de micro simulación que toma en consideración la psicología del conductor.
- El software Synchro V8 no es capaz de modelar el comportamiento exacto de los conductores, debido a que este programa se limita hacer una modelación mesoscópico ya que la cultura del conductor en el Perú es muy diferente a la realidad Estadounidense.
- Cuando se realizó la adaptación del área de estudio al modelo Synchro V8, se mostró que el programa no es capaz de tener detalles de volteos en las intersecciones

semafóricas, debido a que los considera como intersecciones, y por consiguiente altera el cálculo del resultado de los flujos de saturación y los niveles de servicio.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de la tesis se han podido apreciar varias características y condiciones que han afectado el área de estudio. Ante esto, se realizó una lista de recomendaciones que podrían mejorar no solo el área de estudio, sino también ayudar a otros tesisistas a que se enfoquen en el área de transporte.

- Se recomienda utilizar un equipo capacitado para la recolección de datos vehiculares, con el fin de evitar una dispersión del conteo vehicular entre intersecciones de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomas Valle y la Av. Túpac Amaru con la calle Sánchez Cerro.
- Asimismo, se recomienda realizar una segregación que contemple los carriles exclusivos de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomas Valle y la Av. Túpac Amaru con la calle Sánchez Cerro para vehículos del servicio de transporte público, en el caso de que la tasa de crecimiento vehicular en los próximos 5 años aumente a un 22.06% de la cantidad actual.
- Las modificaciones no solo pueden aplicarse para los conductores sino también para los peatones, en este punto de la tesis se recomienda realizar un sistema de cruce a desnivel para peatones, en las intersecciones de la Av. Túpac Amaru y el centro comercial Plaza Norte y también en las intersecciones de la Av. Túpac Amaru y la Av. Tomás Valle; el desnivel peatonal que se recomienda es similar a las entradas subterráneas de los Metros de la ciudad de New York, la cual estaría conectada a una red de túneles que abarcaría desde la red del metropolitano hasta el centro comercial y sus alrededores, con el fin de disminuir la cantidad de congestión vehicular que los mismos peatones generan.
- Implementar otro software que soporte un mayor nivel de detalle para caracterizar las intersecciones de la Av. Túpac Amaru con la Av. Tomas Valle y la Av. Túpac Amaru con la calle Sánchez Cerro, debido, a que el software Synchro V8 presenta varias limitaciones, entre ellas es la poca capacidad de modelar el comportamiento exacto de los conductores, asimismo, la poca capacidad de tener detalles de volteos en las intersecciones semafóricas y la falta de exactitud al momento de realizar el modelado de las mismas intersecciones; generando así diferencias en los resultados de los grados de saturación y los niveles de servicio.

REFERENCIAS

CAL, Rafael & CAR, James. (2007) Ingeniería de Tránsito Fundamentos y aplicaciones Ver 8. México: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, SA. De C.V.

El Comercio del Perú (7 de abril de 2015) así está congestión vehicular en lima por obras. *El Comercio del Perú*. recuperado de <http://elcomercio.pe/lima/ciudad/asi-esta-congestion-vehicular-lima-obras-mapa-vivo-noticia-1802478> (consulta: 25 de abril de 2017).

El Metropolitano (2011). *Red Metropolitana de Lima*. Recuperado de <http://www.metropolitano.com.pe/conocen/> (Consulta: 27 de abril de 2017).

Emma, H.R. (2012) Estudio de regulación del tránsito de vehículos y peatones en los alrededores de la Avenida Portugal de salamanca (Tesis de ingeniería en Organización Industrial, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Terrassa, Facultat de Ingenieria en Organización Industrial. Barcelona, España) Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16776/EstudioDeRegulacionDelTransito_EmmaHolgado.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Consulta: 27 de abril de 2017).

Google Maps (2017) *Mapa del distrito de Independencia, Lima- Perú, Perú en Google Maps*. Recuperado de <https://www.google.es/maps/@-12.0057887,-77.0546616,18z/data=!5m1!1e1> (Consulta: 25 de mayo del 2017)

Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2013) *Día mundial de la población. Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1095/libro.pdf (Consulta: 27 de abril del 2017).

Ministerio del Transporte y Comunicaciones (2010) (Metodología de actualización del modelo de transportes del área metropolitana de lima y callao).

Ministerio del Transporte y Comunicaciones (2014) (Manual de carreteras –diseño geométrico DG-2014).

Mozo, S.J. (2012). *Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de Autopistas, Segmentos Trenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad*. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería Civil, México, México D.F).

Municipalidad de Independencia (2011). *Plan de desarrollo local concertado actualizado 2011-2021* Municipalidad de Independencia. Recuperado de http://www.imp.gob.pe/images/IMP%20-%20PLANES%20DE%20DESARROLLO%20MUNICIPAL/independencia_plan_de_desarrollo_local_concertado_2011-2021.pdf (Consulta: 27 de abril del 2017).

Municipalidad de Independencia (2015). *Historia*, Lima: Municipalidad de Independencia Recuperado de <http://www.muniindependencia.gob.pe/distrito.php?sec=4> (Consulta: 27 de abril del 2017).

Peña, R. J. (2010) Análisis de los Factor de ajuste por utilización de carril en intersección es sanforizadas de Bogotá D. C. Bogotá, Colombia. Ingeniería e Investigación, Vol 30, No 1. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v30n1/v30n1a01.pdf> (Consulta: 27 de abril del 2017).

Peña, R. J. (2010) Análisis de los Factor de ajuste por utilización de carril en intersección es sanforizadas de Bogotá D. C. Bogotá, Colombia. Ingeniería e Investigación, Vol 30, No 1. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v30n1/v30n1a01.pdf> (Consulta: 27 de abril del 2017).

Peru21 (1 de octubre de 2014) El 80% de limeños usa transporte público. *Peru21*. Recuperado de <http://peru21.pe/actualidad/transporte-publico-ong-lima-como-vamos-corredor-azul-metro-lima-parque-automotor-mtc-2200043> (Consulta: 19 de abril de 2017).

Peru21 (3 de mayo de 2017) ¿Por qué manejan mal los peruanos?, *Peru21*. Recuperado de <https://peru21.pe/lima/manejan-mal-peruanos-74920> (Consulta: 25 de mayo de 2017).

Synchro/Simtraffic (2017). *Definición de Synchro Simtraffic*. Recuperado de <https://sites.google.com/site/synchrosimtraffic/> (Consulta: 29 de abril del 2017).

Transportation Research Board (2010) Highway Capacity Manual. Estados Unidos de América.

ANEXOS

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU CON LA CALLE SÁNCHEZ CERRO
(TURNO DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN**

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU CON LA CALLE SÁNCHEZ CERRO (TURNO DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU CON LA CALLE SÁNCHEZ CERRO (TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN

**Cruce de las AV: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	768.95	F	499.54	F	F
	237.51	F			
B	873.33	F	843.83	F	
	814.33	F			
C	40.92	D	126.19	F	
	169.91	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	478.16	F	506.48	F	F
	533.55	F			
B	680.66	F	756.13	F	
	831.60	F			
C	89.28	F	85.00	F	
	80.58	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	733.32	F	740.26	F	F
	747.14	F			
B	1103.05	F	1103.05	F	
	1103.05	F			
C	127.69	F	188.08	F	
	235.28	F			

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU CON LA AVENIDA TOMAS VALLE
(TURNO DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN**

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU CON LA AVENIDA TOMAS VALLE
(TURNOS DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN**

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU CON LA AVENIDA TOMAS VALLE
(TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN**

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	3066.73	F	3066.73	F	F
	3066.73	F			
B	2927.11	F	4757.69	F	
	6370.61	F			
D	45.80	D	38.54	C	
	28.90	C			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	309.84	F	309.84	F	F
	309.84	F			
B	850.01	F	1726.74	F	
	2476.41	F			
D	39.79	D	50.22	D	
	58.63	E			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1319.50	F	1355.50	F	F
	1391.51	F			
B	450.66	F	1132.36	F	
	1711.25	F			
D	244.17	F	188.70	F	
	25.19	C			

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU CON EL CENTRO COMERCIAL
PLAZA NORTE (TURNO DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN**

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU CON EL CENTRO COMERCIAL
PLAZA NORTE (TURNO DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN**

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU CON EL CENTRO COMERCIAL
PLAZA NORTE (TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN**

CRUCE DE LAS AV: Tupac Amaru/ Plaza Norte

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	673.90	F	677.30	F	F
	680.69	F			
B	1088.20	F	1237.28	F	
	1376.51	F			
E	21.39	C	21.39	C	
F	11.88	B	11.88	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	527.85	F	531.73	F	F
	535.59	F			
B	734.24	F	1151.16	F	
	1458.89	F			
E	939.41	F	939.41	F	
F	12.07	B	12.07	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1612.33	F	1616.93	F	F
	1621.51	F			
B	3368.89	F	7059.54	F	
	8789.14	F			
E	179.91	F	179.91	F	
F	12.27	B	12.27	B	

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA SANCHES CERRO
(TURNO DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN**

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA SANCHES CERRO
(TURNO DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN**

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA SANCHES CERRO
(TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN**

Cruce de las AV: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en diferentes turnos - SIN MODIFICACIONES - FUTURO

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1480.44	F	1508.25	F	F
	1535.30	F			
B	1086.72	F	1591.35	F	
	2095.98	F			
C	135.22	F	273.87	F	
	344.97	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1044.31	F	1081.11	F	F
	1116.30	F			
B	1026.14	F	1583.22	F	
	2140.30	F			
C	423.02	F	399.64	F	
	375.51	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1949.91	F	1969.99	F	F
	1989.75	F			
B	1323.80	F	1969.62	F	
	2615.43	F			
C	548.69	F	713.16	F	
	842.95	F			

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Tomás Valle en
diferentes turnos - SIN MODIFICACIONES - FUTURO**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	11663.17	F	11663.17	F	F
	11663.17	F			
B	10684.35	F	17859.90	F	
	24182.25	F			
D	222.49	F	160.96	F	
	79.14	E			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1803.05	F	1803.05	F	F
	1803.05	F			
B	2253.64	F	4409.52	F	
	6252.93	F			
D	119.26	F	180.60	F	
	230.06	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	3434.98	F	3512.47	F	F
	3589.95	F			
B	1793.99	F	3149.69	F	
	4300.94	F			
D	671.35	F	513.13	F	
	46.68	D			

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminar Terrestre en
diferentes turnos - SIN MODIFICACIONES - FUTURO**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1744.12	F	1748.52	F	F
	1752.91	F			
B	2493.17	F	2869.10	F	
	3220.22	F			
E	27.84	C	27.84	C	
F	11.99	B	11.99	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1132.98	F	1137.67	F	F
	1142.33	F			
B	1917.43	F	2829.59	F	
	3502.84	F			
E	1454.07	F	1454.07	F	
F	12.24	B	12.24	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	4245.58	F	4255.89	F	F
	4266.15	F			
B	11986.47	F	24460.40	F	
	30518.38	F			
E	599.38	F	599.38	F	
F	12.52	B	12.52	B	

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHEZ CERRO NORTE
(TURNO DE MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS**

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHEZ CERRO NORTE
(TURNO DE TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS**

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHEZ CERRO NORTE
(TURNO DE NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS**

**Cruce de las AV: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	625.95	F	738.67	F	F
	848.31	F			
B	602.26	F	575.62	F	
	548.99	F			
C	136.20	F	115.94	F	
	92.65	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	328.22	E	349.26	E	F
	369.38	E			
B	476.51	F	545.58	F	
	614.65	F			
C	122.02	F	115.69	F	
	109.16	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	489.97	F	496.91	F	F
	503.80	F			
B	813.23	F	813.23	F	
	813.23	F			
C	169.87	F	246.47	F	
	306.34	F			

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO DE MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO DE TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO DE NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

**CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminar Terrestre en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	441.02	F	444.77	F	F
	448.52	F			
B	786.10	F	907.70	F	
	1021.28	F			
E	26.63	C	26.63	C	
F	16.04	B	16.04	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	353.10	F	355.78	F	F
	358.45	F			
B	451.45	F	806.93	F	
	1069.32	F			
E	1091.69	F	1091.69	F	
F	16.25	B	16.25	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1087.18	F	1090.64	F	F
	1094.09	F			
B	1850.67	F	4073.12	F	
	5114.66	F			
E	259.21	F	259.21	F	
F	16.47	B	16.47	B	

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS DE MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS DE TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNO DE NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

**CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1674.08	F	1674.08	F	F
	1674.08	F			
B	1589.52	F	2695.50	F	
	3669.98	F			
D	58.33	F	46.99	F	
	31.90	E			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	522.96	F	522.96	F	F
	522.96	F			
B	491.78	F	1177.00	F	
	1762.89	F			
D	49.56	F	64.14	F	
	75.90	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	865.99	F	893.43	F	F
	920.88	F			
B	571.76	F	891.08	F	
	1162.25	F			
D	322.85	F	248.94	F	
	31.06	C			

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHEZ CERRO
(TURNO DE MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS**

CONTEO VEHICULAR, VHMD, FHMD

DATOS FUTURO – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHEZ CERRO
(TURNO DE TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS**

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHEZ CERRO
(TURNO DE NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS**

**Cruce de las AV: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	219.92	F	232.46	F	F
	244.66	F			
B	466.48	F	449.16	F	
	431.83	F			
C	386.69	F	333.88	F	
	273.18	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	200.19	F	238.45	F	F
	275.02	F			
B	378.73	F	429.98	F	
	481.22	F			
C	334.76	F	319.18	F	
	303.10	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	378.56	F	382.21	F	F
	385.84	F			
B	601.15	F	601.15	F	
	601.15	F			
C	458.20	F	956.44	F	
	1345.88	F			

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS DE TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS DE TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

DATOS FUTURO – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS DE NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

CRUCE DE LAS AV: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1312.45	F	1312.45	F	F
	1312.45	F			
B	1211.56	F	2171.88	F	
	3018.03	F			
D	534.70	F	380.41	F	
	175.26	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	269.61	F	269.61	F	F
	269.61	F			
B	494.02	F	1152.77	F	
	1716.03	F			
D	210.88	F	293.45	F	
	360.04	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	809.73	F	834.44	F	F
	859.15	F			
B	260.52	F	704.98	F	
	1082.41	F			
D	814.31	F	629.47	F	
	84.56	F			

DATOS FUTURO – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO DE MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNOS TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

DATOS FUTURO – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE SEMANAFOROS

CRUCE DE LAS AV: Tupac Amaru/ Plaza Norte

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	386.83	F	388.49	F	F
	390.14	F			
B	589.74	F	700.26	F	
	803.48	F			
E	41.74	D	41.74	D	
F	21.05	B	21.05	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	324.27	F	344.51	F	F
	364.64	F			
B	354.69	F	628.47	F	
	830.54	F			
E	1865.59	F	1865.59	F	
F	21.35	B	21.35	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	742.59	F	745.19	F	F
	747.77	F			
B	981.41	F	2318.62	F	
	2968.03	F			
E	-177.17	F	-177.17	F	
F	21.68	B	21.68	B	

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHES CERRO (TURNO MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHES CERRO (TURNO TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHES CERRO (TURNNO
NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL**

**Cruce de las Av: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	768.95	F	499.54	F	F
	237.51	F			
B	489.31	F	651.82	F	
	814.33	F			
C	40.92	D	126.19	F	
	169.91	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	478.16	F	506.48	F	F
	533.55	F			
B	449.35	F	640.47	F	
	831.60	F			
C	89.28	F	85.00	F	
	80.58	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	733.32	F	740.26	F	F
	747.14	F			
B	808.99	F	956.02	F	
	1103.05	F			
C	127.69	F	188.08	F	
	235.28	F			

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y TOMAS VALLE (TURNOS
MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL**

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y TOMAS VALLE (TURNO TARDE)
-MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y TOMÁS VALLE (TURNNO NOCHE)
–MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL**

**CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	3066.73	F	3066.73	F	F
	3066.73	F			
B	2276.74	F	4280.77	F	
	6046.52	F			
D	45.80	D	38.54	D	
	28.90	C			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	309.84	F	309.84	F	F
	309.84	F			
B	416.20	F	1451.77	F	
	2337.25	F			
D	39.79	D	50.22	D	
	58.63	E			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1319.50	F	1355.50	F	F
	1391.51	F			
B	662.70	F	1229.74	F	
	1711.25	F			
D	244.17	F	188.70	F	
	25.19	C			

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMECIAL PLAZA NORTE (TURNO MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMECIAL PLAZA NORTE (TURNO TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMECIAL PLAZA NORTE (TURNO NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL

**CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminar Terrestre en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	673.90	F	677.30	F	F
	680.69	F			
B	225.55	F	924.94	F	
	1578.95	F			
F	11.88	B	11.88	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	527.85	F	531.73	F	F
	535.59	F			
B	415.11	F	1015.64	F	
	1458.89	F			
F	12.07	B	12.07	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1612.33	F	1616.93	F	F
	1621.51	F			
B	1972.02	F	6613.80	F	
	8789.14	F			
F	12.27	B	12.27	B	

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHEZ CERRO
(TURNO MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL**

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHEZ CERRO
(TURNO TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL**

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SANCHEZ CERRO
(TURNO NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL**

**Cruce de las AV: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	931.25	F	952.74	F	F
	973.65	F			
B	1006.48	F	1457.77	F	
	1909.05	F			
C	67.25	E	252.70	F	
	347.80	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	512.15	F	566.06	F	F
	617.60	F			
B	452.55	F	911.17	F	
	1369.79	F			
C	198.45	F	188.16	F	
	177.54	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1248.28	F	1256.01	F	F
	1263.67	F			
B	812.12	F	1266.11	F	
	1720.10	F			
C	269.19	F	410.55	F	
	521.04	F			

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS
MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL**

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNNO
NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL**

CRUCE DE LAS AV: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	6079.60	F	6079.60	F	F
	6079.60	F			
B	4517.25	F	8418.91	F	
	11856.66	F			
D	92.33	F	71.19	E	
	43.09	D			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1084.35	F	1084.35	F	F
	1084.35	F			
B	1076.15	F	2521.56	F	
	3757.47	F			
D	62.94	E	89.66	F	
	111.21	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	2185.07	F	2237.73	F	F
	2290.39	F			
B	850.94	F	1886.58	F	
	2766.03	F			
D	633.58	F	481.34	F	
	32.52	D			

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO MAÑANA) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO TARDE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO NOCHE) –MODIFICACIÓN - CAMBIO DE CARRIEL

CRUCE DE LAS AV: Tupac Amaru/ Plaza Norte

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1148.00	F	1151.31	F	F
	1154.61	F			
B	966.42	F	1740.61	F	
	2464.56	F			
F	11.97	B	11.97	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	629.09	F	634.41	F	F
	639.71	F			
B	274.22	F	1431.04	F	
	2284.88	F			
F	12.22	B	12.22	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	2666.07	F	2677.38	F	F
	2688.61	F			
B	3814.12	F	12396.56	F	
	16418.66	F			
F	12.48	B	12.48	B	

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE DE SANCHEZ CERRO
(TURNO MAÑANA) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES**

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE DE SANCHEZ CERRO
(TURNO TARDE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES**

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE DE SANCHEZ CERRO
(TURNO NOCHE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES**

**Cruce de las Av: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	625.95	F	738.67	F	F
	848.31	F			
B	305.93	F	427.46	F	
	548.99	F			
C	50.89	D	169.09	F	
	229.71	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	328.22	F	349.26	F	F
	369.38	F			
B	306.29	F	460.47	F	
	614.65	F			
C	122.02	F	115.69	F	
	109.16	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	489.97	F	496.91	F	F
	503.80	F			
B	479.02	F	646.13	F	
	813.23	F			
C	169.87	F	246.47	F	
	306.34	F			

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS MAÑANA) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS TARDE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNNO
NOCHE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES**

**CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Av.Tomas Valle en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1674.08	F	1674.08	F	F
	1674.08	F			
B	1194.49	F	2406.46	F	
	3474.33	F			
D	61.93	E	51.25	D	
	37.06	D			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	522.96	F	522.96	F	F
	522.96	F			
B	587.73	F	1164.44	F	
	1657.56	F			
D	49.56	D	64.14	E	
	75.90	E			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	865.99	F	893.43	F	F
	920.88	F			
B	331.13	F	780.58	F	
	1162.25	F			
D	322.85	F	248.94	F	
	31.06	C			

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO MAÑANA) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO TARDE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL PLAZA NORTE (TURNO NOCHE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

**CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminar Terrestre en
diferentes turnos**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	441.02	F	444.77	F	F
	448.52	F			
B	861.80	F	1028.90	F	
	1185.15	F			
F	16.04	B	16.04	B	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	353.10	F	355.78	F	F
	358.45	F			
B	248.15	F	720.60	F	
	1069.32	F			
F	16.25	B	16.25	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1087.18	F	1090.64	F	F
	1094.09	F			
B	1003.83	F	3802.90	F	
	5114.66	F			
F	16.47	B	16.47	B	

DATOS FUTURAS – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SACHEZ CERRO (TURNO MAÑANA) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

DATOS FUTURAS – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SACHEZ CERRO (TURNOS TARDE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

DATOS FUTURAS – MODIFICACIÓN

**CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CALLE SACHEZ CERRO (TURNNO
NOCHE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES**

**Cruce de las Av: Tupac Amaru/ Calle Sanchez Cerro en
diferentes turnos - CON MODIFICACIONES - FUTURO**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	640.01	F	658.24	F	F
	675.97	F			
B	127.78	F	558.23	F	
	988.67	F			
C	130.39	F	464.40	F	
	635.68	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	248.32	F	326.81	F	F
	401.86	F			
B	111.58	F	587.52	F	
	1063.45	F			
C	339.09	F	323.64	F	
	307.69	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	943.45	F	949.84	F	F
	956.17	F			
B	579.93	F	725.00	F	
	870.07	F			
C	257.28	F	358.63	F	
	437.84	F			

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNO MAÑANA) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

DATOS FUTURAS – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS TARDE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y AVENIDA TOMAS VALLE (TURNOS NOCHE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

**CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Tomas Valle en diferentes
turnos - CON MODIFICACIONES - FUTURO**

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	3039.93	F	3039.93	F	F
	3039.93	F			
B	2205.16	F	4288.58	F	
	6124.29	F			
D	248.98	F	182.72	F	
	94.61	F			

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	663.58	F	663.58	F	F
	663.58	F			
B	-665.00	F	1743.30	F	
	2665.31	F			
D	121.85	F	179.71	F	
	226.37	F			

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1467.17	F	1505.59	F	F
	1544.00	F			
B	424.23	F	1217.22	F	
	1890.61	F			
D	-23.78	F	-30.66	F	
	50.94	D			

DATOS FUTURAS – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL DE PLAZA NORTE (TURNO MAÑANA) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

DATOS FUTURAS – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL DE PLAZA NORTE (TURNO TARDE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

DATOS FUTURAS – MODIFICACIÓN

CRUCE DE LA AVENIDA TÚPAC AMARU Y CENTRO COMERCIAL DE PLAZA NORTE (TURNO NOCHE) –MODIFICACIÓN – UNION DE SOLUCIONES

CRUCE DE LAS Av: Tupac Amaru/ Terminal Terrestre en diferentes turnos - CON MODIFICACIONES - FUTURO

TURNO DE LA MAÑANA

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	5230.60	F	5241.93	F	F
	5253.22	F			
B	112.98	F	766.27	F	
	1377.17	F			
F	22.44	C	22.44	C	

TURNO DE LA TARDE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	381.31	F	388.31	F	F
	395.28	F			
B	681.08	F	1269.96	F	
	1704.60	F			
F	19.27	B	19.27	B	

TURNO DE LA NOCHE

ACCESO	di	NS	Dint	NS	NS
A	1818.18	F	1826.42	F	F
	1834.60	F			
B	1880.57	F	6566.87	F	
	8763.07	F			
F	19.62	B	19.62	B	

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA MAÑANA) –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA TARDE) –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

(TURNO DE LA NOCHE) –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU

(TURNO DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU
(TURNO DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU

(TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU

(TURNO DE LA MAÑANA) –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES – MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU

(TURNO DE LA TARDE) –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS ACTUALES –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU
(TURNO DE LA NOCHE) –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU

(TURNO DE LA MAÑANA) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU
(TURNO DE LA TARDE) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU

(TURNO DE LA NOCHE) – SIN MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU

(TURNO DE LA MAÑANA) –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS – MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU

(TURNO DE LA TARDE) –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8

DATOS FUTUROS –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8 - ICU
(TURNO DE LA NOCHE) –MODIFICACIÓN – DATOS DEL SYNCHRO V8