

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**Implementación de buses eléctricos mediante un modelo de
macrosimulación para la reducción de costos de operación y
emisión de gases contaminantes, Ayacucho - 2022**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Fernando Jholnner LUJAN CENTENO

ASESOR:

Dr. Sc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCON

AYACUCHO - PERÚ

2024

Resumen

En esta investigación se utiliza el modelo de transporte basado en viajes o también conocido como modelo clásico de cuatro pasos para representar de forma simplificada la realidad en el sistema de transporte público de la ciudad de Ayacucho mediante las diferentes cuatro etapas: La generación de viajes se asumen viajes basados en el hogar con tres grupos evaluados: trabajadores, estudiantes y otros; empleando variables de población, empleo, VATU, vacantes, etc. Luego en la distribución de viajes se utiliza el método de distribución gravitacional que distribuye los viajes de acuerdo a la distancia (función de impedancia) y tamaño de población de las zonas asumidas, en la siguiente etapa el reparto modal se realiza de acuerdo a la función de utilidad asumida con las variables de costos y tiempo todo ello mas el resultados de las encuestas de la preferencias del publico respecto al los modos de viajes, obtenemos la función utilidad con la cual se obtiene el reparto modal en los diferentes modos asumidos en la investigación de transporte: el transporte publico (TPu), el transporte privado (TPr) y el transporte a pie (W). Posteriormente en el modelo de transporte realización la asignación de viajes que consiste en la oferta de transporte que se compone con enlaces y costos dada por diversos factores como la busqueda de la ruta mas corta y menos costosa.

Finalmente después de la asignación de viajes se realiza la calibración y se propone el escenario de transporte con unidades vehiculares eléctricos, ya que se conoce que este tipo de vehículos tienen dos grandes desventajas de la baja autonomía y largos tiempos de carga pero la tendencia en los últimos años es que se ha ido aminorando estas. El modelamiento en el software PTV VISUM se utiliza para optimizar la flota mediante le modelo de transporte, minimizar los tiempos y costos de operación de los vehículos eléctricos mediante una optimización basada en algoritmos genéticos en función a los costos, se redujeron de las unidades de la propuesta inicial y se buscó que sea lo más óptima posible.

De la toma de datos y su procesamiento se obtiene los costos de operación de los recorridos del sistema a combustion en costos de combustible de S\\$. 115 996.02 soles al día y del modelamiento en el software los recorridos óptimos y tiempos de carga se obtiene un costo en electricidad de S\\$. 49 466.95 soles al día

De la misma forma se procede a evaluar las emisiones del sistema de tranporte a combustion obteniendose 161.93 tCO_2eq frente a los 7.49 tCO_2eq de emisiones del transporte vehicular eléctrico reduciendose asi a un 5 % las emisiones de CO_2 principal gas de efecto invernadero.

Palabras clave: transporte público, vehículo eléctrico, modelo basado en viajes, modelo de cuatro pasos.

Abstract

In this research, the travel-based transportation model, also known as the classic four-step model, is used to represent in a simplified way the reality in the public transportation system of the city of Ayacucho by modeling the different four stages: Generation travel assumes home-based travel with three groups evaluated: workers, students and others; using variables of population, employment, VATU, vacancies, etc. Then, in the distribution of trips, the gravitational distribution method is used, which distributes the trips according to the distance (impedance function) and population size of the assumed areas. In the next stage, the modal distribution is carried out according to the function of utility assumed with the variables of costs and time, all this plus the results of the surveys of the public's preferences regarding travel modes, we obtain the utility function with which the modal distribution is made in the different modes assumed in the research. transportation: public transportation (TPu), private transportation (TPr) and walking transportation (W). Subsequently, in the transportation model, travel assignment is carried out, which consists of the transportation offer that is made up of links and costs given by various factors such as the search for the shortest and least expensive route.

Finally, after the assignment of trips, the calibration was carried out and the transport scenario with electric vehicle units is proposed, since it is known that this type of vehicles have the disadvantages of low autonomy and long charging times, but in recent years has been reducing these disadvantages. The modeling in the PTV VISUM software of the transportation model to then optimize, minimize the operating times and costs of the electric vehicles, through an optimization based on genetic algorithms based on the costs, the units of the initial proposal were reduced and I sought to make it as optimal as possible.

From data collection, the operating costs of the combustion system routes are obtained in fuel costs of \$ 30 615.14 dollars per day and by modeling the optimal routes and charging times in the software, an electricity cost of \$ 13 055.95 dollars per day is obtained.

In the same way, the emissions of the combustion transportation system are evaluated, obtaining 161.93 tCO_2eq compared to the 7.49 tCO_2eq of emissions from electric vehicle transportation, thus reducing the emissions of CO_2 , the main combustion gas, to 5 %. greenhouse effect.

Keywords: public transport, electric vehicle, trip-based model, four-step model.

INTRODUCCIÓN

La contaminación por emisión de gases por vehículos a combustión tiene un gran impacto en el medio ambiente y la salud de las personas debido a la cantidad de unidades y su antigüedad que se encuentran en servicio mucho más años de lo que fueron previstos, esta se puede acrecentar en zonas de extenso flujo vehicular como avenidas principales o zonas con alta congestión vehicular en este aspecto el crecimiento poblacional y con la tendencia al incremento de la demanda de transporte hace poco previsible la reducción de la cantidad de las unidades vehiculares, por lo cual se propone una alternativa que plantea el cambio a un sistema de propulsión a un sistema más eficiente con menores emisiones como es el vehículo de propulsión eléctrica que tiene un funcionamiento sin quema de combustibles sino por inducción eléctrica (electromagnetismo) que tiene como fuente de energía la electricidad que pretende ser una gran alternativa al motor a combustión. Si bien es cierto que la electricidad no proviene totalmente de fuentes renovables un buen porcentaje de ello si lo es.

El sistema vehicular eléctrico al ser una tecnología aun en desarrollo presenta algunas deficiencias que se están reduciendo con la investigación y el avance de la tecnología tales como la [Autonomía](#) que se manifiesta en capacidad de recorrido por carga, otro inconveniente son el tiempo de recarga de baterías que suelen tardar horas estas deficiencias técnicas y también el precio de esta nueva tecnología vehicular que aún es alto plantea una desventaja frente a los vehículos convencionales a combustión que dificultan la transición pero con el desarrollo de la tecnología a lo largo de los últimos años estas deficiencias se han ido aminorando y reduciendo la brecha en estos diferentes tecnologías de sistemas de propulsión que la tendencia apunta a llegar a la paridad en costos a mediano plazo, esto se puede acelerar con políticas de estado en beneficio a este cambio mediante subvenciones.

Esta investigación se desarrolla de la siguiente manera:

Capítulo I - Planteamiento del problema: En este primer apartado se describe el planteamiento del problema de la investigación, justificación e importancia; se plantea los objetivos generales y específicos de la presente tesis.

Capítulo II - Marco teórico: En este apartado se compila la información teórica del tema en investigación, es decir es la base teórica que sustenta la los planteamientos en la tesis.

Capítulo III - Método de investigación: En este apartado se describen los procedimientos y metodología que se usan en la elaboración de tesis, formulación de hipótesis tentativas y se definen las variables de la investigación.

Capítulo IV - Resultados: En este apartado se realiza la contrastación de las hipótesis planteadas y se realiza el análisis e interpretación de los resultados.

Capítulo V - Conclusiones: En este apartado se dan las conclusiones relacionados a las hipótesis planteadas que derivan de los resultados de la investigación. Posteriormente se dan recomendaciones para desarrollo de trabajos de investigación similares.

Referencias bibliográficas: En este apartado se colocan las citas bibliográficas de los diferentes autores empleados durante el trabajo de investigación.

Anexos: En este apartado van los datos de campo y fuentes de datos que fundamentaron el trabajo de investigación.

*Dedico esta tesis a mis padres Basilio y Leonor, y a
mis hermanos quienes siempre me han brindado su
apoyo incondicional.*

Agradecimientos

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (UNSCH), alma máter, por tener la oportunidad de formarme profesionalmente en esta casa de estudios.

Al Dr. Sc. Ing. Hemerson Lizarbe Alarcón, asesor, por su orientación, experiencia profesional en sus indicaciones que fueron fundamentales para la elaboración de la presente investigación.

A la Municipalidad Provincial de Huamanga, la subgerencia de tránsito y seguridad vial por proveerme de información vial y estudios de transporte de la ciudad de Ayacucho, y la subgerencia de control técnico de transporte público por facilitarme información de las líneas de transporte público.

A las empresas de transporte por facilitarme información complementaria de la flota vehicular a pesar de las dificultades en su recopilación.

A los amigos y colegas de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil.

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
Ayacucho, 2023

Fernando Jholnner Luján Centeno

ÍNDICE GENERAL

Resumen	i
Introducción	iii
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Índice de tablas	xii
Índice de figuras	xv
Glosario	xxi
Acrónimos	xxii
Símbolos	xxiii
I Planteamiento del problema	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Delimitación del problema	2
1.2.1 Espacial	2
1.2.2 Temporal	4
1.3 Formulación del problema	4
1.3.1 Problema general	4
1.3.2 Problemas específicos	4
1.4 Justificación e importancia	4
1.4.1 Justificación	4
1.4.2 Importancia	4
1.5 Limitaciones o restricciones	5
1.6 Objetivos	5
1.6.1 Objetivo general	5
1.6.2 Objetivos específicos	5
II Marco teórico	6
2.1 Antecedentes	6

2.1.1	Investigaciones internacionales	6
2.1.2	Investigaciones nacionales	9
2.2	Bases teóricas	11
2.2.1	La contaminación	11
2.2.2	Modelo de transporte	15
2.2.2.1	Recolección de datos y muestras	17
2.2.2.2	Conteos vehiculares y de pasajeros	19
2.2.2.3	Generación de viajes	20
2.2.2.4	Distribución de viajes	25
2.2.2.5	Partición modal de viajes	28
2.2.2.6	Asignación de viajes	31
2.2.3	El vehículo eléctrico	41
2.2.3.1	Baterías	42
2.2.3.2	Motor eléctrico	48
2.2.3.3	Inversores	53
2.2.3.4	Transmisión	54
2.2.3.5	Infraestructura de carga	54
2.2.3.6	Fuentes de energía eléctrica en el Perú	55
2.2.4	Evaluación de costos	57
2.2.4.1	Vehículos a combustion: Combustible	57
2.2.4.2	Vehículos eléctricos: Electricidad	58
2.2.5	Rentabilidad Económica financiera	59
2.2.5.1	Valor actual neto (VAN)	59
2.2.5.2	Tasa interna de retorno (TIR)	60
2.2.5.3	Relación beneficio – costo (B/C)	60
2.2.6	Evaluación de emisiones	61
2.2.6.1	Estimación de emisiones de gases contaminantes	62
2.2.6.2	Modelo IVE International Vehicle Emissions	62
2.3	Bases conceptuales	67
2.3.1	Contaminación del aire:	67
2.3.2	Modelo de transporte:	67
2.3.3	Vehículo eléctrico:	68
2.3.4	Costos de operación:	69
2.3.5	Estimación de emisiones:	69

III Metodología de la investigación	70
3.1 Enfoque	70
3.2 Alcance	70
3.3 Diseño de investigación	70
3.4 Población y muestra	70
3.4.1 Población	70
3.4.2 Muestra	71
3.5 Hipótesis	71
3.5.1 Hipótesis general	71
3.5.2 Hipótesis específicas	72
3.6 Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional	72
3.6.1 Variables e indicadores	72
3.6.2 Indicadores	72
3.7 Técnicas e instrumentos	74
3.7.1 Técnicas	74
3.7.2 Instrumentos	74
3.8 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	74
3.9 Desarrollo del trabajo de tesis	75
3.9.1 Información general	75
3.9.1.1 Población	76
3.9.1.2 Características viales de la ciudad de Ayacucho	77
3.9.1.3 Situación vehicular actual de los buses de transporte público	78
3.9.2 Delimitación del área de estudio	80
3.9.3 Recolección de información	82
3.9.3.1 Entrevistas en las empresas de transporte público y municipalidad provincial de Huamanga	82
3.9.3.2 Recopilación de información estadística	85
3.9.3.3 Encuestas O/D y socioeconómicas	87
3.9.3.4 Resultados de las encuestas:	88
3.9.3.5 Aforo vehicular y de pasajeros	92
3.9.3.6 Resultados de conteos vehiculares:	96
3.9.4 Generación de viajes	117
3.9.4.1 Modelo de producción de viajes	117
3.9.4.2 Modelo de atracción de viajes	119
3.9.5 Distribución de viajes	121

3.9.6	Partición modal de viajes	123
3.9.7	Asignación de viajes	127
3.9.8	Calibración del modelamiento	139
3.9.9	Escenario propuesto de líneas de buses eléctricos	140
3.9.9.1	Bus eléctrico propuesto: Yutong E9	140
3.9.10	Evaluación de costos	143
3.9.10.1	Costo de operación de buses a combustión:	143
3.9.10.2	Costo de operación de buses eléctricos:	144
3.9.11	Evaluación de emisiones vehiculares de buses a combustión	145
3.9.11.1	Evaluación de emisiones vehiculares de buses eléctricos	151
3.9.11.2	Análisis de contaminación de las baterías	152
IV	Resultados	157
4.0.1	Análisis e interpretación	157
4.0.1.1	Generación de viajes:	157
4.0.1.2	Distribución de viajes:	160
4.0.1.3	Partición modal de viajes:	165
4.0.1.4	Asignación de viajes:	175
4.0.1.5	Calibración del transporte público (TPu)	177
4.0.1.6	Calibración del transporte privado (TPr)	179
4.0.1.7	Escenario propuesto de líneas de buses eléctricos:	183
4.0.1.8	Evaluación de costos en buses a combustión	188
4.0.1.9	Evaluación de costos en buses eléctricos	190
4.0.1.10	Viabilidad económica	192
4.0.1.11	Evaluación de emisiones	194
4.0.1.12	Análisis de la contaminación de las baterías	196
4.0.1.13	Cálculo de emisiones	197
4.1	Contrastación de hipótesis	197
4.1.1	Contrastación de hipótesis general	197
4.1.1.1	Contrastación de la hipótesis específica 01	197
4.1.1.2	Contrastación de la hipótesis específica 02	199
4.1.1.3	Contrastación de la hipótesis específica 03	201
V	Conclusiones	204
5.1	Recomendaciones	206
5.2	Trabajos futuros	208

Referencias bibliográficas	209
A Anexos	213
A.1 Encuestas	214
A.2 Aforo vehicular	225
A.3 Aforo de pasajeros	236
A.4 Procesamiento	237

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Producciones y atracciones.	22
Tabla 2	Clasificación de los modelos de asignación.	65
Tabla 3	Factores de generación de emisiones	66
Tabla 4	Operacionalización de las variables.	73
Tabla 5	Tabla de recorridos e intervalos de salidas	78
Tabla 6	Tabla de periodo de retiro de unidades de la MPH	80
Tabla 7	Coeficientes obtenidos para el grupo (W).	118
Tabla 8	Coeficientes obtenidos para el grupo (S).	118
Tabla 9	Coeficientes obtenidos para el grupo (O).	119
Tabla 10	Coeficientes obtenidos para el grupo (W).	119
Tabla 11	Coeficientes obtenidos para el grupo (S).	120
Tabla 12	Coeficientes obtenidos para el grupo (O).	120
Tabla 13	Frecuencias de distribución de viajes	123
Tabla 14	Clasificación de los modelos de asignación	126
Tabla 15	Tabla de atributos de tipos de vías	136
Tabla 16	Flota vehicular por kilometraje	147
Tabla 17	Clasificación de la flota total por kilometraje vehicular en IVE	147
Tabla 18	Clasificación de cada ruta por kilometraje vehicular en IVE	148
Tabla 19	Emisión de CO ₂ por generación de MhW de electricidad	152
Tabla 20	Matriz de producciones y atracciones para trabajadores (W)	158
Tabla 21	Matriz de producciones y atracciones para estudiantes (S)	159
Tabla 22	Matriz de producciones y atracciones para otros (O)	160
Tabla 23	Matriz de distancias	161
Tabla 24	Matriz O/D para el grupo trabajadores (W)	162
Tabla 25	Matriz O/D para el grupo estudiantes (S)	163
Tabla 26	Matriz O/D para el grupo otros (O)	164

Tabla 27	Matriz de costo TPu	166
Tabla 28	Matriz de costo TPr	167
Tabla 29	Matriz de costo Walk	168
Tabla 30	Matriz de tiempo TPr	169
Tabla 31	Matriz de tiempo TPu	170
Tabla 32	Matriz de tiempo TWalk	171
Tabla 33	Matriz modal TPr	172
Tabla 34	Matriz modal TPu	173
Tabla 35	Matriz modal Walk	174
Tabla 36	Calibración del transporte público (TPu).	176
Tabla 37	Resumen calibración del TPu.	176
Tabla 38	Calibración del transporte privado (TPr).	178
Tabla 39	Resumen calibración del TPr.	178
Tabla 40	Resultados de la asignación	180
Tabla 41	Resultados de la asignación	181
Tabla 42	Resultados de la asignación	182
Tabla 43	Recorridos y frecuencia de salidas.	183
Tabla 44	Cálculo de costos de buses a combustión.	189
Tabla 45	Costos de las líneas de buses eléctricos	191
Tabla 46	Ingresos y egresos en operación de unidades a combustion	192
Tabla 47	Ingresos y egresos en operación de unidades electricas	193
Tabla 48	Resultados en (g-eq) de emisiones obtenidas del software IVE	195
Tabla 49	Emisiones de toneladas de CO_2 equivalente del sistema eléctrico	196
Tabla 50	Unidades de buses eléctricos sin optimizar vs. unidades optimizadas	198
Tabla 51	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk las unidades sin optimizar y optimizadas	198
Tabla 52	Test U de Mann – Whitney	198
Tabla 53	Costos de operación actuales: combustible	199
Tabla 54	Costos de operación de la propuesta: electricidad	200
Tabla 55	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk	200

Tabla 56	Test U de Mann – Whitney	201
Tabla 57	Emisiones de toneladas de CO_2 equivalente del sistema a combustión	201
Tabla 58	Emisiones de toneladas de CO_2 equivalente del sistema eléctrico . . .	202
Tabla 59	Prueba de normalidad Shapiro-Wilk	202
Tabla 60	Test U de Mann – Whitney	203

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Red de rutas de transporte público existente en la ciudad de Ayacucho.	3
Figura 2	Interacción entre las emisiones, rayos ultravioleta y acidificación de los océanos.	12
Figura 3	Fracción de las emisiones globales de CO ₂ producidas en zonas sujetas a confinamiento.	13
Figura 4	Emisiones de gases contaminantes por vehículos a combustión.	14
Figura 5	Efectos en la salud según gases contaminantes.	15
Figura 6	Ambitos de la modelización y muestreo.	16
Figura 7	El modelo clásico basado en viajes o de cuatro etapas.	17
Figura 8	Criterios para la recolección de datos para una encuesta OD.	18
Figura 9	Producción y atracción de viajes.	21
Figura 10	Ejemplo de producciones y atracciones.	22
Figura 11	Estructura de una matriz de viajes.	26
Figura 12	Relación flujo – velocidad y coste – flujo en un arco.	32
Figura 13	Clasificación de los modelos de asignación.	33
Figura 14	Distribución de los costos percibidos.	35
Figura 15	Ejemplo de red de transporte público.	37
Figura 16	Esquema de partes de un vehículo eléctrico.	42
Figura 17	Esquema bus eléctrico.	42
Figura 18	Esquema de batería en vehículo eléctrico.	43
Figura 19	Comparación de atributos de las diferentes tipologías de baterías.	44
Figura 20	Energía de la batería en relación con la temperatura.	45
Figura 21	Gráfico de temperatura de trabajo.	46
Figura 22	Capacidad versus recargas	47
Figura 23	Variación de costos de baterías entre 2011 y 2030.	48
Figura 24	Motor de un auto eléctrico.	49
Figura 25	Eficiencia energética de un motor eléctrico.	50

Figura 26	Potencia – Par de vehículo a combustión vs vehículo eléctrico.	51
Figura 27	relación par-velocidad de las marchas de motor a combustión.	52
Figura 28	Perfil ideal de la relación par – potencia de los vehículos.	53
Figura 29	Inversor de un vehículo eléctrico.	54
Figura 30	Estación de carga rápida o electrolinera.	55
Figura 31	Participación de la generación eléctrica en el Perú.	56
Figura 32	Consumo de combustibles para la generación de electricidad	57
Figura 33	Emisiones en vehículos a combustión.	61
Figura 34	Software IVE	63
Figura 35	Arquitectura del modelo IVE.	64
Figura 36	Mapa territorial urbano de la ciudad de Ayacucho.	76
Figura 37	Cantidad de unidades por línea de transporte.	79
Figura 38	Cantidad de unidades por año de fabricación.	79
Figura 39	Red de principales avenidas evaluadas en el presente estudio.	81
Figura 40	Entrevista con el subgerente de tránsito y seguridad vial MPH.	83
Figura 41	Entrevista con el subgerente de control técnico de transporte MPH.	84
Figura 42	Entrevista en las empresas de transporte (rutas).	85
Figura 43	Instituto nacional de estadística e informática (INEI).	86
Figura 44	Ministerio de trabajo y promoción del empleo (MTPE).	86
Figura 45	Estadística de la calidad educativa (ESCALE).	86
Figura 46	Sistema Geoespacial de las Redes Integradas de Salud.	86
Figura 47	Encuesta O/D a personas aleatorias.	87
Figura 48	Encuesta O/D a personas aleatorias.	88
Figura 49	Motivos de viaje.	89
Figura 50	Modos de viaje.	90
Figura 51	Modos de viaje agrupados.	91
Figura 52	Razón de elección de modo de transporte.	92
Figura 53	Puntos de conteo vehicular y pasajeros.	93
Figura 54	Conteo vehicular y de pasajeros en la vía de evitamiento.	94

Figura 55	Conteo vehicular y de pasajeros en puente nuevo.	95
Figura 56	Formato de conteo vehicular.	96
Figura 57	Variación de volumen vehicular en intervalos de 15 minutos.	97
Figura 58	Variación de volumen vehicular por hora en principales vías.	97
Figura 59	Variación de volumen de pasajeros en intervalos de 15 minutos.	98
Figura 60	Variación de volumen de pasajeros por hora.	99
Figura 61	Promedio volumen vehicular en hora pico E1.	100
Figura 62	Promedio volumen vehicular en hora pico E2.	101
Figura 63	Promedio volumen vehicular en hora pico E3.	102
Figura 64	Promedio volumen vehicular en hora pico E4.	103
Figura 65	Promedio volumen vehicular en hora pico E5.	104
Figura 66	Promedio volumen vehicular en hora pico E6.	105
Figura 67	Promedio volumen vehicular en hora pico E7.	105
Figura 68	Promedio volumen vehicular en hora pico E8.	106
Figura 69	Promedio volumen vehicular en hora pico E9.	107
Figura 70	Promedio volumen vehicular en hora pico E10.	107
Figura 71	Promedio volumen vehicular en hora pico E11.	108
Figura 72	Composicion vehicular.	109
Figura 73	PTV VISUM.	110
Figura 74	Zonificación propuesta para el modelamiento en Google Earth.	112
Figura 75	Zonificación en el software VISUM.	113
Figura 76	Creacion de la red de enlaces y nodos.	114
Figura 77	Diagrama representando la red vial.	116
Figura 78	Regresión lineal en hoja de cálculo para la produccion y atracción de viajes.	117
Figura 79	Ingreso del modelo de generación y atracción en el software ptv visum.	121
Figura 80	Producción y atracción de viajes por zona en VISUM.	121
Figura 81	Histograma de distancias.	123
Figura 82	Obtención de las funciones de utilidad mediante el método de maximización de la verosimilitud en hoja de calculo.	126

Figura 83	Introduciendo las funciones de utilidad de los modos de transporte. . .	127
Figura 84	Recorrido propuesto de la línea 01.	129
Figura 85	Recorrido propuesto de la línea 02.	130
Figura 86	Recorrido propuesto de la línea 03.	131
Figura 87	Recorrido propuesto de la línea 04.	132
Figura 88	Recorrido propuesto de la línea 05.	133
Figura 89	Recorrido propuesto de la línea 06.	134
Figura 90	Recorrido propuesto de la línea 07.	135
Figura 91	Volúmenes de pasajeros por paraderos.	136
Figura 92	Asignación de viajes.	138
Figura 93	Vista general del Yutong E9.	141
Figura 94	Introducción de datos del e-bus.	141
Figura 95	Configuración de la profundidad de descarga, capacidad y tiempos de recarga.	142
Figura 96	Diagrama de bloques de operación de los buses eléctricos.	143
Figura 97	Precios de combustible.	144
Figura 98	Costos unitarios por hora de carga y kilometro recorrido.	145
Figura 99	Configuración de las características de la localidad, recorridos y paradas.	149
Figura 100	Configuración de la flota vehicular por kilometraje.	150
Figura 101	Cálculo de emisiones en hora pico y día de la línea 01.	151
Figura 102	Cadena de valor del litio.	153
Figura 103	Formatos de baterías.	154
Figura 104	Procesamiento reciclaje.	155
Figura 105	Ciclo del reciclaje.	156
Figura 106	Gráfica de comparación conteo vs modelo.	177
Figura 107	Gráfica de comparación conteo vs modelo.	179
Figura 108	Diagrama de bloques de operación de los buses eléctricos.	183
Figura 109	Diagrama de bloques de la línea 01.	184
Figura 110	Diagrama de bloques de la línea 02.	185

Figura 111	Diagrama de bloques de la línea 03.	185
Figura 112	Diagrama de bloques de la línea 04.	186
Figura 113	Diagrama de bloques de la línea 05.	187
Figura 114	Diagrama de bloques de la línea 06.	187
Figura 115	Diagrama de bloques de la línea 07.	188
Figura 116	Encuestas OD de preferencias.	214
Figura 117	Encuestas OD de preferencias.	215
Figura 118	Encuestas OD de preferencias.	216
Figura 119	Encuestas OD de preferencias.	217
Figura 120	Encuestas OD de preferencias.	218
Figura 121	Encuestas OD de preferencias.	219
Figura 122	Encuestas OD de preferencias.	220
Figura 123	Encuestas OD de preferencias.	221
Figura 124	Encuestas OD de preferencias.	222
Figura 125	Encuestas OD de preferencias.	223
Figura 126	Encuestas OD de preferencias.	224
Figura 127	Volúmenes vehiculares en la estación E1.	225
Figura 128	Volúmenes vehiculares en la estación E2.	226
Figura 129	Volúmenes vehiculares en la estación E3.	227
Figura 130	Volúmenes vehiculares en la estación E4.	228
Figura 131	Volúmenes vehiculares en la estación E5.	229
Figura 132	Volúmenes vehiculares en la estación E6.	230
Figura 133	Volúmenes vehiculares en la estación E7.	231
Figura 134	Volúmenes vehiculares en la estación E8.	232
Figura 135	Volúmenes vehiculares en la estación E9.	233
Figura 136	Volúmenes vehiculares en la estación E10.	234
Figura 137	Volúmenes vehiculares en la estación E11.	235
Figura 138	Resumen conteo de pasajeros.	236
Figura 139	Entorno gráfico PTV VISUM.	237

Figura 140	Introducción de parámetros en generación de viajes.	237
Figura 141	Resultados de generación obtenidas.	238
Figura 142	Obtención de matriz distancia.	238
Figura 143	Introducción de datos de distribucion de viajes.	239
Figura 144	Cálculo de distribución de viajes.	239
Figura 145	Matrices obtenidas en el software.	240
Figura 146	Obtención de matrices de TPr para la partición modal.	240
Figura 147	Obtención de matrices de TPu para la partición modal.	241
Figura 148	Obtención de matrices de W para la partición modal.	241
Figura 149	Introducción de la función de utilidad para la partición modal.	242
Figura 150	Asignación del transporte privado por el metodo de asignación incremental.	242
Figura 151	Asignación del transporte público por el metodo de asignación basada en horarios.	243
Figura 152	Calibración del transporte Privado por el método de minimos cuadrados.	243
Figura 153	Calibración del transporte Privado por el método de minimos cuadrados.	244
Figura 154	Obtención de reportes de calibración del transporte privado.	244
Figura 155	Obtención de reportes de calibración del transporte público.	245
Figura 156	Optimización del cronograma de viajes del transporte eléctrico propuesto.	245
Figura 157	Diagrama de bloques representando los viajes de los buses eléctricos.	246

GLOSARIO

Agregado: Se refiere a una evaluación de datos a nivel zonal o grupal en el modelamiento.

Autonomía: Es la distancia máxima que puede llegar a recorrer un vehículo sin necesidad de parar a realizar una recarga.

Capacidad: Es el flujo máximo que puede circular en una determinada vía sin originar una detención del flujo vehicular.

Desagregado: Se refiere a una evaluación de datos a nivel personal o del individuo en el modelamiento.

Efecto invernadero: Es la forma en que el calor queda atrapado en la atmósfera de la Tierra por las propiedades térmicas de los gases contaminantes.

Eficiencia del motor: Relación entre la energía obtenida y la energía consumida. Se mide generalmente en porcentajes.

Estocástico: Se refiere a un evento o fenómeno que cambia con el tiempo de una manera que no es completamente predecible.

Flujo: Cantidad de personal o vehículos que transitan una determinada vía.

Hora pico o punta: Periodo de tiempo en que se produce mayores flujos vehiculares y de pasajeros.

Hora valle: Periodo de tiempo en que se produce menores flujos vehicular y de pasajeros.

Impedancia: Son factores que desaniman al individuo a realizar un viaje ya sea por parámetros como la distancia, costo, tiempo, etc.

Macrosimulación: Simulación de la red vial a gran escala con vías, paraderos, flujos vehiculares y de pasajeros representados por una red.

Modelo: es una representación simplificada de la realidad para representar un fenómeno o evento en medios cuantificables.

Potencia: Cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo, se obtiene del producto del par motor por las revoluciones. Se mide en kilowatts (kW) o también en caballos de fuerza (HP).

ACRÓNIMOS

AC	Corriente Alterna
AMECH	Agrupación Movilidad Eléctrica de Chile
API	Application Programming Interface
DC	Corriente Directa
FC	Factor de corrección
HB	Home Based trip, viaje basado en el hogar
IMDa	Índice medio diario anual
IMDs	Índice medio diario semanal
INEI	Instituto nacional de estadística e informática
LCO	Batería de óxido de litio y cobalto
LFP	Batería litio ferrofosfato
LMO	Batería de óxido de manganeso de litio
NCA	Batería de níquel, cobalto y aluminio
NHB	No Home Based viaje no basado en el hogar
NMC	Batería de litio con el cátodo compuesto por Níquel, Cobalto y Manganeso
RAGEI	Reporte anual de gases de efecto invernadero
RPM	Revoluciones por minuto
TPr	Transporte privado
TPu	Transporte público
VATU	Valor arancelario de terrenos urbanos
Walk	Transporte a pie en general: caminar, etc

SÍMBOLOS

<i>COV</i>	Compuestos orgánicos volátiles.
<i>CO₂</i>	Dióxido de carbono
<i>SO₂</i>	Dióxido de azufre
<i>kW</i>	Kilowatts
<i>MP₁₀</i>	Material particulado de diámetro inferior a 10 μm .
<i>MP_{2,5}</i>	Material particulado de diámetro inferior a 2.5 μm
<i>CH₄</i>	Metano
<i>CO</i>	Monóxido de carbono
<i>N₂O</i>	Óxido nitroso
<i>NO_x</i>	Óxidos de nitrógeno
<i>V</i>	Voltio



Planteamiento del problema

1.1 Descripción del problema

La contaminación en el mundo en los últimos dos siglos ha crecido de manera exponencial debido entre muchos factores: como el inicio de la industrialización en el mundo el porcentaje de gases y partículas contaminantes en el aire ha ido creciendo de forma acelerada. Estos contaminantes están demostrados que estas son responsables del [Efecto invernadero](#) y como consecuencia el calentamiento global.

Los vehículos son el medio de transporte predominante, como se espera que la población mundial aumente significativamente en las próximas décadas, también lo hará el parque automovilístico. Debido al aumento de la población y a la implícitamente mayor demanda de viajes, la demanda de energía de los automóviles también aumentará, y esto ejercerá presión sobre los recursos actuales, con efectos negativos en la cadena de suministro, lo que posiblemente conduzca a una mayor contaminación ([Machedon-Pisu & Borza, 2022](#)).

En mayor medida la emisión de gases contaminantes es producidos por la industria, pero otro gran responsable es el parque automotor en el mundo con respecto al consumo de energía por combustibles fósiles que generan gran cantidad de gases de [Efecto invernadero](#) y no solo esto sino sus efectos en enfermedades respiratorias en la población en zonas de alta concentración vehicular en las vías vehiculares. Un factor estadístico determina que el 35 % de las emisiones globales de CO_2 , son emitidas por los vehículos de combustión interna ([Calderon & Bolaños, 2015](#))

En el Perú el área metropolitana de Lima presenta dificultades estructurales en la organización de su transporte y tránsito: el servicio de transporte público es deficiente, el tránsito es caótico, los tiempos de viaje son elevados, existe un alto número de accidentes y una significativa contaminación generada por el parque automotor. ([Giugale, Cibils & Newman, 2006](#)).

El transporte urbano se encuentra en una situación crítica debido a la baja calidad de los servicios del transporte público como la poca implementación de formas de transporte masivo, el uso de unidades vehiculares de antigüedad que supera los límites de tiempo de

servicio óptimos, la congestión vehicular en las vías de transporte que producen un mayor consumo de combustible para los mismos recorridos y la falta de conciencia de la población en la educación vial. (Giugale, Cibils & Newman, 2006).

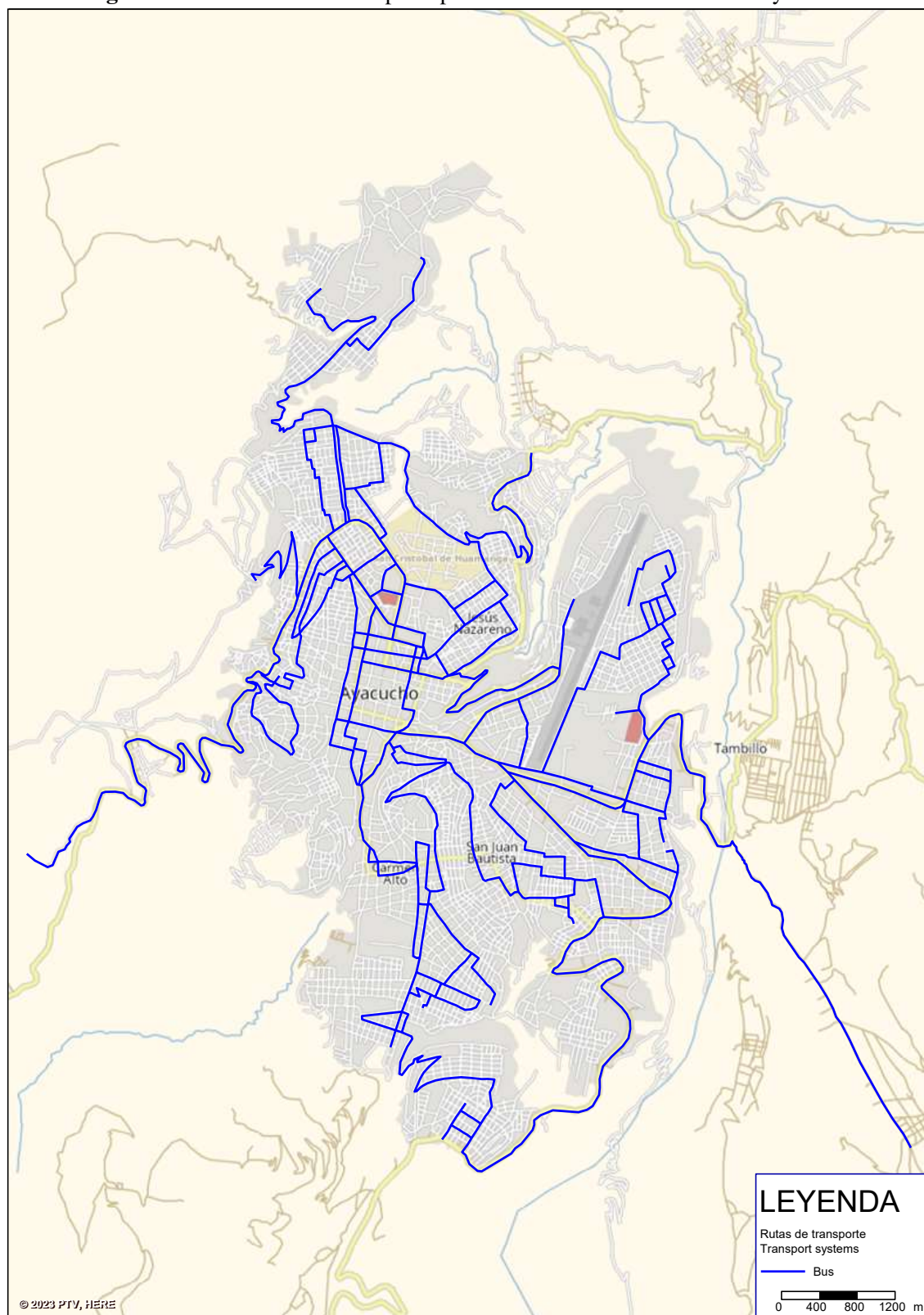
En la ciudad de Ayacucho uno de los mayores sectores que generan contaminación es el parque automotor en especial el transporte público urbano que tiene una gran relevancia en lo que se refiere a la generación de gases contaminantes y debido a ello se observa la relevancia que tiene el estudio de este sector por ello se realiza esta investigación.

1.2 Delimitación del problema

1.2.1 Espacial

La investigación se llevará a cabo en la Ciudad de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho. el espacio que se estudiará será el recorrido de las principales avenidas propuestas para el transporte público urbano por ser una de las formas de mayor uso por la población en el transporte.

Figura 1. Red de rutas de transporte público existente en la ciudad de Ayacucho.



Fuente: Adaptado de (Municipalidad provincial de Huamanga, 2020).

1.2.2 Temporal

La investigación se desarrolla durante el año 2022 - 2023, con la recolección de datos, conteos y análisis de la información.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿Cómo la implementación y evaluación de operaciones de sistemas de buses eléctricos mediante macrosimulación optimiza las operaciones de los sistemas vehiculares, afecta los costos de operación y reduce la emisión de gases contaminantes?

1.3.2 Problemas específicos

- ① ¿Es posible optimizar la flota y las operaciones de microbuses eléctricos en su recorrido?
- ② ¿Es posible cuantificar los costos operativos entre el sistema vehicular convencional y el sistema vehicular eléctrico?
- ③ ¿De qué manera influye la implementación vehicular eléctrica en la emisión de gases contaminantes del sistema vehicular?

1.4 Justificación e importancia

1.4.1 Justificación

El transporte público urbano representa el medio más importante de movilidad de la población en la ciudad de Ayacucho y tiene un alto porcentaje de participación en la emisión de gases contaminantes en el parque automotor.

1.4.2 Importancia

La investigación permitirá obtener información sobre la viabilidad de una posible implementación en el sistema de buses de transporte público urbano con vehículos completamente eléctricos, optimización de su flota de unidades, programación operativa y sistema de recargas vehiculares. Comparaciones en costos y emisión de gases contaminantes de los sistemas convencionales y eléctricos.

El sistema de autobuses con flota vehicular del transporte público (Rutas) con unidades eléctricas cuyo funcionamiento se basa en motores eléctricos y sistemas de baterías. Este sistema de autobuses pretende un cambio de menor impacto en adquisición de unidades e infraestructura comparado con otros sistemas eléctricos: trolebus, tranvia, etc. Menor cambio en las dimensiones de las unidades por vehículos de similar tamaño y minimizar en lo posible la infraestructura de recarga necesaria.

1.5 Limitaciones o restricciones

No se tendrá limitaciones en la realización de la tesis para los objetivos planteados.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Analizar la implementación y operación de sistemas de buses eléctricos mediante un modelo de macrosimulación para optimizar las operaciones de los sistemas vehiculares, costos de operación y reducción emisión de gases contaminantes.

1.6.2 Objetivos específicos

- ① Optimizar la operación de la flota de los buses eléctricos mediante un modelo de macrosimulación.
- ② Realizar un análisis comparativo de los costos entre el sistema de transporte convencional y el sistema de transporte eléctrico.
- ③ Hacer una comparativa en la emisión de gases contaminantes entre el sistema de transporte convencional y el sistema de transporte eléctrico.



Marco teórico

En el presente capítulo se detalla la fundamentación del conocimiento teórico con el que se lleva esta investigación, en el marco teórico y el marco conceptual se detalla los temas de desarrollo:

2.1 Antecedentes

El estudio del sistema vehicular eléctrico es un tema últimamente muy investigado debido a las nuevas tecnologías y cambios en los sistemas de transporte debido a la problemática del cambio climático que afecta en todo el mundo. Se han estado evaluando muchas alternativas de innovación como los sistemas eléctricos.

2.1.1 Investigaciones internacionales

- La investigación de [Ahmed \(2012\)](#), Modelos de previsión de viajes se utilizan para proyectar el tráfico futuro y son la base para determinar la necesidad de nueva capacidad vial, cambios en el servicio de tránsito y cambios en las políticas y patrones de uso del suelo. El modelado de la demanda de viajes implica una Serie de modelos matemáticos que intentan simular el comportamiento humano mientras viaja. Los modelos son Se realiza en una secuencia de pasos que responden a una serie de preguntas sobre las decisiones del viajero. Se hacen intentos simular todas las elecciones que hacen los viajeros en respuesta a un sistema determinado de carreteras, tránsito y políticas. Es necesario hacer muchas suposiciones sobre cómo las personas toman decisiones, los factores que consideran y cómo reaccionan en una alternativa de transporte particular. El proceso de simulación de viajes sigue los viajes a medida que comienzan en una zona de generación de viajes, se mueven a través de una red de enlaces, nodos y terminan en un viaje que atrae zona. El proceso de simulación se conoce como proceso de cuatro pasos para los cuatro modelos básicos utilizados. Estos son: generación de viajes, distribución de viajes, división modal y asignaciones de tráfico. Este artículo describe el proceso de

el sistema tradicional de modelado de transporte de cuatro pasos utilizando una red de transporte simplificada en el contexto de la ciudad de Dhaka, Bangladesh

Es un estudio de tipo descriptivo

La población se realiza en la ciudad de Dhaka, Bangladesh. El muestreo es Estocástico.

Los instrumentos fueron recolección de datos estadísticos y bibliográficos, encuestas y entrevistas.

Los resultados fueron: Una modelización simplificada del transporte existente para la administración de la demanda, programas peatonales y ciclistas.

Se concluye que el uso de modelos de pronóstico de viajes de transporte tiene limitaciones en como los modelos pueden representar los patrones de viaje y comportamiento debido a la información que puede haber incompleta, desactualizado o inexacto los resultados podrían ser deficientes, pero son puntos importantes que se deben considerar bien para hacer el modelo de transporte más conveniente y realista. La representación obtenida demostró que brindaba una representación muy aproximada a los viajes muestreados en los viajes peatonales, bicicletas y vehículos particulares.

- El trabajo de [Vozzi y Acquaviva \(2011\)](#) realiza una aplicación del modelo clásico basado en viajes mediante sus cuatro etapas (generación, distribución, partición modal y asignación) mediante el software TransCad se crea y posteriormente calibrar un modelo área metropolitana de la ciudad de Rosario para analizar y evaluar el desempeño en la actualidad del sistema de transporte para proponer reformulaciones en sistemas existentes, incorporación de nuevos modos de transportes como BRT (Bus Rapid Transit), tranvías, metros, etc.

Es un estudio de tipo descriptivo.

La población que se evalúa es en la ciudad de Rosario, Argentina. El muestreo es estocástico.

Los instrumentos fueron recopilación de información estadísticos muestreo poblacional, encuestas y encuestas.

Los resultados que se obtuvieron fueron las cargas en el flujo de pasajeros de las líneas de transporte público en las líneas principales de la ciudad en las condiciones evaluadas de la generación por el método de clasificación cruzada, la distribución por método

gravitacional, partición modal por el método logit, y asignación con la evaluación del método pathfinder.

Se concluyo que después de realizar la modelación de la ciudad de Rosario que no existe un modelo definitivo y perfecto, siempre se puede mejorar la calibración y eso depende mucho de la calidad de los datos obtenidos, la correcta evaluación de los datos correctos analizados de la forma errónea puede obtener resultados poco realistas y también de la experiencia del modelador en parametrizar el comportamiento del sistema de transporte.

- El estudio de [Yadav y Ghodmare \(2021\)](#), detalla que en el desarrollo de la planificación del transporte urbano, la previsión de viajes es fundamental. Se utilizan varias técnicas de simulación de viajes, escenarios de trafico. Se ha utilizado para analizar la capacidad de las carreteras, sistemas de transporte y las nuevas estrategias de transporte. El análisis de las decisiones de viaje se realizan en modelos secuenciales para simular la variedad de elecciones hechas por los viajeros en respuesta a un sistema de carreteras. Tambien se consideran una serie de supuestos en las decisiones del usuario de transporte y factores considerados por ellas. El método utilizado es el método clásico de cuatro pasos que sigue el proceso de simulación de viajes que inicia en la generación de viajes en una determinada zona y desplaza a través de los enlaces de la red y nodos para que finalmente termine en la zona de atracción del viaje.

Es un estudio tipo descriptivo.

La población que se evalúa en el modelamiento es la ciudad de Ulhasnagar, India. El muestreo es Estocástico y Determinístico.

Los instrumentos fueron recolección de datos estadísticos, encuestas, conteos vehiculares y bibliográficos.

Los resultados fueron: Una conceptualización y evaluación detallada de los motores eléctricos en vehículos, su implementación en el transporte público y su modelamiento.

Se concluye que el principal objetivo de la planificación y gestión del transporte es lograr un equilibrio entre la oferta de transporte y la demanda de viajes. La planificación del transporte implementa un proceso de toma de decisiones para futuras mejoras de la infraestructura vial de una ciudad. Ya que se puede tener una estimación en los cambios en los patrones de trafico y funcionamiento del sistema de transporte.

- La investigación de [Berthold \(2019\)](#), desde un enfoque metodológico tecno económico del diseño y planificación vial de buses eléctricos en el diseño de redes viales. modelado de sistemas de operación e infraestructura. Modelo económico del sistema de e-buses con relación a los consumos energéticos y evaluación de emisiones vehiculares.

Es un estudio tipo descriptivo y predictivo.

La población se realiza en diferentes ciudades de Alemania. Hamburgo, Berlín, Frankfurt etc. Y una evaluación general sin ubicación específica. El muestreo es Estocástico y Determinístico.

Los instrumentos fueron recolección de datos estadísticos y bibliográficos, encuestas y entrevistas.

Los resultados fueron: Una conceptualización y evaluación detallada de los motores eléctricos en vehículos, su implementación en el transporte público y su modelamiento.

Se concluye que los sistemas de vehículos eléctricos son una de las formas de transportes más optimas económica – técnica y mejor sostenible que se podría implementar en el cambio en los sistemas de transporte actuales.

2.1.2 Investigaciones nacionales

- En la investigación de [Miñano \(2017\)](#)) Se evalúa la implementación de un tranvía mediante un modelo de transporte de 4 pasos en el centro histórico de Lima para solucionar el problema de falta de transporte público en el área y congestión vehicular debido a los taxi y autos colectivos. Se detalla criterios de la puesta en marcha de un sistema de transporte su impacto vial en los trazos de las rutas y el tránsito se evalúa mediante un modelo de transporte.

Es un estudio tipo descriptivo.

El estudio se realiza la ciudad de Lima, Perú. El muestreo es estocástico y determinístico.

Los instrumentos fueron recolección de datos encuestas, conteos e información bibliográfica.

Los resultados fueron: En la evaluación se vio que la mayor demanda de transportes era de taxis 60,5 % y la razón principal era la de compras 57,1 % debido al no existir un sistema de transporte masivo, eficiente y al implementar esta nueva configuración vial

con el sistema de transporte reduciría la tasa de motorización de la zona y apoyaría en gran medida al descongestionamiento de la zona histórica. La proyección estima que se reducirá la congestión en la zona historia al implementar el nuevo sistema.

Se concluye que debido a que la demanda de transporte en la zona no venía siendo atendida, se recurría a transporte informal o poco optimo en el flujo vehicular, el sistema propuesto reduce el flujo vehicular restringiendo el acceso a taxis y colectivos a la zona permitiendo el descongestionamiento de toda el área. Al reducir las unidades vehiculares del congestionamiento de la zona se produce una reducción significativa en la emisión de gases. Contaminantes.

- **Ruiz (2017)** En su investigación evalúa un plan de movilidad simplificado, el cual se basa en una red de transporte de pequeña de una universidad y se evalúa mediante un modelo de transporte basado en viajes. Y busca demostrar la eficiencia del uso del transporte público, la bicicleta y la caminata en los desplazamientos dentro de la ciudad universitaria a fin de promover en las ciudades un sistema de movilidad sostenible mediante un modelo de transporte.

Es un estudio tipo descriptivo.

El estudio se realiza en la ciudad universitaria de la UNAM modificando el escenario. El muestreo es estocástico y determinístico.

Los instrumentos fueron recolección de datos encuestas, conteos e información bibliográfica.

Los resultados fueron: Del modelo original, los usuarios utilizan el sistema privado en los cuatro grupos de evaluación, Estudiantes con automóvil, Estudiantes con bicicleta, Estudiantes sin transporte propio y Estudiantes con transporte privado, serían el 54 % de la población total. Los mismos resultados en el escenario modificado muestran que el uso de transporte privado sería de 23 % de la población estudiantil total, por lo tanto, habría una disminución en 31 % del uso del transporte privado, aumentándose el uso del transporte público de 46 % a 77 % en el escenario modificado. el tiempo total en el modelo original es mayor al del modelo modificado, con una diferencia de 25 minutos de viaje promedio.

Se concluye que debido a la modificación de rutas y optimización de ellas se redujo la dependencia del transporte privado en un 31 %. Se incremento la velocidad promedio de viaje y se redujo el tiempo de viaje, por ende. También se logró la reducción de los

factores de impedancia en el transporte público lo cual lo hace más atractivo al usuario ya sea en aspectos de tiempo y económicos.

- En la investigación de [Ponce de Leon \(2020\)](#) se realiza una comparación bajo un enfoque económico, social y ambiental entre el uso de buses con motor eléctrico con buses de motor diésel en el transporte público; como una alternativa de transporte con energía renovable. El análisis estadístico de los diferentes aspectos económicos y energéticos de las unidades vehiculares tales como comparativa en combustibles, generación de gases contaminantes y evaluación de perjuicio económico por la polución.

Es un estudio tipo descriptivo.

La población se realiza en diferentes ciudades donde se evaluó este tipo de transporte. El muestreo es Determinístico.

Los instrumentos fueron recolección de datos estadísticos y bibliográficos.

Los resultados fueron: Una evaluación documental e infográfica sobre el costo-beneficio de esta tecnología en los diferentes aspectos de la realidad vial que se pueda adecuar a nuestra realidad vial.

Se concluye que el transporte vehicular eléctrico tiene mayor proyección de inversión y mayor costo de producción. Pero a largo plazo mejor expectativa en las evaluaciones económicas. El sistema eléctrico surgió como respuesta a la búsqueda de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. A diferencia del sistema de motor diésel es independiente del combustible fósil; puesto que utiliza energía que almacena para su funcionamiento. Está siendo promovido por varias entidades ambientales y financieras; por las nuevas políticas ambientales que se aplicarán a futuro. El funcionamiento del vehículo no produce contaminación ambiental ni acústica.

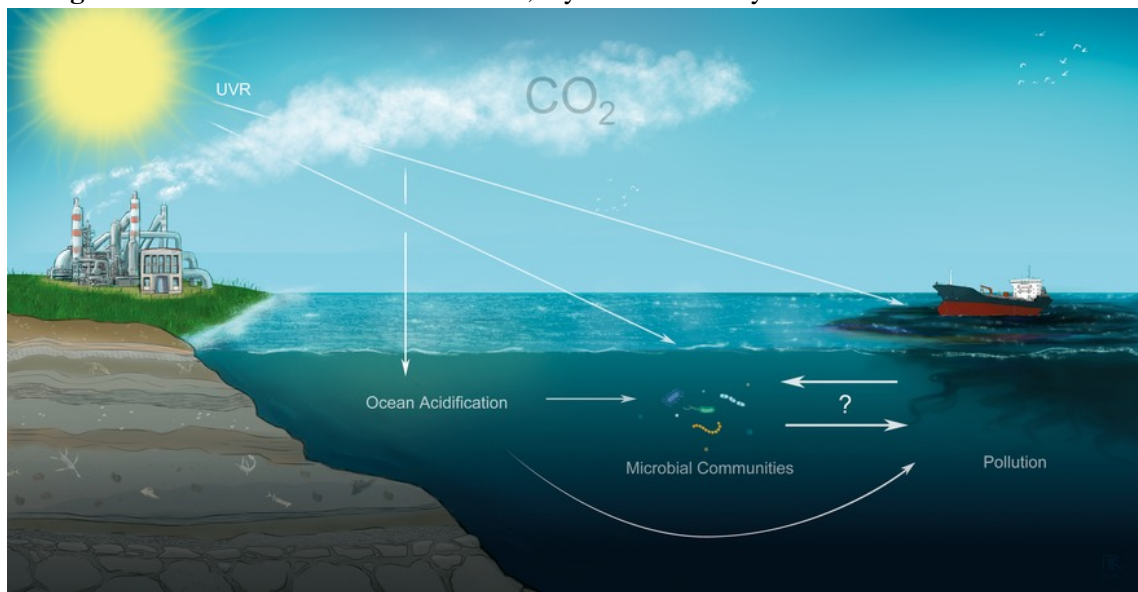
2.2 Bases teóricas

2.2.1 La contaminación

“La temperatura promedio de la Tierra se ha incrementado 0.5 C° durante el último siglo. Se estima que si se incrementa la cantidad de dióxido de carbono desde la revolución industrial hasta 280 ppm podría incrementarse de 1.5 a 4.5 C° la temperatura global. Un incremento de 2 C° produciría condiciones climáticas más calientes experimentados en la Tierra en 6000 años. A su vez un incremento de 4.5 C° ubicaría a la Tierra en un régimen que se dió por última vez en la Era Mesozoica en la era de los dinosaurios.” ([Seinfeld & Pandis, 2016](#)).

El cambio climático global tiene el potencial de afectar grave y adversamente el funcionamiento de los ecosistemas marinos. Numerosos estudios experimentales y de modelización han demostrado cómo la acidificación prevista de los océanos y el aumento de la temperatura pueden afectar a los microbios marinos alterando el ecosistema marino. Por lo tanto, es importante que comprendamos cómo los cambios previstos en el pH, los rayos ultravioleta y la temperatura oceánicos afectarán los procesos de intoxicación de poblaciones microbianas en los ecosistemas marinos. (Coelho et al. 2013)

Figura 2. Interacción entre las emisiones, rayos ultravioleta y acidificación de los océanos.



Fuente: (Coelho et al. 2013).

En los ecosistemas terrestres un ejemplo son las amenazas sobre las poblaciones de abejas e insectos la disminución progresiva de las abejas silvestres y las graves pérdidas de colonias de abejas observadas en todo el mundo durante los últimos años son motivo de gran preocupación debido a que son muy susceptibles a los cambios de temperatura y contaminación. Las abejas son polinizadores de flores, arbustos y árboles silvestres esenciales que desempeñan un papel vital a la hora de garantizar la polinización cruzada en entornos naturales, contribuyendo así a la salud y la resiliencia de los ecosistemas, sin las cuales la productividad de alrededor del 80 % de los principales cultivos alimentarios se vería seriamente comprometida. (Decourtye et al. 2019)

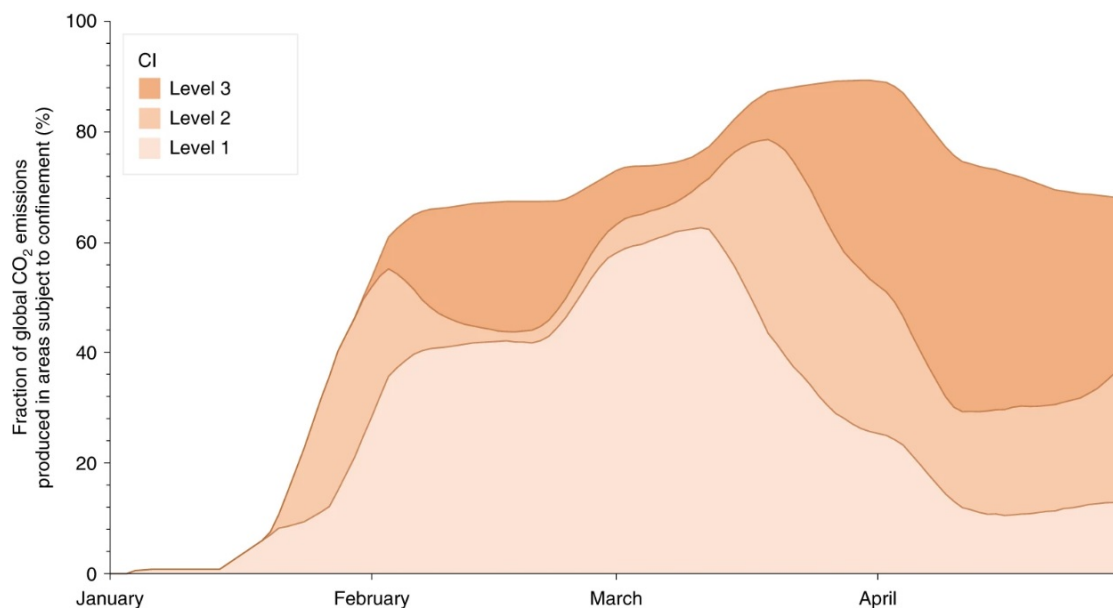
La contaminación del aire es actualmente uno de los principales problemas de salud ambiental. Un estudio sobre la carga mundial de enfermedades estimó que 4,2 millones de muertes prematuras fueron el resultado de la contaminación del aire exterior en 2015. Las implicaciones adversas para la salud derivadas de la exposición a la contaminación del aire son particu-

larmente críticas en las zonas urbanas, que son centros de población, pero también puntos críticos de emisiones, en particular aquellas provenientes del tráfico. (Von Schneidemesser et al. 2019).

El potencial de las acciones humanas individuales para reducir las emisiones tienen gran impacto si se masifica entre el conjunto de las personas para reducir del cambio climático. Hay evidencias en los efectos en los cambios actuales y acelerados que hemos visto a medida que las estrategias de distanciamiento social de COVID-19 redujeron las emisiones en considerable magnitud, es hora de reexaminar y reforzar el impacto que las acciones individuales pueden tener. Este artículo considera cómo una acción individual (reducir las emisiones de CO₂ de los vehículos privados), cuando se adopta a escala global, puede tener un efecto considerable. (Murray & DiGiorgio, 2021).

La pandemia de COVID-19 provocó el cierre de muchas industrias y una reducción drástica de los viajes. Si bien la pandemia mundial ha tenido efectos innegablemente devastadores en la vida y el bienestar humano, pero el medio ambiente experimentó un gran cambio positivo. En concreto, a medida que los lugares de trabajo y los viajes se ralentizaron, las emisiones globales diarias de CO₂ se redujeron en un 17 %, y aproximadamente la mitad de esta disminución provino del transporte (vehículos). Una lección de esta pandemia es que la reducción de los viajes por superficie puede tener una gran influencia en las emisiones de CO₂. Esto nos lleva a la importancia de la investigación en el impacto de acciones individuales en el cambio climático. (Le Quéré et al. 2020)

Figura 3. Fracción de las emisiones globales de CO₂ producidas en zonas sujetas a confinamiento.



Fuente: (Le Quéré et al. 2020).

El crecimiento del uso del automóvil ha sido seguido por un aumento la expansión urbana y los desplazamientos diarios al trabajo, mientras que la expansión de las redes de transporte público en muchos casos no se ha desarrollado al mismo ritmo. Al mismo tiempo, los sistemas de transporte pueden generar efectos externos efectos negativos. Más allá de la congestión del tráfico y la seguridad vial, la contaminación atmosférica y acústica son ejemplos de problemas comunes en las ciudades. Además de ser una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en particular dióxido de carbono (CO_2), el sector del transporte es responsable de una gran parte de la contaminación del aire urbano, en particular de nitrógeno. niveles de óxidos (NO_x) (Rafael et al. 2020).

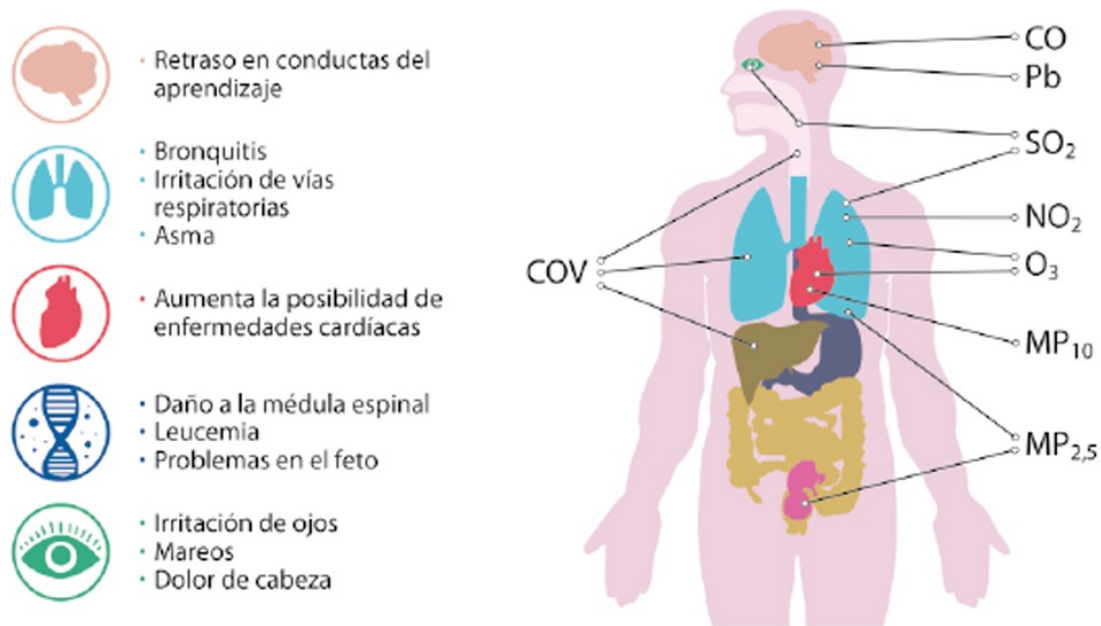
Figura 4. Emisiones de gases contaminantes por vehículos a combustión.



Fuente: (Comercio, 2022).

Las emisiones por combustión están compuestas por los gases de efecto invernadero como emisiones de dióxido de carbono (CO_2), Óxido nitroso (N_2O) y metano (CH_4). Los gases tóxicos como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), los compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de azufre (SO_2) y los materiales particulados (MP_{10}) Y ($\text{MP}_{2,5}$); también los compuestos que se encuentran una mínima proporción como adetaldehidos, formaldehidos, etc. (Seinfeld & Pandis, 2016).

Figura 5. Efectos en la salud según gases contaminantes.



Fuente: (MMA, 2022).

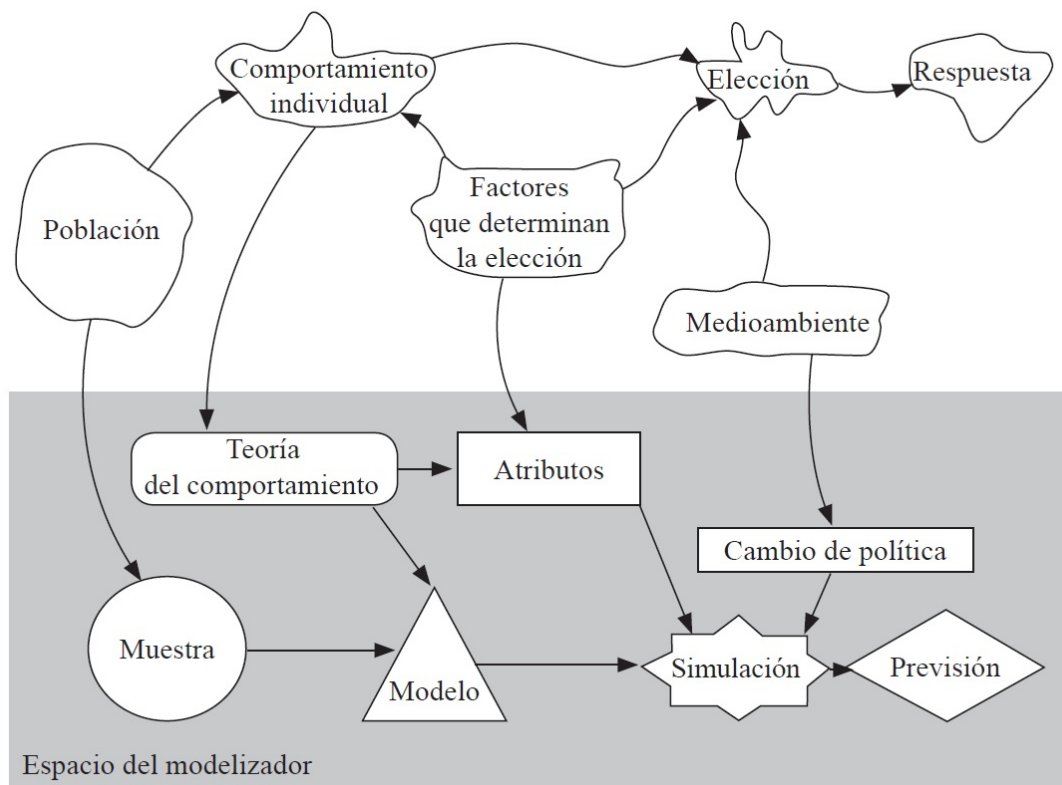
2.2.2 Modelo de transporte

Un **Modelo** es una representación simplificada de la realidad. Es una abstracción que se utiliza para lograr mayor claridad conceptual acerca de la realidad, reduciendo su variedad y complejidad a niveles que permitan comprenderla y especificarla de forma adecuada para su análisis. (J. d. D. Ortuzar, 2015)

La metodología utilizada generalmente para la realización de este tipo de modelos comprende cuatro fases o etapas: generación de viajes, distribución de viajes, partición modal y asignación de viajes a la red vial. La ejecución de estas fases emplea, la siguiente información:

- Las características de los viajes-personas. Esta información se obtendrá a partir de encuestas de transporte, que deben tener relación con las condiciones sociodemográficas y de uso de suelos de las zonas de estudio.
- Las condiciones vehiculares y del tránsito en la red vial de la zona de estudio.

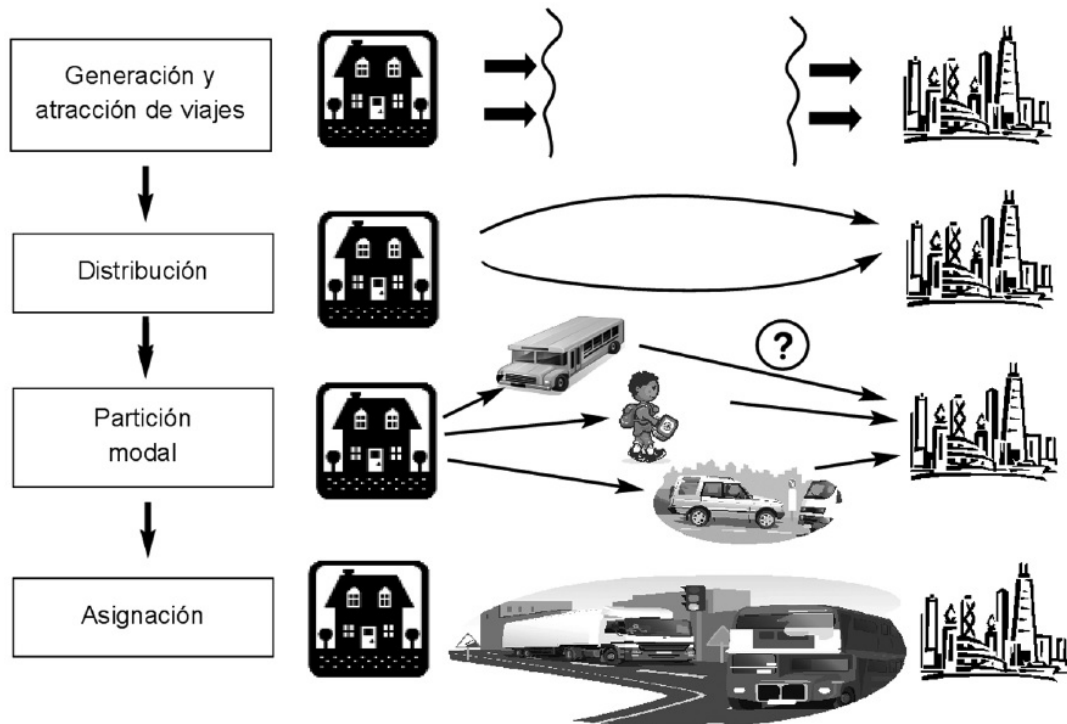
Figura 6. Ambitos de la modelización y muestreo.



Fuente: (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

El sistema de transportes modelado en cuatro etapas:

Figura 7. El modelo clásico basado en viajes o de cuatro etapas.

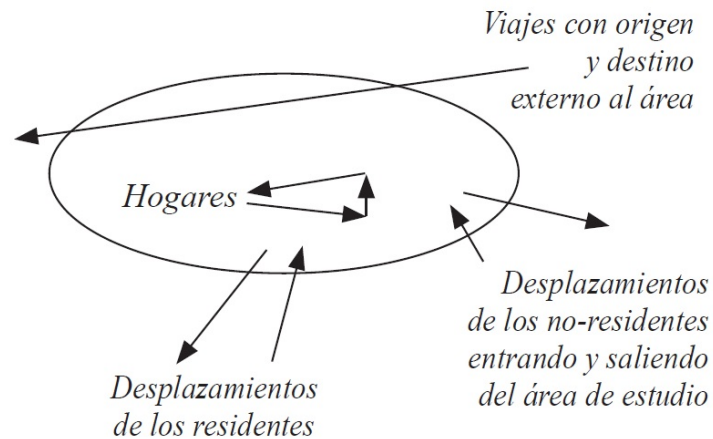


Fuente: (Barreno Vereau et al. 2008).

2.2.2.1 Recolección de datos y muestras

La recolección de datos consiste en una muestra de observaciones obtenidas de una población de interés, de la cual no podía ser observada en su integridad o totalidad. Estas observaciones se realizan sobre las características de la población para realizar una evaluación sobre estos atributos comúnmente llamados parámetros de la población. El diseño de la muestra está enfocado a asegurar que los datos obtenidos, provean la mayor información útil sobre la población objetivo con el menor coste posible (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

Figura 8. Criterios para la recolección de datos para una encuesta OD.



Fuente: (J. d. D. Ortuzar, 2015).

Muestra: Es el conjunto de unidades seleccionadas para representar a una población mayor en ciertos atributos de interés.

Población de interés: es el grupo del que se requiere información. En muchos casos su definición se obtiene directamente de los objetivos del estudio.

Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra está limitado por su amplitud por lo tanto se debe decidir cuáles son las variables importantes a obtener para que el muestreo sea logable. Como los datos obtenidos sirven para el análisis y modelamiento, no se puede elegir un único dato sino un conjunto de ellos debido a esto no es posible establecer un criterio único general (Padhye et al. 2020).

Encuestas:

Se recopila información sobre los desplazamientos de los integrantes de la familia que hacen en todos los modos de transporte, dentro y fuera del área de estudio, durante el período temporal de evaluación La información obtenida debe incluir información socio economica. Los datos obtenidos son muy necesarios para la estimación de modelos de generación de viajes y también como la elección modal también los datos sobre el desplazamiento en los hogares dan información sobre distribución de la longitud de los viajes en la ciudad, que es importante en la estimación de los modelos de distribución.

Encuestas O-D

Se realiza para la cuantificar el comportamiento de los viajes de las personas y es una de las principales etapas en la fase de toma de decisiones en la planificación de transporte urbano. Es la base en la formulación de modelos explicativos y predictivos de actividades de viajes futuros. (J. Ortuzar & Willumsen, 2008)

Expansión de la muestra

Luego que los datos han sido tomados, se requiere expandirlos para representar a la población total. Para realizar esta expansión, se definen factores en las zonas de estudio como la población total en la zona (A) y el número de población considerado como muestra. Sin embargo, pueden que los datos de A estén desactualizados, ocasionando problemas la toma de datos en campo (Bruton, 1985). La siguiente expresión permite analizar estas situaciones:

$$F_i = \frac{A - A(C + CD/B) / B}{B - C - D} \quad (2.1)$$

Donde:

F_i : es el factor de expansión para la zona i.

A : es la población total de la lista original.

B : es la población seleccionada como muestra.

C : es la población de la muestra que no eran elegibles.

D : es la población de la muestra que no tuvo respuesta.

Del cual, si la muestra todos fueran elegibles (es decir $C = 0$), el factor sería simplemente $A / (B - D)$. Además, si se obtuvieran todas las respuestas sería $D = 0$, puede comprobarse que la fórmula considera de A la proporción con B. (Ortuzar, 2015)

2.2.2.2 Conteos vehiculares y de pasajeros

Es la cuantificación del volumen de unidades vehiculares que circulan en las vías de estudio o muestra para lo cual se establecen horarios y días de flujo promedio (no feriados o días de flujo no normal). los conteos proporcionan información de validación y verificación para contrastar información con la metodología de encuestas:

Índice medio diario anual (IMDa)

Es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial en un año. El IMDa es el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo en una semana, y un factor de corrección que estime el comportamiento anualizado del tráfico de pasajeros y mercancías.

El IMDa se obtiene de la multiplicación del Índice Medio Diario Semanal (IMDs) y el Factor de Corrección Estacional (FC).

$$IMD_a = (IMD_s) (FC) \quad (2.2)$$

Donde:

IMD_s : Índice medio diario semanal o promedio de tráfico diario semanal.

FC : Factor de corrección estacional.

Índice medio diario semanal (IMDs)

se obtiene a partir del volumen de tráfico diario registrado por tipo de vehículo en un tramo de la red vial durante 7 días.

$$IMD_s = \sum_{i=1} V_i / 7 \quad (2.3)$$

Donde:

V_i : Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

Factor de corrección (FC)

Es un coeficiente que tiene por objeto eliminar el factor de estacionalidad en la que varían los movimientos de carga y pasajeros. El factor depende de una diversidad de factores como son: las fechas vacaciones para el caso de movimientos de pasajeros, las fechas de cosecha y los factores climáticos para el transporte pesado.

2.2.2.3 Generación de viajes

En esta etapa se busca predecir el número de viajes de personas que son producidos y atraídos por cada una de las zonas en que se ha separado el área de estudio. Esta etapa está enfocada únicamente con el número de viajes que empiezan y terminan en cada zona, y no con la forma como se hacen los desplazamientos entre orígenes y destinos. En forma general, se trata de explicar cómo se producen y atraen los viajes, mediante la utilización de relaciones entre las características de los viajes y las del medio urbano (Barreno Vereau et al. 2008). Los modelos de generación de viajes generalmente se desarrollan, por propósitos, por modos de transporte o por hora del día. Además, se basan en supuestos que los viajes están en función de:

- Usos del suelo: Diversos usos del suelo y diferentes intensidades de uso producen diferentes características de generación de viajes.

- Características socioeconómicas de la población: las cuales son el tamaño de la familia, la cantidad de trabajadores, estudiantes, amas de casa o desempleados, la cantidad de vehículos en el hogar, el nivel de ingreso, etc.
- Características del sistema de transporte: En especial las facilidades disponibles en el transporte y su accesibilidad.

Viaje: representa un desplazamiento en una sola dirección de un punto de origen a un punto de destino (McLeod y Hanks, 1986).

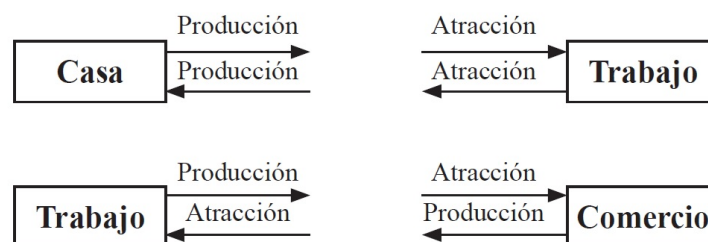
Viajes basados en el Hogar (HB): son aquellos que tienen un extremo en el hogar de la persona que efectúa el viaje, independientemente de si éste es el origen o el destino del viaje (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

Viajes No basados en el Hogar (NHB): son los viajes en los que ni el origen ni el destino del viaje es el hogar (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

Producciones de viajes: se definen como el extremo hogar en un viaje HB, o el origen de un viaje.

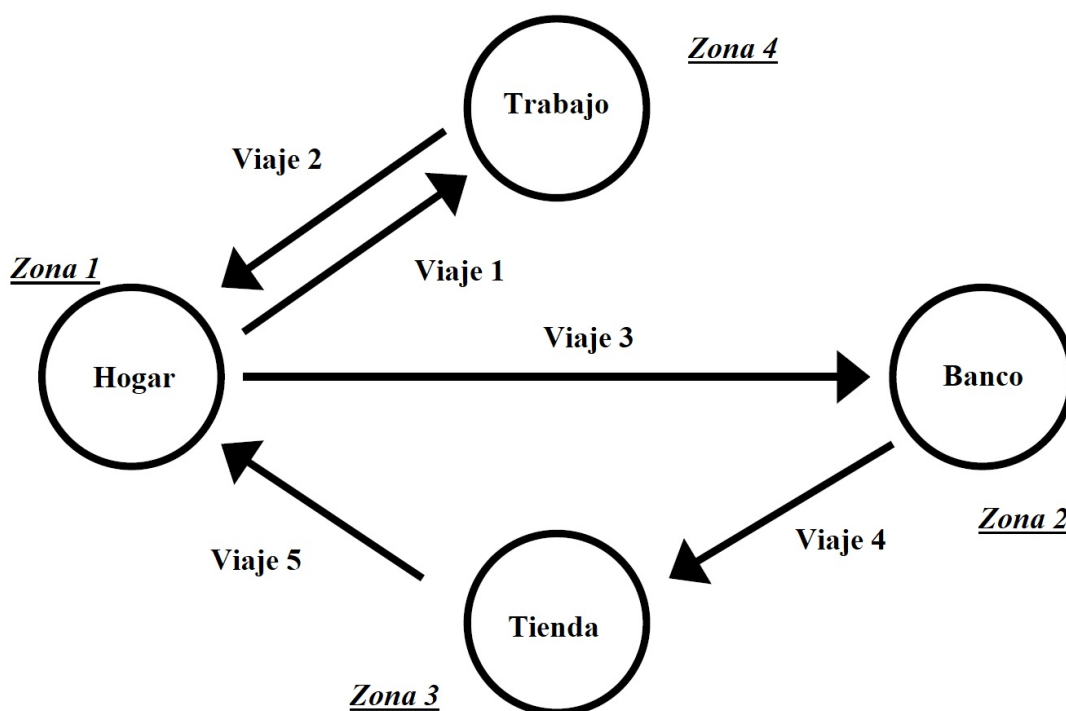
Atracción de viaje: se define como el extremo no-hogar en un viaje HB o el destino de un viaje NHB.

Figura 9. Producción y atracción de viajes.



Fuente: (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

Figura 10. Ejemplo de producciones y atracciones.



Fuente: (Chatterjee & Venigalla, 2004).

Tabla 1: Producciones y atracciones.

Zona	Producción	Atracción
1	4 (2 Trabajo, 1 Banco, 1 Tienda)	0
2	1 (No basado en el hogar)	1 (Banco)
3	0	2 (1 No basado en el hogar, 1 Tienda)
4	0	2 (Trabajo)
Total	5	5

Fuente: (Chatterjee & Venigalla, 2004)

Clasificación de viajes

Por propósito del viaje:

Se consiguen mejores modelos de generación si se evalúan de forma separada los viajes por motivo o propósito. En el caso de viajes HB (basados en el hogar), se utilizan las siguientes categorías:

- Viajes de trabajo.

- Viajes de estudio.
- Viajes por otros motivos.

Los primeros dos son considerados generalmente viajes obligados, mientras que todos los demás se llaman viajes opcionales.

Según la hora del día:

Los desplazamientos se clasifican en los viajes realizados en el período de hora punta u [Hora valle](#), ya que la cantidad de viajes, por diferentes motivos, varían según la hora del día.

Regresión lineal múltiple

“La regresión lineal nos permite obtener una función lineal de una o más variables independientes $X_1, X_2, \dots, X_K$ a partir de la cual predecir el valor de una variable dependiente Y . En el análisis de regresión lineal podemos diferenciar entre análisis de regresión lineal simple y múltiple. En el primero, se intenta explicar la variable dependiente Y a partir de una única variable independiente, X_1 mientras que en el segundo se realiza con un conjunto de variables independientes, $X_1, X_2, \dots, X_K$, para estimar la variable dependiente Y .” ([Rodríguez, Mora Catala et al. 2001](#)).

Existen modelos en los que el comportamiento de una variable Y , se puede explicar a través de una variable X lo que representamos mediante:

$$Y = f(X) \quad (2.4)$$

Si la relación f , que relaciona Y con X , es lineal, entonces:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i \quad (2.5)$$

“Este tipo de relaciones raramente son exactas, sino que más bien son aproximaciones en las que se han omitido variables secundarias, también debemos incluir un término de perturbación aleatoria u , que representa valores distintos de X que influyen sobre la variable independiente, pero que ninguno de ellos es relevante.” ([Rodríguez, Mora Catala et al. 2001](#)). Con ello, la relación quedaría de la siguiente forma:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i \quad (2.6)$$

Como menciona [Rodriguez, Mora Catala et al. \(2001\)](#) esta expresión detalla una relación lineal, y sólo muestra una única variable explicativa, recibiendo el nombre de relación lineal simple se debe a que solamente hay una variable explicativa. Supongamos ahora que disponemos de T observaciones de la variable $Y_{1,2,...,n}$ y de las correspondientes observaciones de $X_{1,2,...,n}$. Si hacemos extensiva a la relación entre observaciones:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + \beta_3 X_j + \beta_4 X_k \dots + u_i \quad (2.7)$$

Regresión zonal múltiple

“La regresión zonal múltiple se basa en encontrar una relación lineal entre el número de viajes producidos o atraídos por cada zona y el valor promedio de algunas características socioeconómicas de los hogares que existen en cada una de las zonas.” ([J. d. D. Ortuzar, 2015](#)). Se tiene algunas consideraciones son las siguientes:

- El comportamiento puede ser representativos si las variaciones interzonales representen correctamente la información entonces será necesario que las zonas tengan una composición socioeconómica homogénea, también que representen un campo más amplio posible de condiciones. Un problema es las variaciones a nivel intrazonal ([J. d. D. Ortuzar, 2015](#)).
- Terminó de intersección es muy posible conseguir valores del intercepto bastante grandes.
- Será probable que haya ciertas zonas nulas es decir sin información acerca de algunas variables dependientes como en las zonas deshabitadas, industriales, etc. podría no haber desplazamientos tipo HB. En estos casos, las zonas nulas deben ser excluidas del análisis, un exceso del número de zonas que no proporcionan información tiende a crear valores estadísticos que sobredimensionan la regresión estimada ([J. d. D. Ortuzar, 2015](#)).
- Se puede utilizar variables agregadas o totales, por ejemplo, los desplazamientos medios para cada zona, como el número de viajes por hogares y de vehículos por familia por zona. En modelo de regresión lineal sería de la siguiente forma:

$$Y_i = \theta_0 + \theta_1 X_{1i} + \theta_2 X_{2i} + \dots + \theta_k X_{ki} + E_i \quad (2.8)$$

mientras que el modelo con valores medios adquiere la forma:

$$y_i = \theta_0 + \theta_1 x_{1i} + \theta_2 x_{2i} + \dots + \theta_k x_{ki} + e_i \quad (2.9)$$

donde $y_i = Y_i / H_i$; $x_i = X_i / H_i$; $e_i = E_i / H_i$; y H_i es el número de hogares en la zona i .

Ajuste entre generaciones y atracciones

los modelos detallados anteriormente no garantizan que, para las zonas, el número de viajes generados (orígenes O_i) sea igual al número de viajes atraídos (destinos D_i); no se garantiza que la siguiente relación se cumpla:

$$\sum_i O_i = \sum_i D_i \quad (2.10)$$

El problema es que esta condición es necesaria para la siguiente etapa (distribución de viajes) en la estructura del modelo de demanda. No es posible obtener una matriz de distribución de viajes sea diferente la suma de los viajes en filas y las columnas ([J. Ortuzar & Willumsen, 2008](#)).

Para solucionar este problema nos basamos en que el modelo de generación es más sofisticado porque los modelos basados en el hogar que utilizan buenas variables explicativas, que en los modelos de atracción. Por eso se considera que el total de viajes que resulta de la suma de todos los orígenes representa el valor correcto del total de los viajes. Por lo tanto, los destinos deben ser multiplicados por un factor f , que balancee la suma de las atracciones sea igual a los generados. Su valor es:

$$f = \frac{T}{\sum_i D_i} \quad (2.11)$$

2.2.2.4 Distribución de viajes

Los modelos de distribución de viajes se utilizan para predecir flujos entre zonas de origen y de destino. Existen dos métodos predominantes: factores de crecimiento, que escala una matriz multiplicando factores de predicciones de producción o de atracción a las celdas de la matriz, y el modelo gravitacional que utilizan matrices de flujo y matrices de [Impedancia](#) que refleja la distancia, tiempo o costo de los viajes entre zonas, y aproxima las producciones y atracciones. Los modelos gravitacionales se basan en que los flujos decrecen de acuerdo a la

distancia que separa entre las zonas, como la atracción gravitacional entre dos objetos que disminuye en función de la distancia que separa los objetos (Barreno Vereau et al. 2008).

Se representa la conformación de viajes en un área de estudio a través de la matriz de viajes. Es una matriz en la que las filas y las columnas representan cada una de las zonas del área de estudio (Barreno Vereau et al. 2008).

Figura 11. Estructura de una matriz de viajes.

Orígenes	Destinos					$\sum_j T_{ij}$
	1	2	3	...j	...z	
1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	... T_{1j}	... T_{1z}	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	... T_{2j}	... T_{2z}	O_2
3	T_{31}	T_{32}	T_{33}	... T_{3j}	... T_{3z}	O_3
$\vdots$						
i	T_{i1}	T_{i2}	T_{i3}	... T_{ij}	... T_{iz}	O_i
$\vdots$						
z	T_{z1}	T_{z2}	T_{z3}	... T_{zj}	... T_{zz}	O_z
$\sum_i T_{ij}$	D_1	D_2	D_3	... D_j	... D_z	$\sum_i T_{ij} = T$

Fuente: (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

La suma de las filas debería ser igual al número total de viajes generados por la zona mencionada similarmente la suma de los viajes por cada columna debería corresponder al número de viajes atraído por la zona.

$$\sum_j T_{ij} = O_i \quad (2.12)$$

$$\sum_i T_{ij} = D_j \quad (2.13)$$

El modelo que tiene que cumplir ambas condiciones es un modelo doblemente acotado. En cambio, si sólo se tiene de información sobre una, como los orígenes O_i el modelo se denomina simplemente acotado a orígenes, por consiguiente, el modelo podría estar acotado a orígenes o a destinos según se disponga la información (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

El coste generalizado de viaje representa la desutilidad del viaje como percibiría el usuario que se moviliza y en este caso el valor del tiempo es percibido basado en el valor de los recursos consumidos. El coste de viaje puede ser manifestado en términos de distancia, tiempo o unidades monetarias (J. Ortuzar & Willumsen, 2008). La representación del coste generalizado para el modo k :

$$C_{ij} = a_1 t_{ij}^v + a_2 d_{ij} + \delta \quad (2.14)$$

Donde:

t_{ij}^v : es el tiempo de viaje a bordo ir de i a j ;

d_{ij} : es la distancia para ir de i a j ;

δ : es una penalidad modal, representa los atributos no evaluados en el coste generalizado de viaje.

$a_1 \dots a_n$: son las ponderaciones a los elementos del coste y tienen su correspondiente dimensión para convertir los atributos en la misma unidad como costo o tiempo.

Modelo de distribución gravitacional

La técnica de distribución de viaje del modelo de gravedad es una adaptación de la teoría básica de la fuerza gravitatoria. Este método es la técnica más común para distribuir los viajes. Los tipos de controles de validación agregados siguen siendo básicamente el mismo independientemente del método que se utilice. Tal como se aplica en la planificación del transporte, la teoría del modelo de gravedad establece que el número de viajes entre dos zonas de análisis de tráfico será directamente proporcional al número de producciones en la zona de producción y atracciones en la zona de atracción. Además, el número de intercambios será inversamente proporcional a la separación espacial entre las zonas (Barton & Cambridge, 1997).

En su formulación se representa de la siguiente forma:

$$T_{ij} = \frac{\alpha P_i P_j}{d_{ij}^2} \quad (2.15)$$

Donde:

P_i y P_j son la población de las zonas origen y destino de los viajes,

$d(i, j)$ es la distancia entre i , j .

α representa un factor de proporcionalidad.

Esta formulación pronto se consideró demasiado simplista por lo que se evaluó generaciones y atracciones, el modelo se generalizó considerando que el efecto de la separación entre zonas podía ser evaluado mejor mediante la utilización de una función decreciente con la distancia o con el coste de viaje entre las zonas (J. d. D. Ortuzar, 2015).

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j f(c_{ij}) \quad (2.16)$$

En un modelo doblemente acotado, los valores de los factores de balanceo serían:

$$A_i = \frac{1}{\sum_j B_j D_j f(c_{ij})} \quad (2.17)$$

$$B_j = \frac{1}{\sum_i A_i O_i f(c_{ij})} \quad (2.18)$$

Donde:

A_i : Factor de balanceo a orígenes.

O_i : Viajes origen.

B_j : Factor de balanceo a destinos.

D_j : Viajes destino.

$f(c_{ij})$: es una función que representa la impedancia o resistencia a desplazarse cuando aumenta la distancia, el tiempo o el coste del viaje.

2.2.2.5 Partición modal de viajes

Los modelos de repartición modal se utilizan para evaluar, analizar y predecir la elección del individuo para elegir el modo a transportarse para los diferentes tipos de viaje. El objetivo es predecir los diferentes viajes para cada modo principalmente por el transporte público (Barreno Vereau et al. 2008).

Los modelos de repartición modal pueden realizarse a nivel **Agregado** o **Desagregado** de la zona. Y se procesan por medio de cuotas por modo, orígenes y destinos, de información demográfica por zona. Los modelos desagregados son basados en información individual de las personas por encuestas (Barreno Vereau et al. 2008).

La metodología se basa en las preferencias del viajero, por ejemplo, tiempo de viaje o un atributo relacionado con OD. Se tiene en cuenta un pasajero que sólo está interesado en atributos, como el tiempo o la tarifa (Ceder & Jiang, 2020).

Teoría de la utilidad aleatoria

Cuando los individuos pertenecen a una población homogénea en concreto, actúan de forma racional y tienen información completa entonces eligen siempre la alternativa que maximiza su utilidad sujeta a restricciones, físicas o económicas (en función de tiempo y dinero) (J. d. D. Ortuzar, 2015).

“Existen alternativas y de atributos medibles de los individuos. Cada individuo se enfrenta a un conjunto de opciones de elección disponibles se supondrá que el conjunto de elección de los individuos está predefinido. Esto significa que el efecto de las restricciones ya ha sido considerado y no afecta en el proceso de elección.” (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

Cada alternativa está asociada a una utilidad para cada individuo. El modelador, que es un observador del sistema no tiene información completa de todos los elementos considerados por el individuo cuando realiza una elección debido a esto se considera que la utilidad tiene los componentes:

- Una parte sistemática, medible o representable V_{jq} que esta en función de los atributos cuantificables.
- Y otra componente aleatoria ε_{jq} que representa la aleatoriedad de las preferencias del individuo y que incluye además los errores de medición que pueda incurrir el modelador.

$$U_{jq} = V_{jq} + \varepsilon_{jq} \quad (2.19)$$

Esta expresión matemática permite entender dos posibles casos irracionales: que dos individuos con mismos atributos y frente a las mismas opciones de elección, seleccionen alternativas diferentes y otro que algunos individuos puedan no elegir la mejor opción (desde la perspectiva de los atributos considerados por el modelador) (J. d. D. Ortuzar, 2015).

Aunque el término V sea considerado representativo de las características cuantificables del individuo, el subíndice q en la función V indica atributos de individuo a individuo. Además, los residuos ε son variables aleatorias con media cero y una cierta distribución de probabilidad a especificar (J. d. D. Ortuzar, 2015).

$$V_{jq} = \sum_k \theta_{kj} X_{jkq} \quad (2.20)$$

los parámetros θ son constantes para los individuos, pero pueden variar de alternativas.

Modelo logit multinomial (MNL)

La elección del modo de cada individuo para cada viaje en lugar de combinar los viajes en grupos homogéneos. la premisa de este enfoque de modelado es que la elección de un viajero de un modo de los viajes se basa en maximizar de la utilidad. la utilidad de usar un modo de viaje para un viaje se puede estimar usando una función matemática denominada "función de utilidad". Una función matemática que se utiliza para representar la correlación de la probabilidad de que un viajero elija un modo específico para un viaje específico con un conjunto de utilidades valores se conoce como la función logit ([Chatterjee & Venigalla, 2004](#)).

$$P_{iq} = \frac{\exp(\beta V_{iq})}{\sum_{A_j \in A_{(q)}} \exp(\beta V_{jq})} \quad (2.21)$$

Las funciones de utilidad son lineales en los parámetros y el valor β se normaliza a uno al no poder ser estimado por separado de los parámetros θ que esta relacionado a la desviación estándar de la variable mediante la relación:

$$\beta^2 = \frac{\pi^2}{6\sigma^2} \quad (2.22)$$

Maximización de la verosimilitud

“El método más común para estimar parámetros en el análisis modal es el método de máxima verosimilitud. Sea $X_1, X_2, \dots, X_n$ independientes e idénticamente distribuidas con función de densidad de probabilidad $p(x_i; \theta)$ ” ([Gómez-Mejía, 2020](#)).

Entonces la función de verosimilitud es definida así:

$$\mathcal{L}(\theta) = \prod_{i=1}^n p(x_i; \theta) \quad (2.23)$$

$$l(\theta) = \log \mathcal{L}(\theta) = \sum_{i=1}^n \log p(x_i; \theta) \quad (2.24)$$

La función de verosimilitud es la densidad conjunta de los datos, con la diferencia de que se trata como función del parámetro θ . Por tanto:

$\mathcal{L} : \theta \rightarrow [0, \infty >$, en general $\mathcal{L}(\theta)$ no integra uno respecto a θ

El estimador de máxima verosimilitud es el valor de θ que maximiza $\mathcal{L}(\theta)$

El máximo valor de $l(\theta)$ se alcanzará en el mismo lugar que el máximo de $\mathcal{L}(\theta)$, por lo que maximizar la log-verosimilitud es equivalente a maximizar la verosimilitud. (Gómez-Mejía, 2020).

2.2.2.6 Asignación de viajes

Los modelos de asignación proponen la oferta en la planificación del transporte. La red del sistema en el caso de transporte público y las características de los servicios como frecuencia y capacidad, representan los elementos principales del lado de la oferta en el transporte (Barreno Vereau et al. 2008).

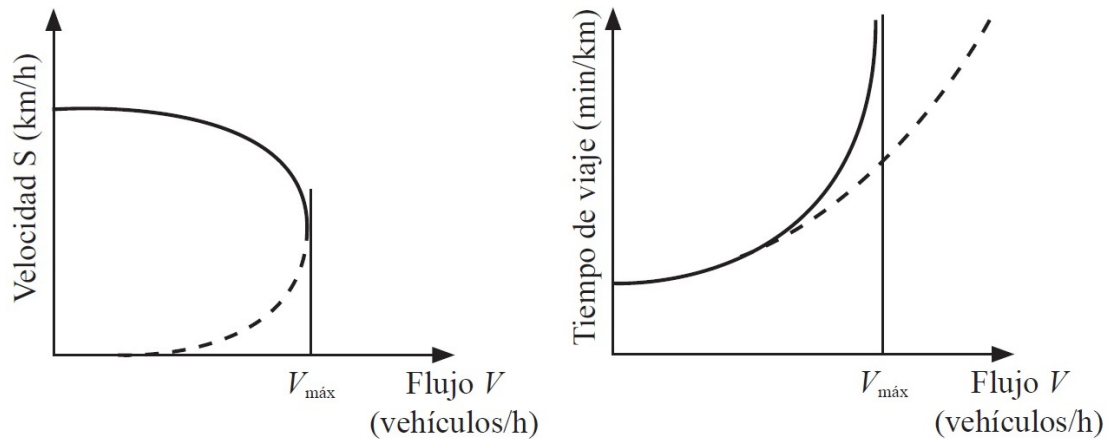
La oferta consta de una red de vías representada por los enlaces y sus costos. Los costos están en función de atributos asociados con los arcos, como, la distancia, la velocidad a Flujo libre, la capacidad y una relación velocidad-flujo. De parte de la demanda consta del número de viajes, por par origen-destino y modos. En este aspecto, un elemento principal que define los niveles de servicios es el tiempo de viaje, pero muchas veces los costos como tarifas o combustible (Barreno Vereau et al. 2008).

“En un sistema de transporte se puede ver varias condiciones como: un equilibrio en la red de caminos donde los viajeros buscan rutas para minimizar sus costos de viaje. Esto se produce en la prueba de rutas alternativas, buscando nuevas rutas. Esta asignación de viajes a rutas produce un modelo de flujos de trayectoria y arco, los cuales, están en equilibrio cuando los viajeros ya no pueden encontrar mejores rutas para sus destinos, viajan en las mejores rutas disponibles. Este es el conocido equilibrio de la red de caminos.” (Barreno Vereau et al. 2008).

Curvas flujo - velocidad y coste - flujo

La relación existente entre la velocidad de circulación y el flujo en un arco es un criterio básico de la Ingeniería de Tráfico. La relación flujo-velocidad se representa usualmente a medida que el flujo crece la velocidad tiende a decrecer, en el tramo inicial en el que las variaciones son pequeñas cuando el flujo alcanza valores próximos a la capacidad del arco, tiende a reducirse la velocidad (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

Figura 12. Relación flujo - velocidad y coste - flujo en un arco.



Fuente: (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

El flujo alcanza el límite de su **Capacidad** y cuando se intentan superar los volúmenes de tráfico. Se llega a una región inestable con velocidad y flujos bajos. En la asignación de tráfico esta relación se considera en términos de tiempo de viaje por unidad de longitud más conocido como relación costo-flujo (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

Los métodos de asignación que consideren los efectos de la congestión, necesitan de funciones que relacionen los atributos del arco como capacidad, velocidad a flujo libre y el flujo sobre la red con velocidades o los costes, son expresadas como:

$$C_a = C_a(V) \quad (2.25)$$

Donde:

C_a : Capacidad de la vía.

V : Velocidad a flujo libre.

Métodos de asignación de tráfico

En la asignación de tráfico se requiere unos principios para cargar la matriz de viajes a la red y obtener los flujos de los arcos. No obstante estos resultados no son solo importantes en el proceso de asignación sino que tienen otros objetivos que se debe considerar, aunque no todas reciben la importancia que debiera para las situaciones y exactitudes requeridas (Chatterjee & Venigalla, 2004). Los objetivos son:

- Obtener buenos resultados agregados de la red como, flujos sobre vías, beneficios por servicios de buses.

- Calcular costos, tiempos de viaje entre zonas para las diferentes demandas.
- Obtener valores de flujos en los arcos e identificar los arcos más congestionados.

Una matriz de viajes que expresa la demanda usualmente la matriz considera a un horario punta en una ubicación congestionada, pero se puede considerar otras matrices que evalúen a otras horas del día.

Asignación en el transporte privado

La idea básica a tomar en cuenta en la asignación es la hipótesis que el individuo es un sujeto racional que opta por el recorrido que le supone los costes percibidos mas bajos. La elección del recorrido dependerá de factores como el tiempo de viaje, distancia recorrida, costos, combustibles, etc. También influye la congestión, el tipo de vías (calles principales, calles secundarias y caminos), interrupciones en el flujo vial, etc. (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

La aproximación considera dos factores principalmente: el tiempo y el coste, siendo ambos proporcionales a la longitud o distancia recorrida. Los programas de asignación permiten ponderar los pesos del tiempo de viaje o distancia recorrida para simular la percepción del conductor (Kyaw, Oo & Zaw, 2019). Por tanto, esta suma de los factores ponderados es el coste generalizado de transporte que se utiliza en la estimación de la elección del recorrido. Varias ocasiones en congestión el tiempo termina siendo el factor predominante para la elección del recorrido. (J. Ortuzar & Willumsen, 2008)

Hay una variedad métodos de asignación del tráfico que representan mejor los fenómenos mencionados. Los métodos de asignación del tráfico son:

Figura 13. Clasificación de los modelos de asignación.

Clasificación de los modelos de asignación del trafico			
		¿Incluye efectos estocásticos?	
		No	Si
¿Incluye restricción de capacidad?	No	Todo o nada.	Puramente estocástico.
	Si	Equilibrio de Wardrop.	Equilibrio estocástico del usuario.

Fuente: (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

La asignación se basa en construcción árboles por dos razones. Primero que en la mayor parte de los algoritmos se ejecuta varias veces, al menos una vez por iteración. La segunda es que un buen algoritmo de construcción de árboles puede producir ahorros sustanciales de tiempo y costes y ha de ser un instrumento eficiente que pueda también ser correctamente programado (Chmielewski, 2019).

También existen dos algoritmos fundamentales que pueden ser utilizados en la búsqueda de los caminos más cortos en las redes viales; uno de ellos debido a Moore (1957) y el otro a Dijkstra (1959).

Asignación todo o nada

El método de asignación más simple es la asignación “todo o nada”. En este método se supone que no hay congestión, que todos los conductores le dan la misma importancia a los atributos. La ausencia de congestión quiere decir que los costes de los enlaces son fijos, mientras el supuesto de que todos los usuarios perciben el coste de igual manera significa que todos los que viajan entre una zona i y j deben elegir el mismo recorrido, debido a esto dichos usuarios son asignados al mismo recorrido entre i y j y ninguno sería asignado a otros recorridos menos atractivos. (J. Ortuzar & Willumsen, 2008)

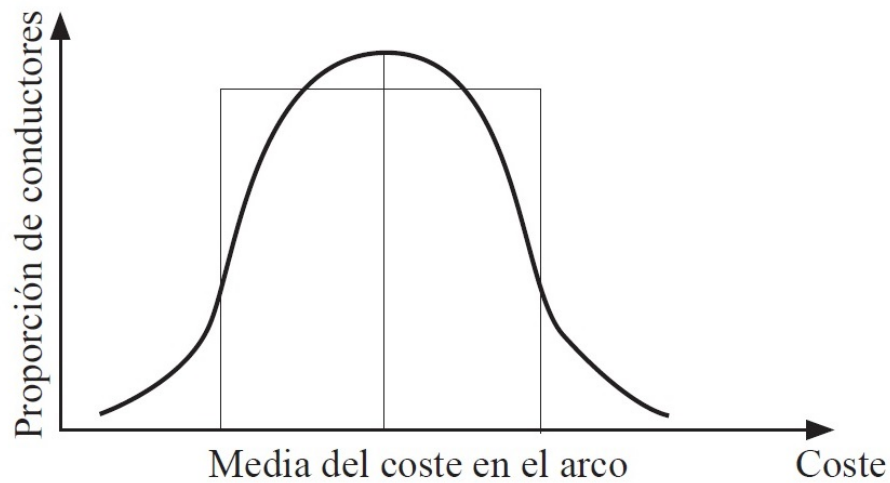
Asignación Estocástica

Los procedimientos de asignación estocástica asumen que los participantes del tráfico, en principio, seleccionan las mejores rutas, pero evalúa las rutas individuales de manera diferente debido a información incompleta y diferente.

Además, en una asignación estocástica de transporte privado la demanda se distribuye a las rutas encontradas como para un Asignación de transporte publico utilizando un modelo de distribución como, Logit, Kirchhoff, Box-Cox, Lohse o Lohse con variable beta (Chatterjee & Venigalla, 2004)

Los métodos **Estocásticos** en la asignación de tráfico detallan la variación en la percepción de costes por parte del usuario y la forma que buscan reducir la distancia, tiempo de viaje y costes generalizados. En este método es necesario tener en consideración los segundos mejores recorridos para cada O – D que puede ser en ampliamente extensos (Chatterjee & Venigalla, 2004).

Figura 14. Distribución de los costos percibidos.



Fuente: (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

- Las distribuciones de los costes que los usuarios perciben son independientes.
- Los usuarios eligen reducir sus costes en recorridos percibidos, es decir la suma de los costes de los arcos usados.

Asignación de equilibrio

En el equilibrio del usuario se supone que los viajeros eligen el camino más corto a través de una red y el equilibrio de la red ocurre cuando ningún viajero puede reducir unilateralmente su tiempo de viaje cambiando de ruta. Aunque existen varios modelos mejorados de asignación de tráfico, como el equilibrio estocástico de usuarios (Chen et al. 2020).

Equilibrio de Wardrop

Descartando los efectos estocásticos y enfocándose en las limitaciones de capacidad pueden utilizarse modelos para la asignación de viajes. Los modelos con restricciones en capacidad usan funciones que relaciona el flujo y los costes en los arcos. (J. Ortuzar & Willumsen, 2008)

En una situación de equilibrio el tráfico se reparte en las redes congestionadas de tal forma que los recorridos seleccionados entre un O-D tienen un mismo y menor coste mientras los

otros recorridos no seleccionados tiene mayores o iguales. A esta condición se le conoce como el primer principio de Wardrop ([J. Ortuzar & Willumsen, 2008](#)).

$$\delta = \frac{\sum_{ijr} T_{ijr} (C_{ijr} - C_{ij}^*)}{\sum_{ij} T_{ij} C_{ij}^*} \quad (2.26)$$

Donde:

$(C_{ijr} - C_{ij}^*)$ es el exceso de coste de viaje sobre una ruta con respecto al mínimo coste de viaje para el par (i, j).

Asignación incremental

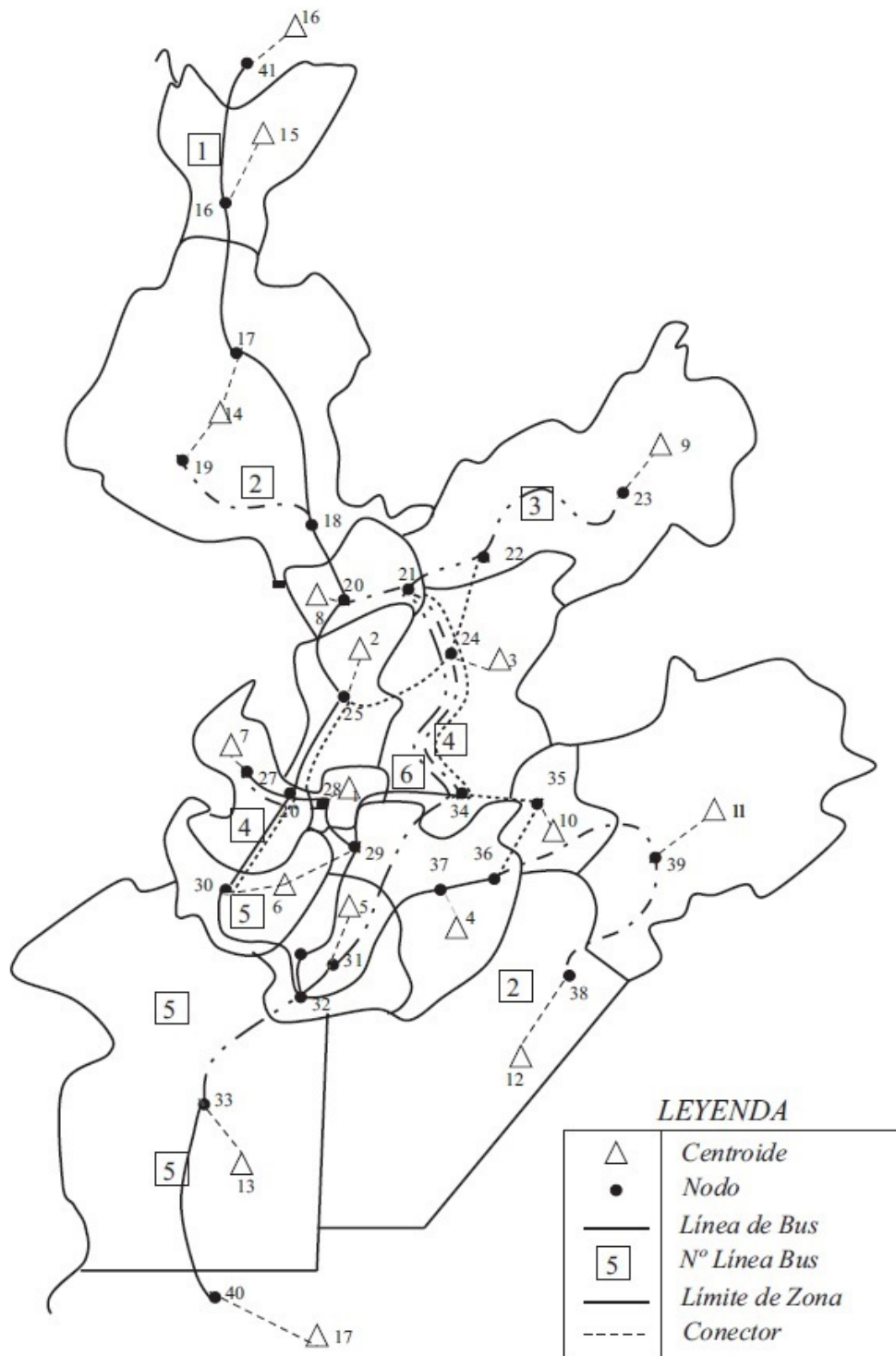
La asignación incremental trata de un método realista en el que el modelador reparte el total de la matriz de demanda T en un numero de matrices a traves de factores proporcionales que varían entre 0 y 1 tal que $\sum_{i=0}^n p_n = 1$. Estas matrices repartidas son cargadas, mediante un proceso incremental, sobre los árboles de mínimo coste que por medio de iteraciones se calculan en base a los costes de arco de flujos acumulados. ([Yajima, 2005](#)) La asignación incremental tiene una desventaja de que los flujos asignados no puedes ser suprimidos e intercambiados a otros debido a esto si se ha asignado demasiado flujo en determinado arco el principio de equilibrio de Wardrop no se cumpliría y el algoritmo no convergería a una solución. Pero a pesar de esto tiene ventajas de obtener buenas estimaciones en la evaluación de la congestión en hora punta. ([Yajima, 2005](#))

Asignación en el transporte público

La modelización de la elección de ruta y la asignación de los viajeros en redes de transporte público son más difíciles de evaluar que los de la asignación al transporte privado. Las condiciones de cálculo generalmente son más complicadas. Además, los métodos más eficientes requieren importantes hipótesis más simplificadoras ([J. Ortuzar & Willumsen, 2008](#)).

Estas dificultades de modelización en conjunto con las políticas en transporte público en el pasado, han hecho que se destine menos recursos en investigación en esta modalidad de transporte que para el privado. Por tanto, primeramente, se tratará los aspectos más significativos que diferencian la asignación al transporte público en relación con la elección de ruta de los vehículos privados. Posteriormente se describirán a grandes rasgos algunos métodos que se utilizan para evaluar estos problemas de forma práctica. La oferta de transporte público está representada por las líneas de buses y su recorrido de operación son consideradas las líneas de transporte público ([Xue & Xue, 2020](#)).

Figura 15. Ejemplo de red de transporte publico.



Fuente: (J. Ortuzar & Willumsen, 2008).

Asignación basada en el sistema de transporte (TSys-Based)

La asignación basada en el sistema de transporte no diferencia entre líneas de transporte público individuales. Modela la oferta de transporte solo considerando los enlaces de una red básica con su recorrido específico (Visum, 2022). La red básica puede comprender los siguientes conjuntos de enlaces:

- Todos los enlaces por carretera de la red de enlaces.
- Solo aquellos enlaces atravesados por líneas de transporte público.
- Solo aquellos enlaces atravesados por líneas de transporte público activos.

Debido a que las líneas individuales no se distinguen, la transferencia se detiene con sus respectivos tiempos de transferencia de un mismo sistema no se puede incluir en la búsqueda. Es posible, sin embargo, considerar tiempos de transferencia entre diferentes sistemas de transporte (Visum, 2022).

La asignación basada en el sistema de transporte calcula exactamente una ruta para cada par de zonas de origen y zona de destino, que consta de un conector de origen y un conector de destino para el transporte público, así como de enlaces y giros, que están permitidos para un sistema de transporte público. Transferencias son cambios del sistema de transporte que se consideran en forma de penalización de tiempo en la búsqueda de rutas (Visum, 2022).

Para enlaces, se considera el tiempo de viaje en transporte público. Un cambio de sistema de transporte solo puede tener lugar en nodos seleccionados en los nodos, donde es necesario un cambio de sistema de transporte, se aplica una penalización de tiempo de transferencia TP Asignado. $TP = \text{penalización de tiempo específica del tipo de nodo} + \text{penalización por transferencia}$.

La asignación basada en el sistema de transporte se caracteriza por las siguientes características.

- No se considera el horario (frecuencia del servicio, tiempos de espera de los transbordos).
- Elección de ruta poco realista causada por transferencias frecuentes dentro de un sistema de transporte.
- Líneas del mismo sistema de transporte que corren en paralelo, pero tienen diferentes tiempos de ejecución de transporte público (por ejemplo, el bus 1 y el bus 2) solo se pueden representar mediante un tiempo medio de ejecución de transporte público.

- El tiempo de viaje se puede estimar si las líneas de transporte público tienen intervalos cortos.
- No se puede calcular el número de transferencias, el tiempo de espera de las transferencias y la frecuencia del servicio.

Se recomienda el procedimiento de asignación basado en sistemas de transporte para un primer borrador de una nueva red de línea. El procedimiento calcula las rutas más cortas (tiempo mínimo requerido) que son luego se carga con la demanda de viajes. Los flujos de volumen resultantes representan la red de línea deseada de los pasajeros.

Diferirá con los volúmenes resultantes de la asignación basada en horarios y la asignación basada en avances significativamente de los resultados calculados por la asignación basada en el sistema de transporte. En ningún caso se debe reemplazar un cálculo basado en horarios o avances por el procedimiento basado en el sistema de transporte.

Asignación basada en avances (Headway-Based)

Para el procedimiento basado en avance, se basa en propuestas por el modelador de una ruta de la línea y los tiempos en las paradas de la línea. En realidad, es el perfil temporal el que comprende esta información y el procedimiento basado en avances funciona en este nivel. En las siguientes secciones, el término línea se utiliza por conveniencia. Esto significa que no se tiene en cuenta el horario de los viajes de los vehículos individuales ([Visum, 2022](#)).

Los tiempos de espera de los transbordos suelen considerarse globalmente, lo que significa que las salidas de diferentes líneas son independientes entre sí. Por norma no se tiene en cuenta la coordinación de horarios. Sin embargo, mediante el modelado explícito, se puede expresar que las líneas operan con el mismo avance cada uno en una sección compartida, o más bien existe un tiempo de espera de transferencia fijo entre dos líneas. Los sistemas de transporte auxiliar no se consideran ([Visum, 2022](#)).

El procedimiento de asignación basado en el avance incluye los tres pasos operativos.

1. Cálculo del intervalo
2. Búsqueda de ruta y elección de ruta
3. Carga de ruta

En la combinación de búsqueda y elección, el procedimiento basado en el avance difiere de la asignación basada en horarios. En este segundo paso, los caminos posibles entre dos zonas

de tráfico son detectadas y simultáneamente se especifica una distribución entre ellas. Los caminos no representan conexiones, sino rutas, ya que el cálculo no se realiza en el tiempo base, sino que se limita a los tiempos de viaje y los intervalos. En el tercer paso, las rutas encontradas en la búsqueda se cargan con la demanda de la matriz de demanda.

El procedimiento basado en el avance se caracteriza por las siguientes características:

Al igual que ocurre con la asignación por horario, determina las rutas óptimas. Sin embargo, el tiempo de espera de transferencia es solo a nivel global.

Una coordinación del horario se toma en consideración sólo si la coordinación ha sido modelada explícitamente.

El número de transferencias, el tiempo de viaje y el tiempo de recorrido en bus se pueden estimar con suficiente precisión si todas las líneas tienen avances cortos.

Permite que el modelo de elección evaluar la información disponible sobre los pasajeros proporcionada en la red analizada. En consecuencia, puede aplicar diferentes modelos para hacer una estimación del beneficio, que se puede lograr invirtiendo en sistemas de información de pasajeros ([Visum, 2022](#))).

En comparación con el procedimiento basado en horarios, el procedimiento basado en avances muestra una considerable reducción del tiempo de computación para la mayoría de las redes de transporte público, este es especialmente el caso de redes con avances regulares (ritmo de tiempo fijo). En redes en las que constan muchas líneas de un solo viaje, sin embargo, el ahorro de tiempo es bajo.

Debido a que el procedimiento basado en avances normalmente no requiere la coordinación del horario, el procedimiento es adecuado para la planificación del transporte público en áreas urbanas, particularmente si el estado actual (el calendario exacto está disponible) se va a comparar con escenarios para los que aún no existen horarios exactos. Este procedimiento no es adecuado para la planificación de suministro de transporte público en zonas rurales o para el transporte de larga distancia, porque en estos casos se producen largos recorridos, y es una tarea elemental de planificación proporcionar conexiones ([Visum, 2022](#)).

Asignación basada en horarios (Timetable-Based)

Un método de búsqueda se denomina basado en horarios si todos los servicios de las líneas de transporte público se tienen en cuenta con sus horas precisas de salida y llegada.

Los métodos basados en horarios son adecuados para las asignaciones y el cálculo de indicadores, cuando se dispone de un plan de red de líneas y un cronograma detallado de la oferta de

transporte público analizada. Toman en cuenta la coordinación del cronograma y así asegurar resultados muy precisos del indicador de cálculo de datos ([Visum, 2022](#)).

El método basado en horarios calcula las conexiones para cada par de OD. En la búsqueda se supone que los pasajeros dispongan de información de horarios y elijan su horario de acceso de acuerdo a la salida de la primera línea de transporte público. Para la búsqueda de conexiones, dos variantes (búsqueda de ruta más corta) que representan los diferentes compromisos entre el número de alternativas, por un lado, la memoria y la informática requisitos de tiempo por el otro ([Visum, 2022](#)).

Durante la preselección de conexiones, las conexiones arrojadas por el algoritmo de búsqueda se vuelven a analizar mediante criterios generales sobre si algunos de ellos son de una calidad significativamente inferior y por lo tanto se puede eliminar.

Durante la elección, la demanda se distribuye a las restantes alternativas en función de los modelos descritos anteriormente. Si es necesario, se puede tener en cuenta la independencia de las conexiones.

La asignación basada en horarios se caracteriza por las siguientes características:

El procedimiento calcula todas las conexiones adecuadas a lo largo de todo el análisis período. Esto también incluye el cálculo de varias conexiones con diferentes impedancias. (por ejemplo, tiempo más corto y conexiones de transferencia mínimas) para una hora de salida. En el caso de una búsqueda de la ruta más corta mono criterio, solo se calcula una conexión para cada hora de salida, ya que esta reduce los requisitos de memoria y tiempo de cómputo. La búsqueda puede ser influenciada por medio de la definición de la impedancia de búsqueda. Se tiene en cuenta el tiempo de espera real de la transferencia y, por lo tanto, la coordinación del horario ([Visum, 2022](#)).

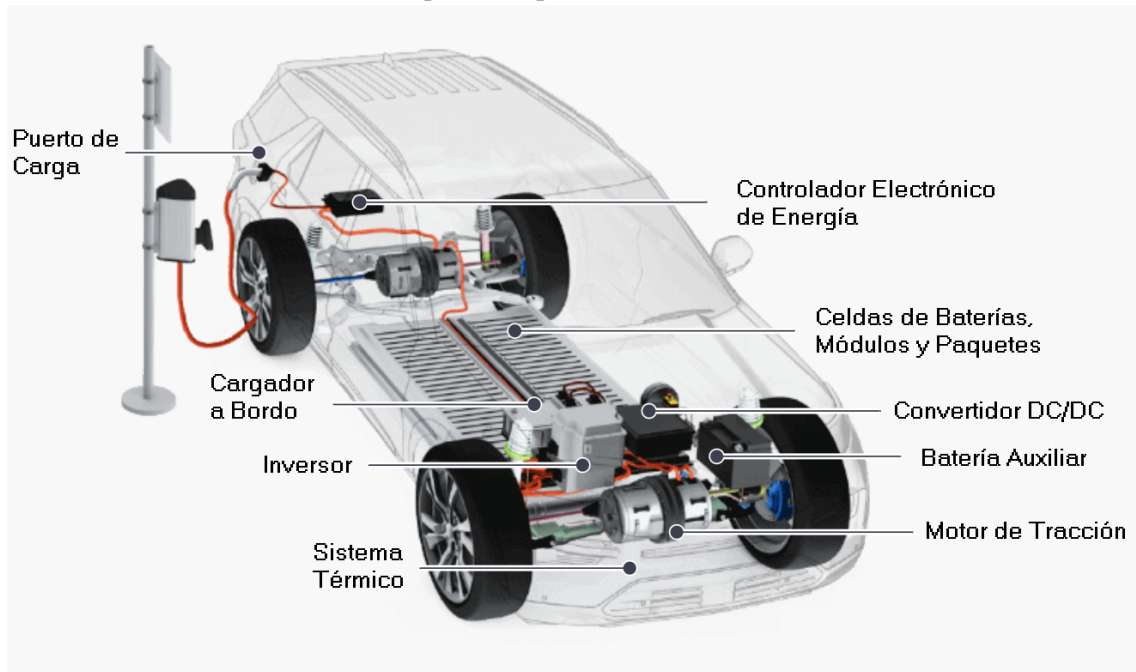
2.2.3 El vehículo eléctrico

“Se entiende por vehículo eléctrico aquel que se propulsa por un motor eléctrico alimentado por baterías que se recargan mediante de una toma de corriente. La energía química almacenada en las baterías se transforma en energía eléctrica y luego se convertirá mediante el motor eléctrico en energía mecánica.” ([Berthold, 2019](#)).

Así dos aspectos que caracterizan a un vehículo eléctrico son:

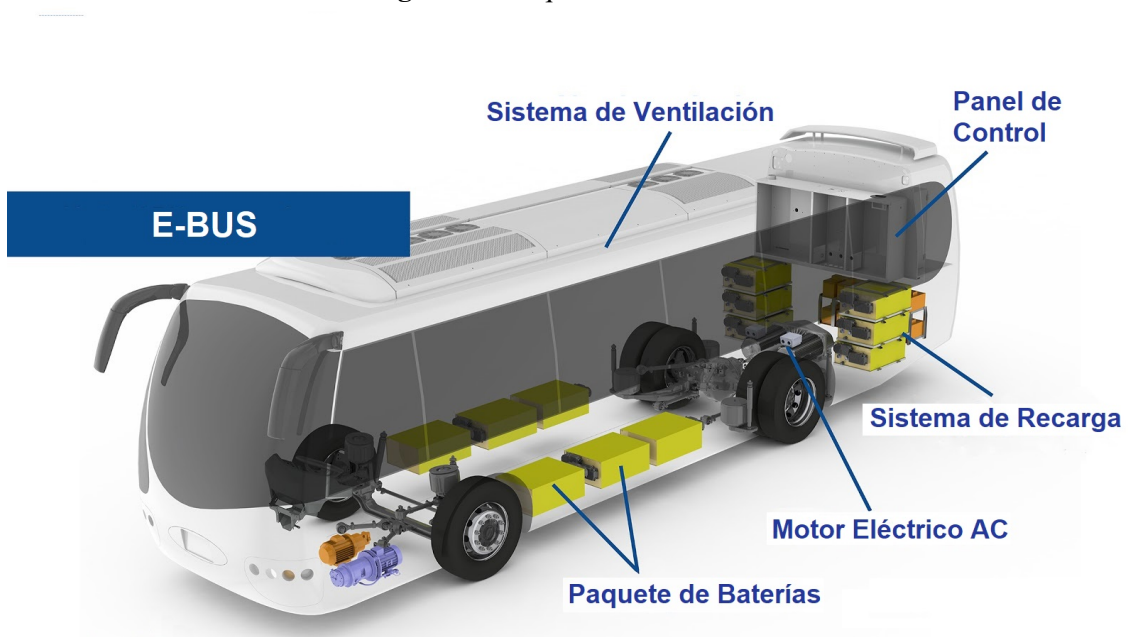
- Tiene una fuente de energía (química o electroquímica).
- El esfuerzo de propulsión lo genera el motor eléctrico.

Figura 16. Esquema de partes de un vehículo eléctrico.



Fuente: (Dialogue, 2022).

Figura 17. Esquema bus eléctrico.



Fuente: (Alée, 2017).

2.2.3.1 Baterías

“En los componentes de un vehículo eléctrico, la batería es la parte más crítica. Los factores a considerar son el precio (que afecta de manera muy relevante en el precio del vehículo),

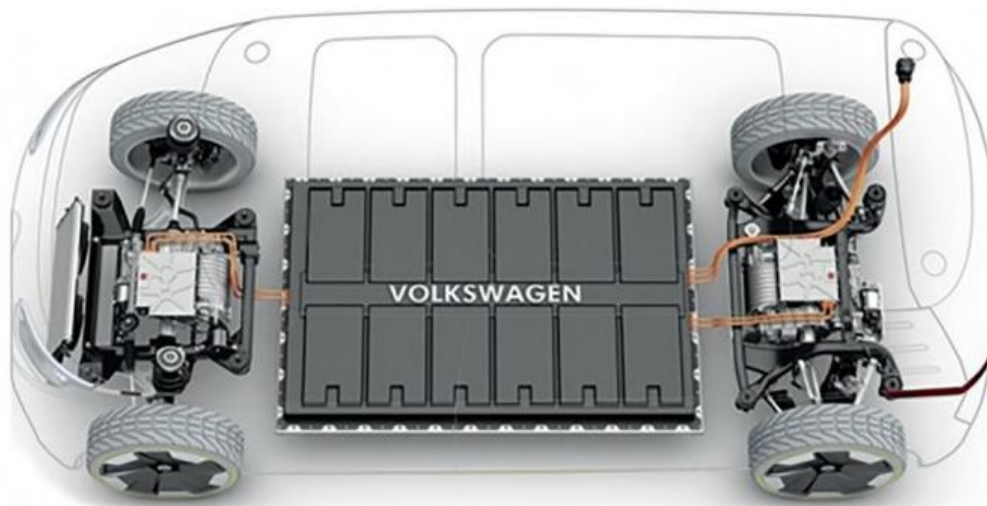
la capacidad (relacionada a la autonomía que puede proporcionar), el peso, y detalles de seguridad relacionados con la gestión térmica de estas.” (Power, 2022)

Una batería eléctrica almacena y convierte energía electroquímica en energía eléctrica. Un paquete de baterías consta de varias celdas. Es posible que se necesiten varias celdas para aumentar el almacenamiento de energía, el voltaje del paquete o la potencia de la batería (Hayes & Goodarzi, 2018).

Las batería de litio presentan buena densidad de potencia, su vida útil no es muy amplia pero representan una buena opción para su en el almacenamiento de energía (Machedon-Pisu & Borza, 2019)

Tipos de baterías Existen distintos tipos de baterías, dependiendo de su composición y variando algunas de sus propiedades químicas. A continuación, se detallan las más comunes.

Figura 18. Esquema de batería en vehículo eléctrico.



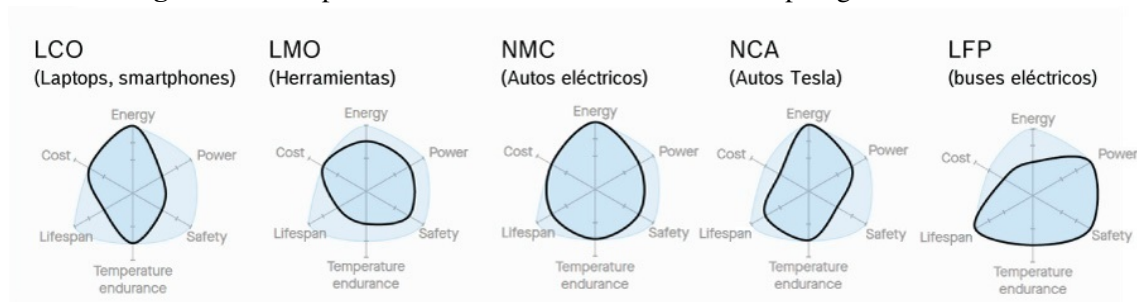
Fuente: (Trashorras Montecelos, 2019).

- **LCO** (LiCoO_2) con litio y cobalto fueron las primeras a disponerse en el mercado.
- **NCA** (LiMn_2O_4) al añadir níquel y aluminio mejoraron capacidad y **Potencia** de la batería.
- **NMC** ($\text{Li}(\text{NixMnyCoz})\text{O}_2$) mejoraron potencia y seguridad al incluir níquel y manganeso en su composición.

- **LMO** ($\text{Li}(\text{Co}_x\text{Al}_y\text{Ni}_{1-x-y})\text{O}_2$) se obtiene una alta potencia y baja capacidad, con utilidad como para como las herramientas.
- **LFP** (LiFePO_4) ofrecen menor voltaje y capacidad específica, pero alta potencia, mejor ciclo de vida, seguridad (más aptas para cargas rápidas) a menor costo.

“La comparación de estas baterías mediante una gráfica de polígono, en función de los siguientes seis atributos: energía, potencia, seguridad, temperatura, vida útil y costo” (Rathi, 2023). A continuación, se comparan gráficamente los cinco tipos de baterías ion litio.

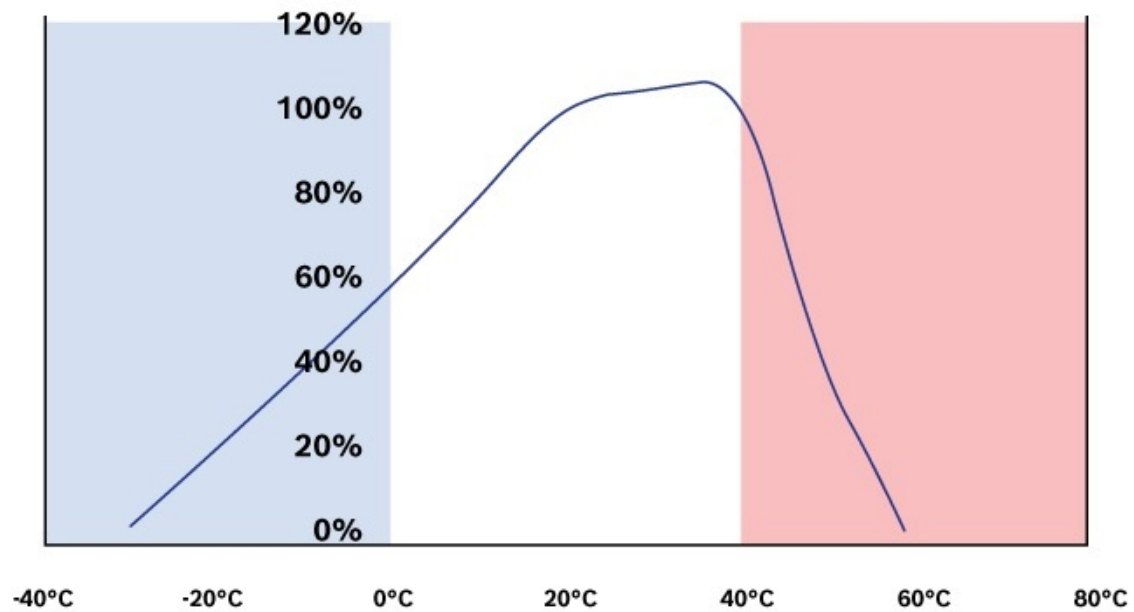
Figura 19. Comparación de atributos de las diferentes tipologías de baterías.



Fuente: (Rathi, 2023).

El desempeño de las baterías de ion litio es muy sensible a la temperatura. En el aspecto de la potencia, el mejor funcionamiento esta entre los 20 y los 40°C. Para una optimización de la vida útil, el rango ideal está entre 10 y 60°C. Así, en climas fríos los vehículos eléctricos podrían tener una reducción de su desempeño (BOSCH, 2020).

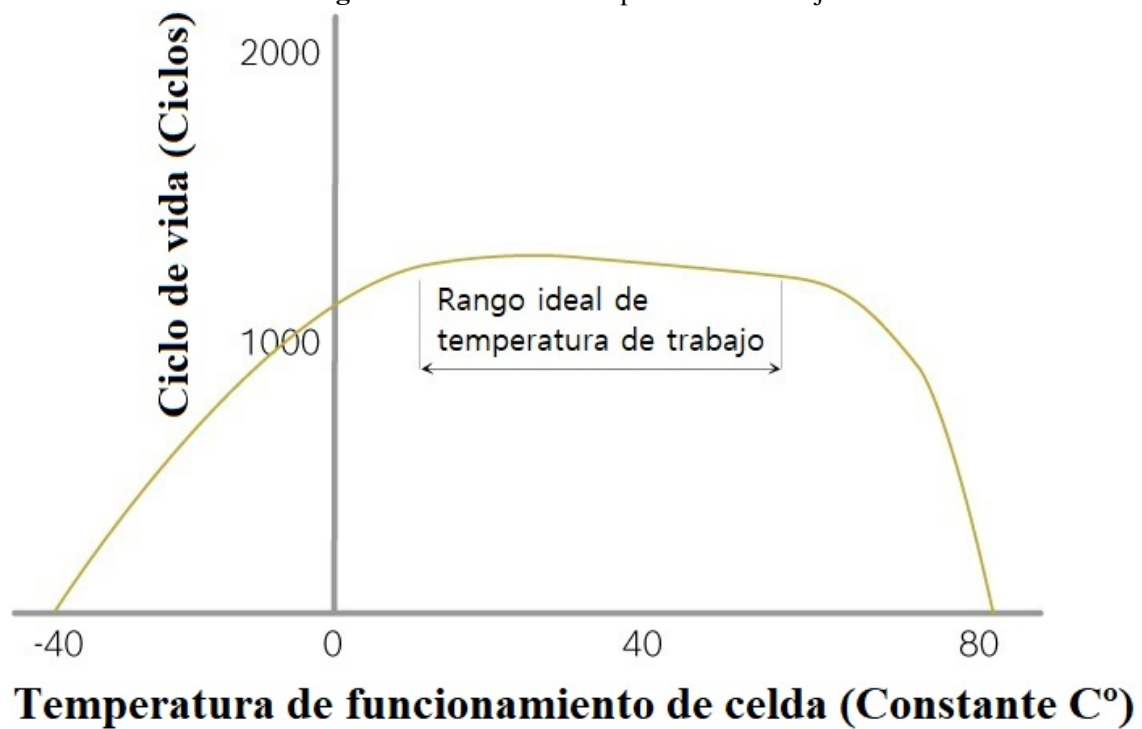
Figura 20. Energía de la batería en relación con la temperatura.



Fuente: (Bole, Kulkarni & Daigle, 2014).

Cuando las baterías trabajan a mucha potencia, pueden calentarse considerablemente y al superar los 40°C, rápidamente perderán potencia, y si supera los 60°C, se reducirá su vida útil en mayor medida. Si se superara los 70°C, puede producir una reacción en cadena que dispare la temperatura (desbocamiento térmico), poniendo en riesgo al vehículo y a sus ocupantes, además de sufrir daño permanente el sistema de baterías (BOSCH, 2020).

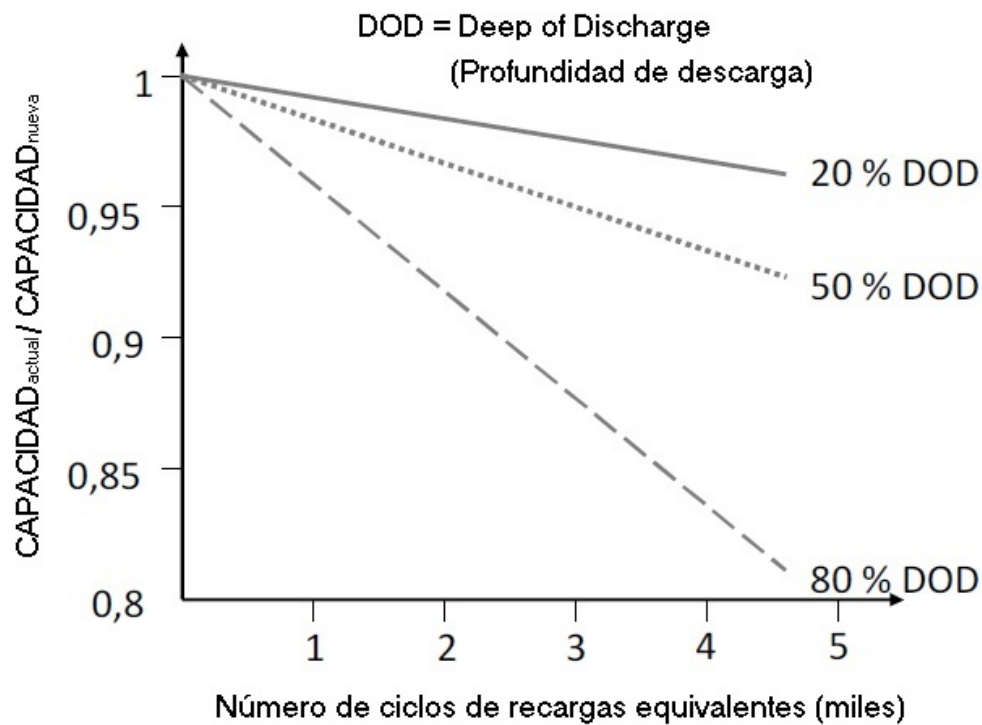
Figura 21. Gráfico de temperatura de trabajo.



Fuente: (Electropedia, 2014).

La vida útil de las baterías se extiende si no se aproximan a los extremos de estar completamente llena o vacía, de no ser necesario toda la autonomía que el vehículo, convendría terminar la carga antes de acercarse a 100 %, Normalmente al 80 % o 90 % de la capacidad máxima. Esto se podría hacer manualmente, pero en los vehículos más recientes esto se lleva a cabo de manera automática por medio del software incorporado en el vehículo. Igualmente, el sistema alerta si la batería se encuentra en un rango mínimo de entre 10 % o 20 % de su capacidad esto debería evitarse ya que esto es perjudicial a largo plazo (BOSCH, 2020).

Figura 22. Capacidad versus recargas .



Fuente: (Berthold, 2019).

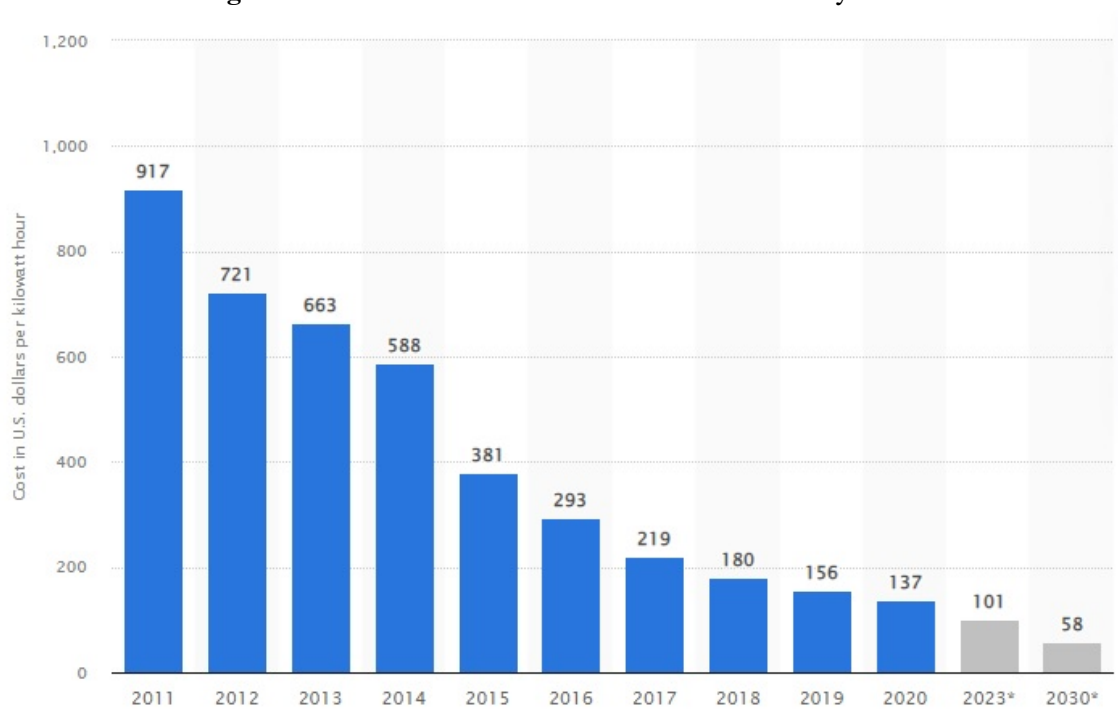
Costos de las baterías

De acuerdo con la investigación de costos realizado por Bloomberg New Energy Finance (BNEF), “el precio de las baterías por kWh de almacenamiento se redujo un 73 % en el periodo 2010–2016. El mismo reporte de 2017, con base en un modelo econométrico, pronosticaba una reducción del costo a 2030 a USD \$73 por kWh, pero en su versión de 2020, el pronóstico para el mismo 2030, es de ahora \$58 por kWh.”

Se estima que “en 2018 las baterías representaron 42 % del costo de un automóvil eléctrico, haciéndolo alrededor de 40 % a 50 % más caro a su equivalente en combustión interna (Bloomberg New Energy Finance, 2017). La paridad de precios podría alcanzarse en 2025, cuando las baterías representen alrededor de 25 % del costo del automóvil eléctrico, habiendo caído casi 50 % respecto a su precio de 2016.” (Bloomberg New Energy Finance, 2017).

Por lo visto en los últimos años con la reducción de costos de las baterías, se prevé que los vehículos eléctricos seguirán esta tendencia disminuyendo sus costos en los próximos años y esto facilitaría su adopción a nivel masivo.

Figura 23. Variación de costos de baterías entre 2011 y 2030.



Fuente: (Statista, 2022).

Como desventaja el principal problema de los vehículos eléctricos actuales es el almacenamiento de la energía eléctrica. La baja densidad energética y potencia específica por kilogramo de batería es la mayor deficiencia a pesar de contar con motores mucho más eficientes energéticamente, su autonomía se ve reducida a causa de la imposibilidad de almacenar toda la energía necesaria.

Si comparamos la energía capaz de ser almacenada por kilogramo de combustible en la gasolina y en la batería vemos claramente la diferencia. La gasolina ofrece un potencial energético de 12 200Wh/kg de media, mientras que una batería de Litio-Manganeso 120Wh/kg o una de litio-cobalto 150Wh/kg. (Hamel, 2011)

Tomando la capacidad media de almacenamiento de un vehículo eléctrico, 30kWh, tendríamos que la batería necesaria pesará aproximadamente 200 kg mientras que con 2,5 kg de gasolina obtendríamos la misma cantidad energética. Por esto, a pesar de la mayor eficiencia del coche eléctrico, la diferencia sigue siendo de gran consideración a nivel de autonomía.

2.2.3.2 Motor eléctrico

Los motores eléctricos son más ligeros y más sencillos, con menor cantidad de piezas mecánicas que los motores a combustión, y esto les permite ser más eficientes en lo que se

refiere a la conversión de energía, en este caso de energía eléctrica de las baterías a mecánica en el eje de salida del motor.

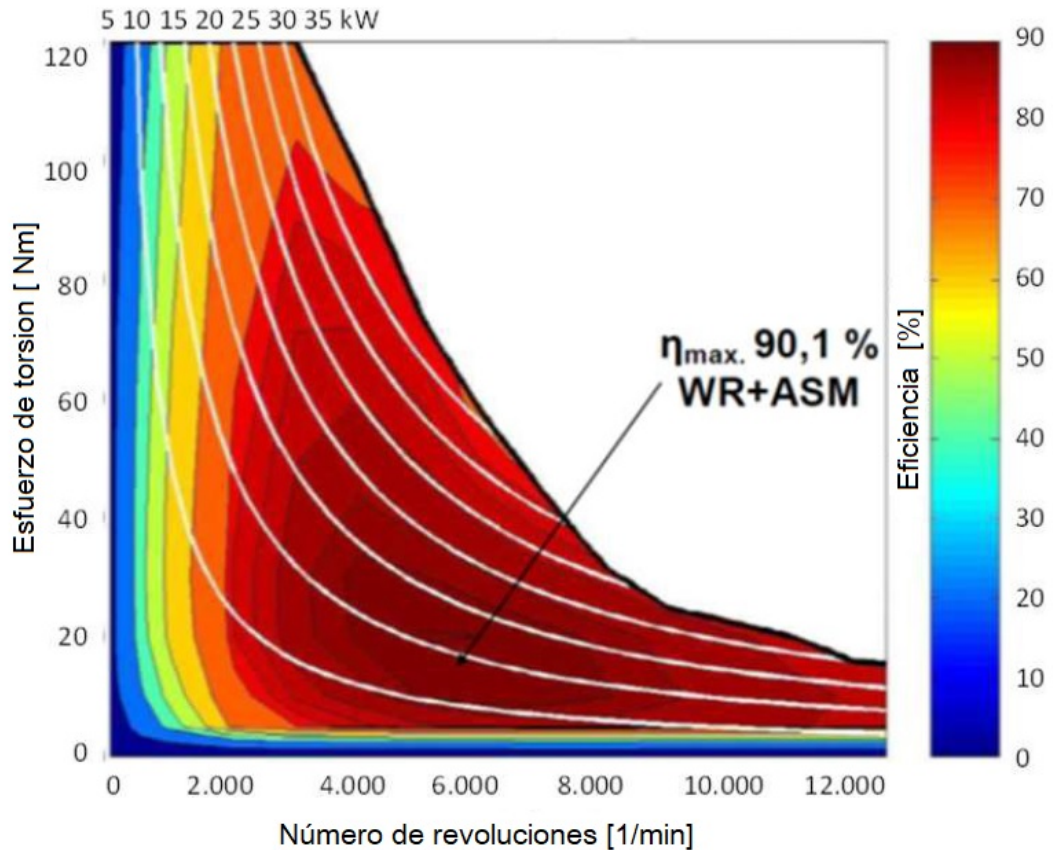
Figura 24. Motor de un auto eléctrico.



Fuente: (Energia16, 2017).

La **Eficiencia del motor** eléctrico fluctúa entre 85 % y 90 %, pero si nos referimos del vehículo eléctrico en general, su eficiencia respecto a la energía que toma de la red es de alrededor de 60 %. Esta variación se debe a pérdidas que se dan en el proceso de carga y descarga de las baterías. A pesar de esto son porcentajes muy buenos comparados con una eficiencia aproximada de 20 % a 25 % para los autos a combustión interna respecto de la energía provista por la gasolina o Diesel, perdiéndose mucha de ella en calor y vibración. (Boronat & Garcia, 2011)

Figura 25. Eficiencia energética de un motor eléctrico.

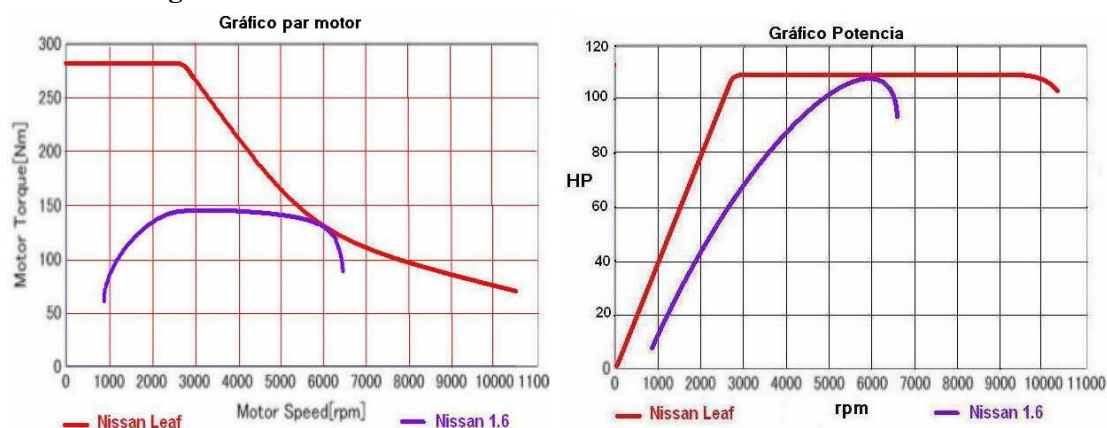


Fuente: (Berthold, 2019).

Comparación par – potencia entre el vehículo a combustión y eléctrico

En un estudio de la [Agrupación Movilidad Eléctrica de Chile \(AMECH\)](#) se realizó la comparación entre dos motores de similares características: Nissan 1.6 (Combustión) y Nissan Leaf (Eléctrico). Las curvas características velocidad – par y velocidad - potencia de todos los motores eléctricos y combustión poseen la misma forma, variando mayormente solo sus límites, y en menor medida sus rangos. Por lo tanto, observar únicamente un motor eléctrico y uno a combustión que posean el mismo par motor máximo y potencia, nos da una idea general

Figura 26. Potencia – Par de vehículo a combustión vs vehículo eléctrico.



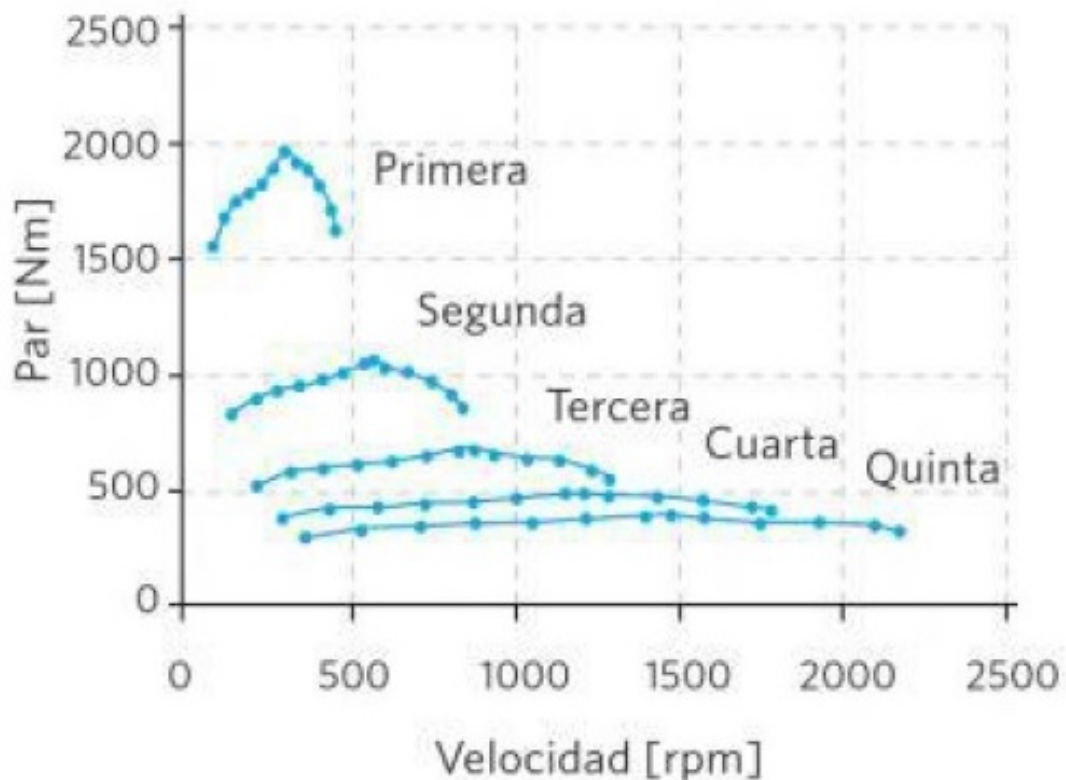
Fuente: (AMECH, 2019).

“La primera diferencia que se observa es que el motor a combustión es incapaz de funcionar a revoluciones menores a 700 rpm (conocido como el límite de ralentí), dado que su giro se vuelve inestable y se detiene, mientras que el motor eléctrico funciona desde 0 rpm hasta más de 10.000 rpm de manera continua. La magnitud del par motor, el cual es mayor para el motor eléctrico que para el motor a combustión, para todo régimen de giro. Junto con esto, el hecho de que el motor eléctrico parta desde 0 con su par máximo permite que el vehículo no necesite de un embrague para iniciar su marcha, con lo cual tampoco se necesita una caja de cambios, la cual, en caso de existir, solo ayudaría a que la partida del vehículo se realizara con mayor suavidad” (AMECH, 2019).

También se puede apreciar que, aunque la potencia máxima en ambos casos sea la misma, el motor eléctrico es más potente para cualquier revolución. Junto con esto, se destaca de la figura que el motor eléctrico ofrece su máxima potencia en un largo rango, desde antes de las 3.000 rpm hasta cercano a las 9.800 rpm, funcionando incluso hasta las 10.400 rpm, lo cual marca una gran diferencia a la hora de la conducción (AMECH, 2019).

En un motor a combustión, la relación entre motor y ruedas pasa por un sistema de caja de cambios que adecúa y adapta la curva par – velocidad del motor con la ideal en una aceleración continua hasta la velocidad requerida. Las curvas par – velocidad que se obtienen con un vehículo de combustión interna, a través de los cambios de marcha, se nota un solapamiento de estas con el perfil ideal (De Automocion, 2011).

Figura 27. relación par-velocidad de las marchas de motor a combustión.



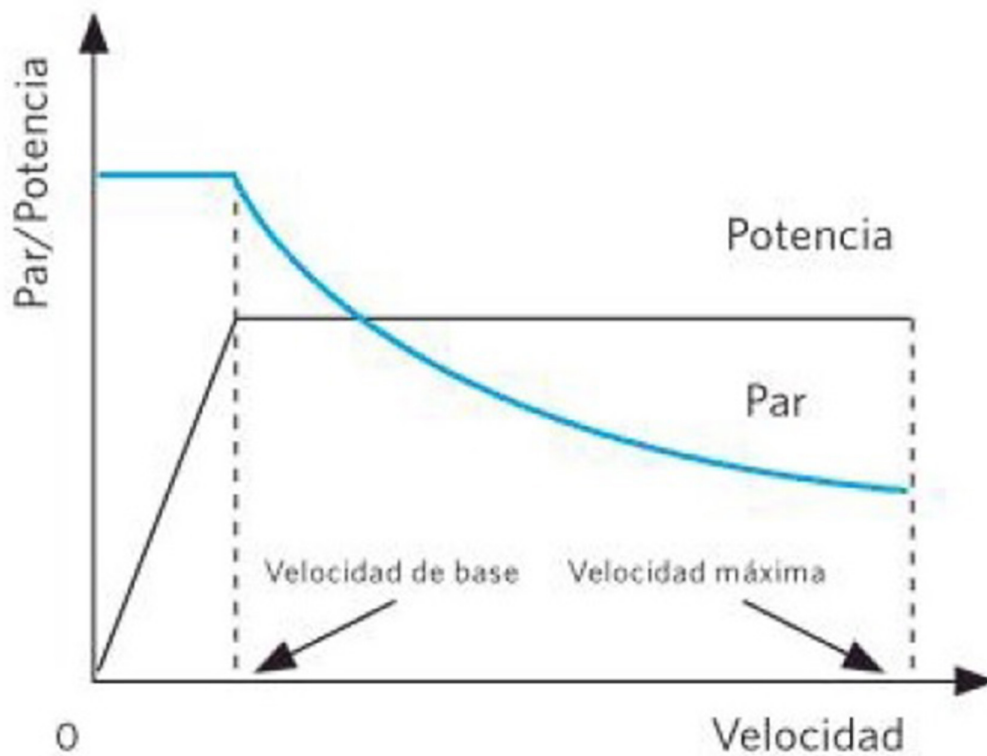
Fuente: (De Automocion, 2011).

De lo detallado se nota que el sistema de transmisión requerido para implementar ambos motores es distinto. Mientras que para un motor a combustión se hace completamente necesario un sistema de transmisión de varias marchas, esto debido a que el motor a combustión es incapaz de funcionar a bajas revoluciones ya que se vuelve inestable y se para conocido como límite de ralenti, mientras un motor eléctrico funciona desde 0 rpm a más revoluciones (De Automocion, 2011).

Perfil Ideal de par motor y potencia

“La curva ideal estaría conformada por un tramo inicial de elevado par constante con el cual arrancaría el motor hasta una velocidad a la cual se entregaría la potencia nominal del motor, y a partir de ese momento convendría que la entrega de potencia fuera a tender a reducirse. La potencia de manera general es el par multiplicado por la velocidad, para mantener la entrega de potencia constante el par se reduce mientras que incrementa la velocidad. Para que un motor pusiera entregar el par nominal en todo el rango de velocidad se requeriría un motor sobredimensionado resultando costoso, grande y pesado.” (De Automocion, 2011).

Figura 28. Perfil ideal de la relación par - potencia de los vehículos.



Fuente: (De Automocion, 2011).

Los motores eléctricos ofrecen un alto par motor (torque) desde el arranque, y pueden funcionar eficientemente en un amplio rango de **Revoluciones por minuto (RPM)**, por lo que en principio no requieren de una caja de velocidades para ajustar sus curvas de potencia. También otra de sus ventajas es que casi no generan ruido ni vibraciones.

Al ser los motores de menor dimensión se puede utilizar dos motores, uno en cada eje, por lo que la potencia total será la ejercida por la suma de cada uno de sus motores. Inclusive es posible tener un motor eléctrico por cada rueda para vehículos de mayor magnitud o que requieran más potencia (BOSCH, 2020).

2.2.3.3 Inversores

El inversor es un componente esencial en un vehículo eléctrico, pues las baterías proporcionan corrientes directa **DC** y los motores operan con corriente alterna **AC**, el inversor convierte esta corriente directa en alterna y viceversa en el proceso de recarga de las baterías, controlando la intensidad con mucha precisión.

“Si se conectara un motor eléctrico directamente a una corriente eléctrica, el motor inicia a operar a velocidad constante. Lo único que podríamos hacer es desconectarlo para que deje de

funcionar. Pero en muchas aplicaciones, como es el caso del motor para un vehículo eléctrico, se desea variar de forma precisa la velocidad del motor. Esto se realiza a través del inversor, que tiene la capacidad de variar las características de la corriente eléctrica alterna **Corriente Alterna (AC)** que entra al motor.” (BOSCH, 2020)

Figura 29. Inversor de un vehículo eléctrico.



Fuente: (GARCÍA, 2022).

2.2.3.4 Transmisión

“Con respecto a los vehículos a combustión interna, los vehículos eléctricos no requieren una transmisión o caja de velocidades. Esto se debe a que los motores eléctricos operan de forma eficiente en un rango muy amplio de revoluciones por minuto **RPM**, por lo que es posible operar estos vehículos desde sus velocidades más bajas a las más altas sin necesidad de realizar ningún cambio de engranaje”. (De Automocion, 2011)

2.2.3.5 Infraestructura de carga

Este es otro de los puntos más críticos en la operación de los vehículos eléctricos, la recarga de las baterías, por el extenso tiempo requerido o por la infraestructura requerida., las estrategias de recarga pueden variar según el tipo de vehículo y el uso que se le dé a lo largo del día. Administra también los niveles de carga en un sistema de cargadores, donde varios vehículos puedan estar siendo cargados al mismo tiempo. Esto evitaría rebasar ciertos niveles de potencia que podrían superar la capacidad instalada de la estación (Berthold, 2019).

Carga lenta

Es la carga que opera mediante cualquier toma de corriente estándar, de 120 *V* o 220 *V*, que se dispone normalmente en cualquier vivienda. Operan de 20 a 40 amperes y potencias de entre 1.4 *kW* a 7.6 *kW*. Este tipo de carga requiere de un extenso tiempo mínimamente más de 6 - 15 horas dependiendo del tipo de unidad que se disponga (Berthold, 2019).

Carga rápida

Es la carga que opera mediante una infraestructura de carga tipo electrolinera es decir una estación de almacenamiento de energía que funciona mediante grandes baterías que acumulan corriente directa (*DC*) que han sido previamente convertidas en la estación que posteriormente se cargan directo en las baterías y lo realizan en mucho menor tiempo que la carga convencional ya que el principal problema en las cargas lentas es debido a la conversión de la energía de corriente alterna (*AC*) a corriente directa (*DC*) para la recarga de las baterías directamente en el vehículo. Operan a 480 *V* con potencias entre 40 y 200 *kW*. Y el tiempo de recarga suele ser entre 30 minutos a 2 horas nuevamente dependiendo del tipo de unidad (Berthold, 2019).

Figura 30. Estación de carga rápida o electrolinera.



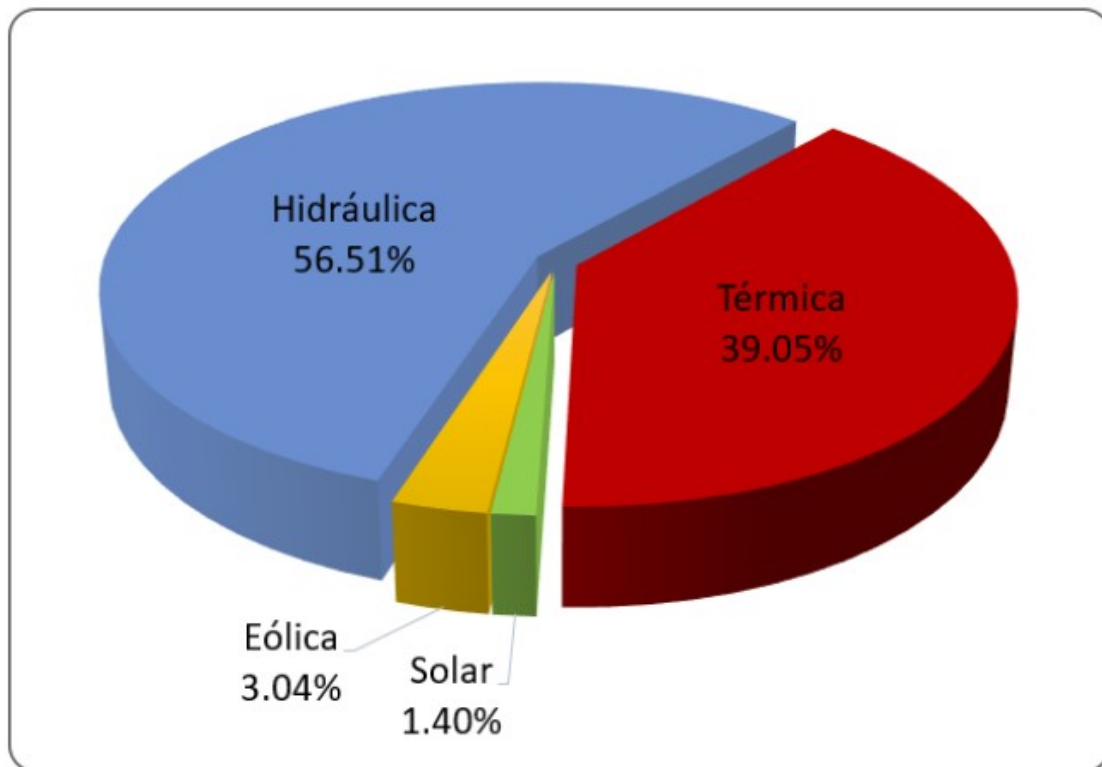
Fuente: (ENERGIMINAS, 2021).

2.2.3.6 Fuentes de energía eléctrica en el Perú

“En el Perú, la energía eléctrica se obtiene principalmente por dos fuentes: mediante centrales hidroeléctricas, que aprovechan la energía cinética del agua que al caer por un desnivel

acciona generadores (dínamos) y mediante centrales termoeléctricas, que convierten la energía térmica, generada a partir de motores de combustión por quema de combustibles, en energía eléctrica igualmente por alternadores. En el último informe del RAGEI detalla que la producción de electricidad proviene un 56.51 % de centrales hidroeléctricas, 39.05 % de centrales termoeléctricas y un 4.44 % de fuentes renovables (1.40 % solar y 3.04 % eólica).” (MINEM, 2019).

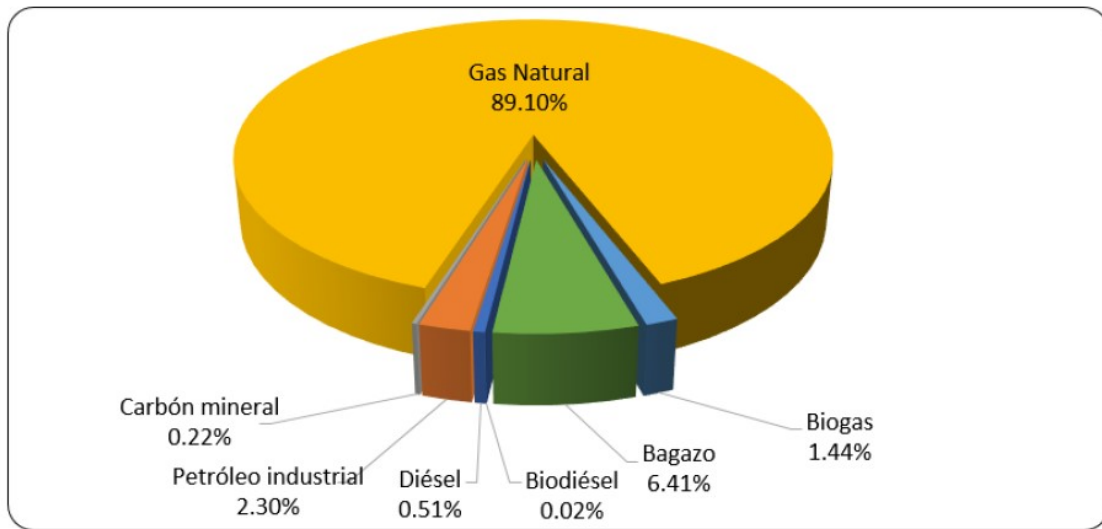
Figura 31. Participación de la generación eléctrica en el Perú.



Fuente: (MINEM, 2019).

Con respecto a la cantidad de consumo de combustibles en las centrales termoeléctricas los cuales provienen de: gas natural 89.10 %, bagazo 6.41 %, petróleo industrial 2.30 %, biogás 1.44 %, diésel 0.51 %, carbón mineral 0.22 % y biodiesel 0.02 % (MINEM, 2019).

Figura 32. Consumo de combustibles para la generación de electricidad



Fuente: (MINEM, 2019).

2.2.4 Evaluación de costos

2.2.4.1 Vehículos a combustion: Combustible

Se refiere al rubro que se destina a la compra de combustible para el servicio de funcionamiento del transporte público y continuidad en la actividad económica de este sistema de transporte de modalidad bus urbano.

Rendimiento combustible por galón:

$$R_c = (D_r \cdot P_c) / G_d \quad (2.27)$$

Donde:

R_c :Rendimiento combustible por galón.

D_r :Distancia recorrida por día.

G_d :Gasto diario en combustible.

P_c :Precio galón de combustible.

Costo combustible por kilómetro recorrido:

$$C_k = P_c / R_c \quad (2.28)$$

Donde:

C_k : Costo de combustible por kilometro recorrido.

P_c : Precio galón de combustible.

R_c : Rendimiento del combustible por galón.

Costo combustible día:

$$Cd_c = C_k \cdot D_{dia} \quad (2.29)$$

Donde:

Cd_c : Costo día de combustible.

C_k : Costo combustible por kilometro recorrido.

D_{dia} : Distancia de recorrido día en kilómetros.

2.2.4.2 Vehículos eléctricos: Electricidad

Se refiere al rubro que se destina al pago de energía eléctrica para el servicio funcionamiento del transporte público y continuidad en la actividad económica de este sistema de transporte de modalidad bus urbano.

Rendimiento de energía por KWh:

$$(R_e) = (D_r \cdot P_e) / G_d \quad (2.30)$$

Donde:

R_e : Rendimiento por KWh de electricidad.

D_r : Distancia recorrida por día.

G_d : Gasto diario en electricidad.

P_e : Precio KWh de electricidad.

Costo eléctrico por kilómetro recorrido:

$$C_{ke} = P_e / R_e \quad (2.31)$$

Donde:

C_{ke} : Costo de KWh de electricidad por kilómetro recorrido.

P_e : Precio KWh de electricidad.

R_e : Rendimiento por KWh de electricidad.

Costo eléctrico día:

$$Cd_e = C_{ke} \cdot D_{dia} \quad (2.32)$$

Donde:

Cd_e : día de electricidad.

C_{ke} : Costo de KWh de electricidad por kilómetro recorrido.

D_{dia} : Distancia de recorrido mensual en kilómetros.

2.2.5 Rentabilidad Económica financiera

La rentabilidad económica de una actividad económica de servicios en el sector de transporte está determinada por los costos de inversión, los costos de operación, los costos de mantenimiento y la evaluación socio económica en las tarifas de transporte con la evaluación del valor actual neto, tasa interna de retorno y la relación beneficio - costo.

Costos de inversión

Los costos de inversión y la estimación del costo unitario de las unidades vehiculares, es importante para poder evaluar el grado de inversión económico que se requiere para desenvolver la actividad de servicios; además, es necesario para fijar las políticas de precios, conocer la estructura de costos a destinar, demanda de unidades, distribución de la flota.

Costos de operación

Los costos de operación son los gastos suscitados durante el funcionamiento del sistema: viajes(desplazamientos)ya sea costo en combustibles o costo en electricidad del sistema propuesto estos valores se obtendrán de las encuestas y entrevistas del transporte publico y del complemento posterior al modelo de transporte en que se evalua el sistema vehicular eléctrico.

Costos de mantenimiento

Los costos dados por conservar el estado vehicular en buenas condiciones para ofrecer los servicios de transporte en base estándares adecuados para prestar un adecuado servicio.

Tarifas de transporte

La tarifa del transporte público puede depender de la distancia recorrida, costos de combustible, inflación, demanda, las ofertas de diferentes empresas ya que es un tema muy amplio a evaluar en esta evaluación sera con la suposición que se mantendrán las tarifas existentes.

2.2.5.1 Valor actual neto (VAN)

Es un indicador que mide la rentabilidad de una inversion o servicio en terminos monetarios, comparando el valor de los ingresos (beneficios) y los egresos (costos)que se proyecta de una

inversion en un horizonte de evaluacion de una activada economica y con una determinada tasa de descuento.

$$VAN = I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{(B_i - C_i)}{(1 + r)^n} \quad (2.33)$$

Donde:

VAN : Valor Actual Neto

I_0 : Inversion inicial

B_i : Beneficios o ingresos

C_i : Costos o egresos

r : tasa de descuento

n : numero de periodo

Un proyecto de inversion será considerado buena inversión cuando la suma de los beneficios exceda el valor de la suma los costos de inversion, costos de operación y costos de mantenimiento a partir de un análisis costo-beneficio:

$VAN < 0$, el proyecto genera ganancias.

$VAN = 0$, el proyecto es indiferente.

$VAN > 0$, el proyecto genera pérdidas.

2.2.5.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Es el rendimiento de un capital invertido en una actividad económica, quiere decir que es el retorno del capital mas los interereres expresado en terminos porcentuales.

$$VAN = 0$$

2.2.5.3 Relación beneficio - costo (B/C)

Es el excedente generado por cada unidad de inversion realizada despues de cubrir los costos de inversion, operacion y mantenimiento del proyecto.

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n B_i / (1 + r)^n}{\sum_{t=0}^n C_i / (1 + r)^n} \quad (2.34)$$

Donde:

B/C : Beneficio/Costo

B : Beneficios

C : Costos

r : tasa de descuento

n : número de periodos

Por lo tanto:

Si $VAN \geq 0$, entonces $RBC \geq 1$

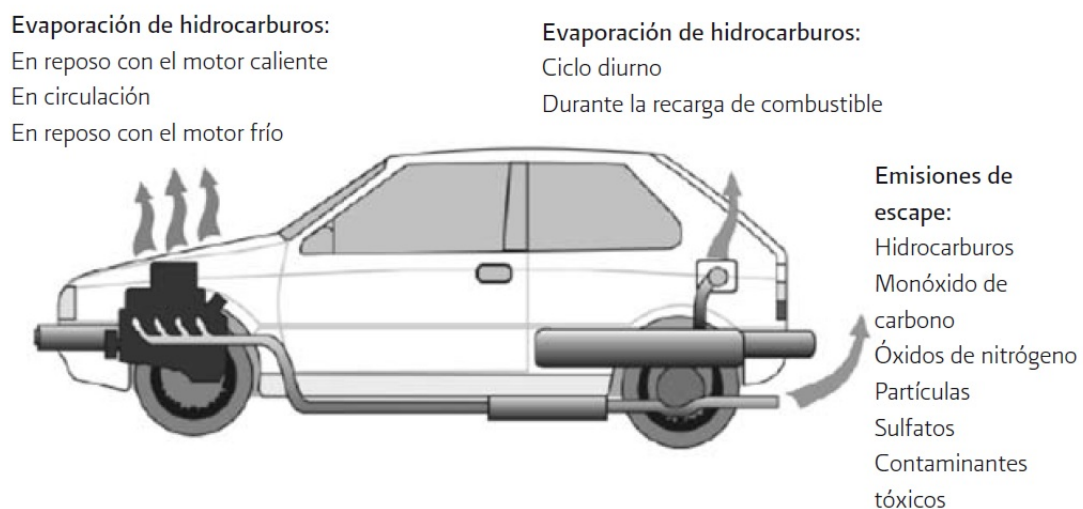
Si $VAN < 0$, entonces $RBC < 1$

2.2.6 Evaluación de emisiones

Las emisiones mayormente consideradas son las del escape a consecuencia de la combustión interna del motor y otros que provienen de varios procesos de emisión evaporativa, estos últimos procesos, que generan solo emisiones de compuestos orgánicos (Inche, 2001). Se detalla los tipos de emisiones evaporativas:

- **Emisiones en circulación:** Se presentan cuando el motor está en funcionamiento por el calor generado genera evaporación en el sistema de inyección de combustible.
- **Emisiones diurnas:** Son producidas en el sistema de combustible del vehículo debido a los cambios de temperatura del día.
- **Emisiones del vehículo recién apagado:** Se produce debido a la volatilización del combustible por su calor residual después de apagar el motor.
- **Emisiones en reposo con el motor frío:** Se da debido a la permeabilidad de los componentes o partes del sistema de combustible.

Figura 33. Emisiones en vehículos a combustión.



Fuente: (Inche, 2001).

2.2.6.1 Estimación de emisiones de gases contaminantes

“El desarrollo de modelos sirve para estimar las emisiones de vehículos a combustión con diversas características de emisión. La ecuación básica más utilizada para la estimación de las emisiones de los vehículos automotores está basada en la multiplicación de los datos de la actividad vehicular por un factor de emisión apropiado” (Inche, 2001)), como se muestra en la ecuación:

$$E_p = KRV.FE_p \quad (2.35)$$

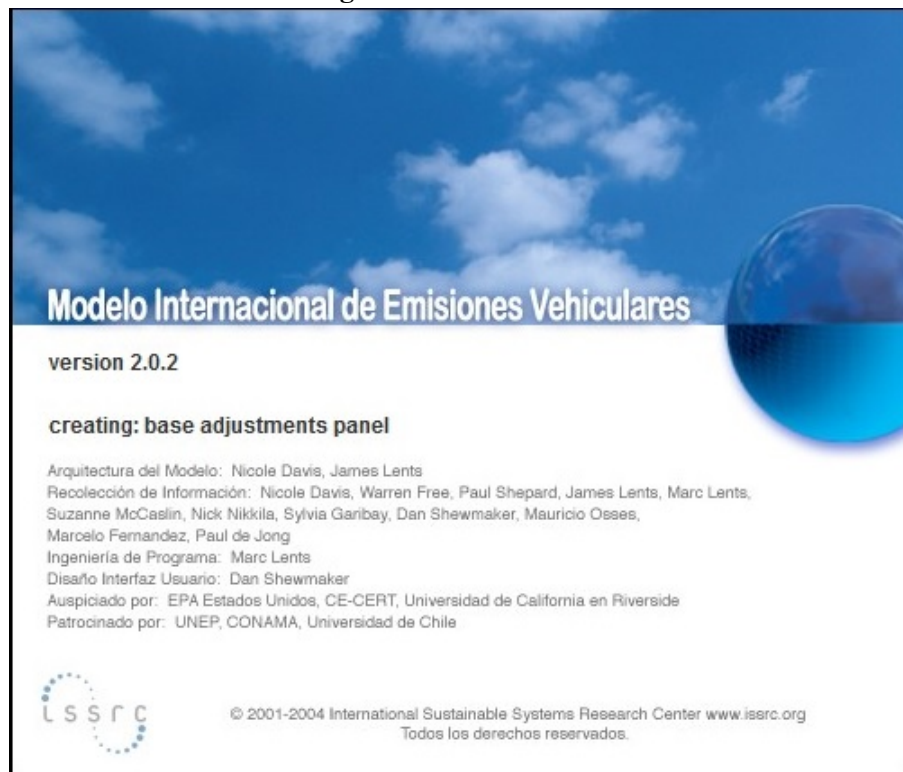
Donde:

- E_p : Emisiones totales del contaminante p.
- KRV : Kilómetros recorridos por vehículo.
- FE_p factor de emisión del contaminante p.

2.2.6.2 Modelo IVE International Vehicle Emissions

Es un programa en lenguaje java que permite la estimación de las emisiones de gases contaminantes producidos por los vehículos. La base del desarrollo de este modelo fue el de proveer una herramienta para realizar una estimación rápida del inventario de emisiones de fuentes vehiculares, el software permite hacer una evaluación por tipología vehicular, tipo de combustible, uso del vehículo, sistema de alimentación de combustible y tecnología de control de emisiones (IVE, 2008).

Figura 34. Software IVE

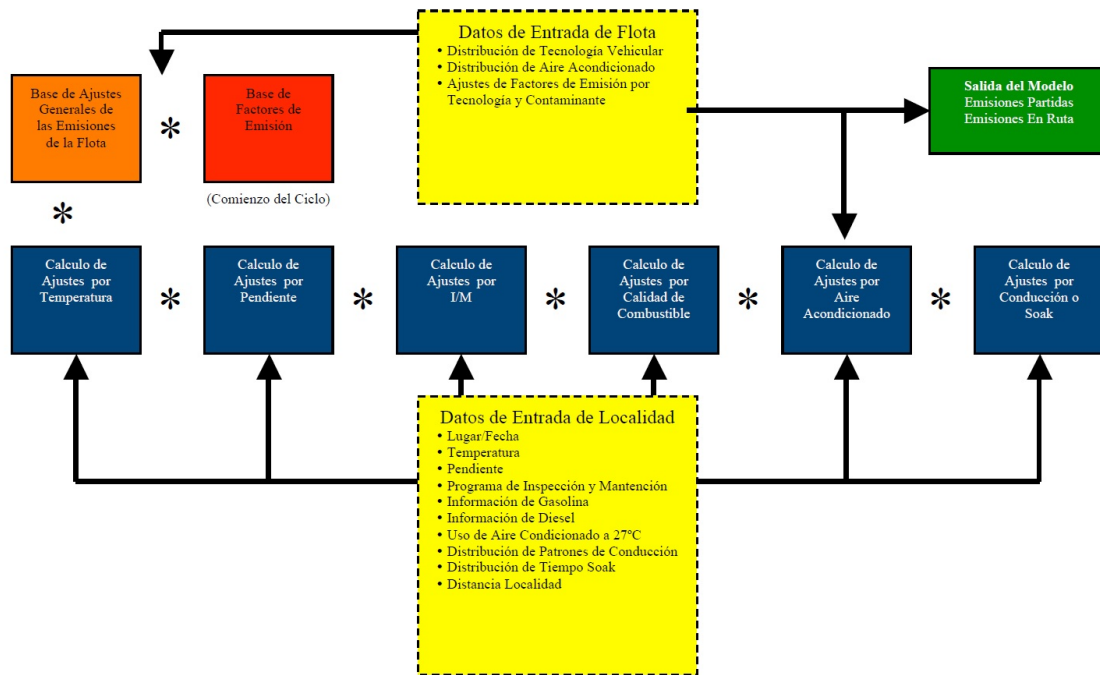


Fuente: (IVE, 2008)).

El proceso de predicción de emisiones inicia con la base de factores de emisión y una serie de factores de corrección que se aplican para estimar los contaminantes de una variedad de tipos de vehículos. Hay tres componentes críticos que se usan en el modelo IVE para crear inventarios de emisiones fiables:

1. Bases de emisión de vehículos (factores de emisión y factores de corrección).
2. Actividad Vehicular (ubicación de los datos de entrada).
3. Distribución de la flota vehicular (Datos de la Flota).

Figura 35. Arquitectura del modelo IVE.



Fuente: (IVE, 2008).

El modelo IVE está diseñado de manera que la tasa de emisión base se multiplique con cada factor de corrección, de esa manera obtener las emisiones según las características locales del área de estudio. En casos en que no existir información en el área de estudio, otros datos de áreas urbanas comparables pueden ser utilizados para realizar estimaciones para escenarios alternativos (IVE, 2008).

Proceso de cálculo

El proceso de estimación de emisiones en el modelo IVE consiste en el producto de la base de factores de emisión con los factores de corrección y la distancia vehículo recorrido para cada tipo de tecnología. La formulación de cálculo del modelo para estimar los factores de emisión corregidos:

$$Q_t = B_t \cdot K_{1t} \cdot K_{2t} \dots K_{xt} \quad (2.36)$$

“Esta ecuación multiplica la base de factores de emisión (B) por los factores de corrección (K) para estimar el factor de emisión (Q) para cada tipología de vehículo. El valor de cada uno de los factores de corrección depende de los valores ingresados en el modelo.” (IVE, 2008).

Los factores de corrección tienen varias categorías según la tabla.

Tabla 2: Clasificación de los modelos de asignación.

Variables Locales	Variables de Calidad	Variables de Potencia y Conducción
	de Combustible	
Temperatura Ambiente	Gasolina Total	Potencia Especifica Vehicular
Humedad Ambiente	Gasolina Azufre	Pendiente
Altitud	Gasolina Plomo	Uso Aire Acondicionado
Programas de Inspección/Mantenición	Gasolina Benceno	Distribución de Partida en frío
Base de Factores de Corrección	Gasolina Oxigenados	
	Diesel Total	
	Diesel Azufre	

Fuente: (IVE, 2008))

La base de factores de emisión está compuesta por dos tipos:

- Emisiones en ruta: “La ponderación de los factores de emisión corregidos por la fracción de viaje y el tipo de conducción para cada tecnología. La información de fracción de viaje se obtiene de la flota del modelo. Para las emisiones En Ruta, la fracción de viaje f_{dt} esta dada en porcentaje de tiempo utilizado en cada condición de VSP. Por lo tanto, para ser ponderada apropiadamente, la base de factores de emisión Q_t se debe convertir de gramos/kilómetro a gramos/tiempo multiplicando por la velocidad media del ciclo FTP (U_{FTP}) antes de que la fracción de tiempo para cada bin de conducción pueda ser aplicada (f_{dt}). Después de este cálculo, el valor de gramos/tiempo puede convertirse de vuelta a gramos/distancia dividiendo por el promedio de la velocidad del ciclo evaluado (U_C). El resultado es el promedio de emisiones En Ruta en gramos/kilómetro para la flota y patrones de conducción analizados (Q_{enruta}).” (IVE, 2008).
- Emisiones por partidas: “la emisión no necesita ser convertida a gramos/tiempo porque las unidades son siempre gramos/partida. Para obtener las emisiones totales, simplemente se multiplica por la distancia total recorrida y el número total de partidas.” (IVE, 2008).

$$Q_{enruta} = \sum_t \left[f_t \cdot \sum_d (Q_t \cdot U_{FTP} \cdot f_{dt} \cdot K_{dt}) \right] / U_C \quad (2.37)$$

$$Q_{partida} = \sum_t \left[f_t \cdot Q_t \cdot \sum_d (f_{dt} \cdot K_{dt}) \right] \quad (2.38)$$

Tabla 3: Factores de generación de emisiones

Variable	Descripción
B_t	Base de factores de emisión para cada tecnología (partida (g/partida) o en ruta (g/km))
Q_t	Factores de emisión ajustados para cada tecnología (partida (g/partida) o en ruta (g/km))
f_t	Fracción de viaje por tecnología específica
f_{dt}	Fracción de tiempo por cada tipo de conducción o fracción de tiempo
U_{FTP}	Velocidad Promedio del ciclo de conducción (una constante (kph))
U_C	Velocidad Promedio del ciclo de conducción específico (kph)

Fuente: (IVE, 2008)

2.3 Bases conceptuales

2.3.1 Contaminación del aire:

La contaminación del aire es la presencia de sustancias químicas, partículas sólidas o gases en la atmósfera que pueden ser perjudiciales para la salud humana y los ecosistemas.

Las principales causas de la contaminación del aire son las actividades humanas, como la combustión de combustibles fósiles, la agricultura y la industria.

La combustión de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural, es la principal fuente de contaminación del aire. Estas actividades producen una variedad de contaminantes, como el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, las partículas finas y el ozono.

Para la salud humana, la contaminación del aire puede causar una variedad de problemas, como enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares, problemas respiratorios y cáncer.

2.3.2 Modelo de transporte:

Un modelo de transporte es un tipo de modelo matemático que se utiliza para planificar y optimizar el transporte de bienes o personas. Los modelos de transporte se utilizan en una variedad de aplicaciones, como la planificación de infraestructuras de transporte, la gestión del tráfico y la evaluación de políticas de transporte.

Los modelos de transporte suelen representar el sistema de transporte como una red de nodos y enlaces. Los nodos representan puntos de origen o destino, mientras que los enlaces representan las conexiones entre los nodos.

Modelo de transporte basado en viajes

Un modelo de transporte basado en viajes es un tipo de modelo matemático que se utiliza para estimar la demanda de transporte. Este tipo de modelo se basa en la idea de que los viajes se generan en origen y se atraen a destino.

El modelo de transporte basado en viajes se divide en cuatro etapas:

1. **Generación de viajes:** En esta etapa, se estima el número de viajes que se generan en cada zona de origen. Los factores que influyen en la generación de viajes incluyen la población, la densidad de población, el empleo, los servicios y la accesibilidad.

2. **Asignación de viajes:** En esta etapa, se asigna cada viaje generado a un destino. Los factores que influyen en la asignación de viajes incluyen la accesibilidad, la distancia, el costo y el tiempo de viaje.
3. **Partición modal:** En esta etapa, se predice el modo de transporte que se utilizará para cada viaje. Los factores que influyen en la partición modal incluyen el costo, el tiempo de viaje, la comodidad, la conveniencia y la seguridad.
4. **Distribución de viajes:** En esta etapa, se estima la distribución de los viajes a lo largo de las rutas. Los factores que influyen en la distribución de viajes incluyen la capacidad de la carretera, el costo y el tiempo de viaje.

Los modelos de transporte basados en viajes se utilizan para una variedad de propósitos, como:

- **Planificación de infraestructuras de transporte:** Los modelos de transporte basados en viajes se pueden utilizar para evaluar las necesidades de infraestructura de transporte, como carreteras, puentes y sistemas de transporte público.
- **Gestión del tráfico:** Los modelos de transporte basados en viajes se pueden utilizar para optimizar el flujo de tráfico, como reducir la congestión y mejorar la eficiencia.
- **Evaluación de políticas de transporte:** Los modelos de transporte basados en viajes se pueden utilizar para evaluar el impacto de las políticas de transporte, como la construcción de nuevas vías o la introducción de nuevas formas de transporte público.

2.3.3 Vehículo eléctrico:

Un vehículo eléctrico (VE) es un vehículo propulsado por uno o más motores eléctricos. Los vehículos eléctricos no producen emisiones contaminantes, por lo que son una alternativa más respetuosa con el medio ambiente a los vehículos de combustión interna.

En los últimos años, se ha producido un aumento significativo de la demanda de vehículos eléctricos. Este aumento se debe a una serie de factores, como la creciente preocupación por el medio ambiente, la reducción de los costes de los vehículos eléctricos y el aumento de la infraestructura de carga.

Se espera que la demanda de vehículos eléctricos continúe aumentando en los próximos años. Esto se debe a la creciente concienciación sobre los beneficios de los vehículos eléctricos y a la mejora de las tecnologías de los vehículos eléctricos.

Los vehículos eléctricos tienen el potencial de desempeñar un papel importante en la transición hacia un transporte más sostenible. Estos vehículos pueden ayudar a reducir la contaminación del aire, el ruido y las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.3.4 Costos de operación:

Los costos de operación de los vehículos pueden variar significativamente según el tipo de vehículo, el uso del vehículo y la ubicación del vehículo. Por ejemplo, los vehículos que consumen mucho combustible, como los vehículos grandes, tendrán costos de combustible más altos. Los vehículos que se utilizan con frecuencia, como el transporte público, tendrán costos de operación, mantenimiento y reparaciones más altos.

Para calcular los costos de operación de un vehículo, puede utilizar los rendimientos vehiculares promedio y costos promedio de operación de vehículos. Esto pueden ayudar a estimar los costos de combustible, energéticos, etc.

2.3.5 Estimación de emisiones:

La estimación de emisiones es el proceso de calcular las cantidades de contaminantes que se liberan a la atmósfera. Se utiliza para evaluar el impacto ambiental de las actividades humanas, como el transporte, la industria y la agricultura.

Hay una serie de métodos diferentes para estimar las emisiones. Un método común es utilizar factores de emisión. Los factores de emisión son valores que relacionan las emisiones de contaminantes con una actividad determinada. Por ejemplo, el factor de emisión de dióxido de carbono para un automóvil es la cantidad de dióxido de carbono que se libera a la atmósfera por cada litro de combustible que se quema.

Otro método para estimar las emisiones es utilizar modelos de transporte. Los modelos de transporte pueden utilizarse para estimar el número de viajes que se realizan, el modo de transporte que se utiliza y la distancia recorrida. Esta información se puede utilizar para estimar las emisiones de contaminantes.



Metodología de la investigación

3.1 Enfoque

La investigación se realizará con un enfoque cuantitativo porque se trabajará en la perspectiva cuantitativa que es la recolección de datos medibles o dimensionables asignándolos a valores numéricos analizables por el estudio.

3.2 Alcance

La investigación corresponde a un alcance o tipo de investigación **aplicativa**. Se realiza con el objetivo de solucionar un problema de investigación del cual se tiene interrogantes o dudas.

3.3 Diseño de investigación

El diseño es **no experimental** debido a que no se realizara una manipulación deliberada de variables y es **transversal** porque su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el último censo realizado en el año 2017, la población que tenía la ciudad de Ayacucho ese año es de 223 677 habitantes, de los cuales son el 44.45 % del distrito de Ayacucho, el 21.92 % del distrito de San Juan Bautista, el 12.63 % del distrito de Carmen Alto, el 8.27 % del distrito de Jesús Nazareno y el 12.73 % del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray. Y en el censo del año 2007 la población de la ciudad de Ayacucho era 176 208 habitantes.

Realizando una proyección aritmética para el año 2022: Tasa de crecimiento (r_c):

$$r_c = \frac{(P_{2017} - P_{2007})}{(A_{2017} - A_{2007})} = 4746,9 \quad (3.1)$$

Población proyectada:

$$P_{2022} = P_{2017} + r_c (A_{2022} - A_{2017}) = 247412hab \quad (3.2)$$

Donde:

P : Población

A : Año

3.4.2 Muestra

La muestra será los datos recolectados sobre viajes en encuestas O/D (origen – destino), conteos vehiculares, y cuantificación de las unidades buses existentes actualmente, antigüedad, tiempos de recorrido y principales detalles de las principales líneas de transporte público urbano (microbuses).

Para determinar el tamaño de la muestra para la presente investigación se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{(N\sigma^2 Z^2)}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2} = 384 \quad (3.3)$$

Donde:

n : tamaño de la muestra

N : tamaño de la población

σ : desviación estándar de la población, que cuando se desconoce se asume como un valor de 0.5

Z : Valor que proviene según el nivel de confianza de la investigación, que para este caso se busca un 95 % de confianza su valor equivale a 1.96.

e : Limite de error muestral que para un nivel de confianza del 95 % su valor promedio es 0.05.

Se requerirían 384 encuestas de muestra para representar los viajes con un 95 % de confianza. Para la presente investigación se realizó 390 encuestas, 13 en cada una de las 30 zonas de análisis de tránsito propuestas.

3.5 Hipótesis

3.5.1 Hipótesis general

Al implementar y analizar las operaciones de sistemas de microbuses eléctricos mediante un modelo de macrosimulación se optimizará la flota de los sistemas de transporte público, costos operativos y reducción de emisión de gases contaminantes.

3.5.2 Hipótesis específicas

- ① Al analizar la operación de los sistemas de microbuses eléctricos mediante un modelo de macrosimulación optimiza su operación.
- ② Al evaluar comparativamente los costos entre el sistema de transporte convencional y el sistema de transporte eléctrico proporciona información importante en la viabilidad de esta propuesta.
- ③ Al realizar la implementación comprobamos la reducción de la emisión de gases contaminantes del sistema de transporte eléctrico con respecto al sistema de transporte convencional.

3.6 Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional

3.6.1 Variables e indicadores

Variables Independientes. Aquellas que se consideran las causas. Se identifica siempre una variable cuya magnitud o característica se relaciona con otra a la cual afecta.

Variables Dependientes. Son aquellas que dependen de la acción (intensidad o característica) de la variable independiente.

3.6.2 Indicadores

Al referirnos a los conceptos indicamos que estos no son observables directamente. Por lo tanto, se deben buscar procedimientos que permitan la medición indirecta mediante manifestaciones externas, empíricas y observables. Tales manifestaciones o expresiones reciben el nombre de indicadores.

Tabla 4: Operacionalización de las variables.

Variables	Indicadores	Dimensión	Unidad	Tipo
Variable independiente: Cantidad de buses eléctricos	Encuesta de viajes	Preferencias	Indicadores	Categórica Nominal
	Conteo vehicular	Cantidad	Vehículos/hora	Numérica Discreta
Variable dependiente: Optimización de la flota, costo de operación y emisión de gases contaminantes.	Flota vehicular optima de buses eléctricos.	Cantidad	Unidades	Numérica Discreta
	Costo operativo vehicular	Costo	Soles	Numérica Continua
	Emisión vehicular de gases contaminantes	Equivalente de gas en masa	Gas equivalente	Numérica continua
Variable Interviniente: Situación vehicular actual del transporte público.	Buses operativos.	Cantidad de vehículos	Unidades	Numérica discreta
	Tiempos de intermitencias y recorrido vehicular.	Tiempo	Minutos	Numérica Continua
	Antigüedad de buses.	Kilometraje	Kilómetros	Numérica Discreta
	Estado de conservación las unidades.	Estado vehicular	Indicador	Categórica Ordinal

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

- La observación no experimental, recolección de datos mediante encuestas y conteos vehiculares. entrevistas en empresas de transporte y municipalidad provincial de Huamanga para recopilar información sobre las unidades vehiculares (microbuses).
- Análisis documental, revisión de bibliográfica sobre toda la temática a ser evaluada en la presente investigación.

3.7.2 Instrumentos

- Fichas para encuestas.
- Fichas para aforos vehiculares.
- Entrevistas en empresas de transporte público (rutas) y municipalidad provincial de Huamanga.
- Obtención de imágenes satelitales en el software Google Earth, Google Maps y Openstreetmap.
- Modelamiento y análisis del modelo de transporte en el software PTV VISUM.
- Microsoft Excel para ordenar y analizar estadísticamente los datos recolectados.
- Uso de Látex para tipografía en la redacción del plan y borrador de tesis.

3.8 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

1. Análisis de datos obtenidos de la recolección y evaluación de los datos de las encuestas, conteos y de las unidades de transporte público.
2. Análisis de consistencia y homogeneidad de los datos.
3. Análisis estadístico de la información obtenida.
4. Contratación de hipótesis.
5. Presentación y publicación de resultados.

3.9 Desarrollo del trabajo de tesis

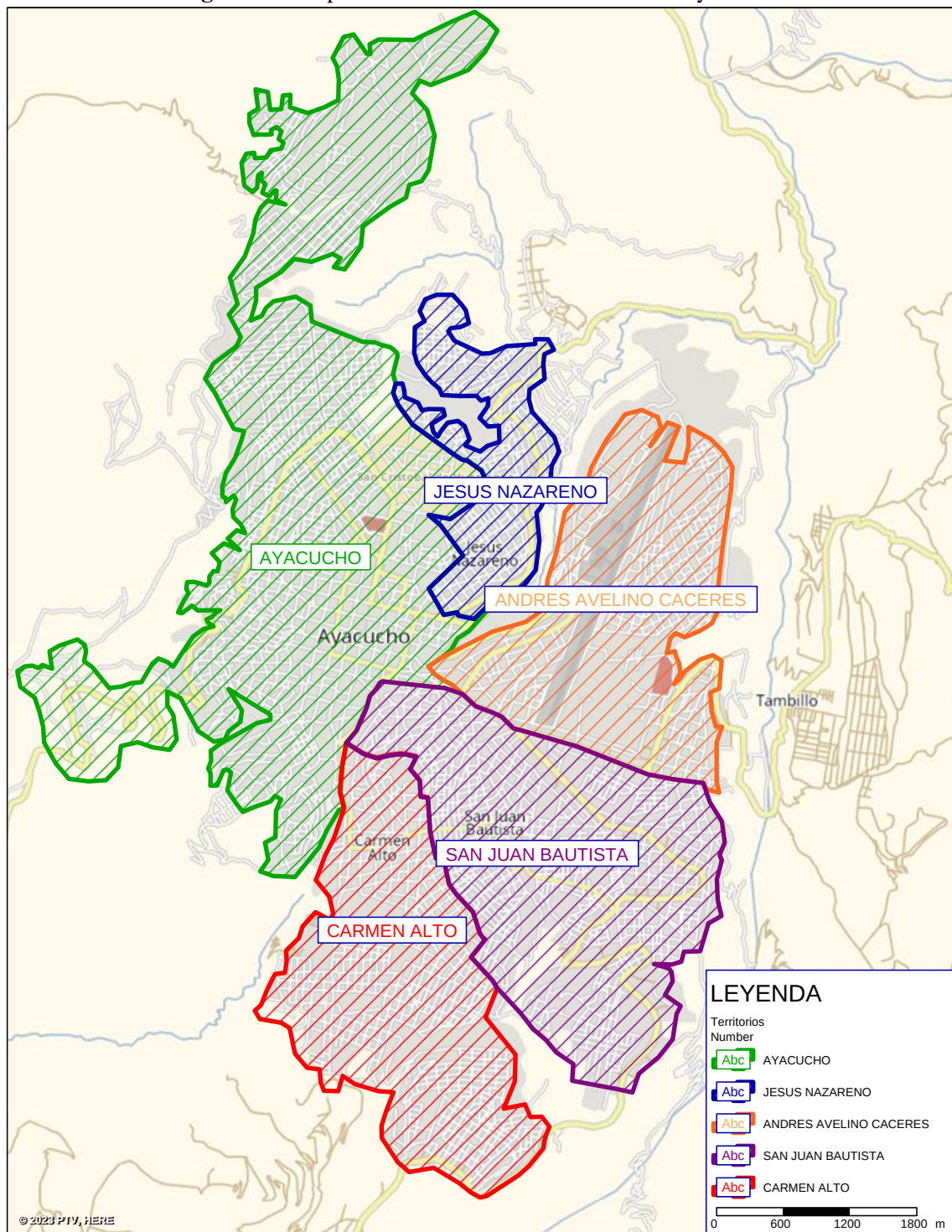
3.9.1 Información general

La ciudad de Ayacucho ubicada en la sierra central del Perú con altitud media de 2761 m.s.n.m, de territorio ligeramente accidentado con presencia de quebradas y riachuelos que atraviesan la ciudad. De clima templado y seco de temperatura máxima promedio de 25.5 °C y temperatura mínima promedio de 6.6 °C y promedio anual de 16.56 °C. con precipitaciones de 117.1 mm/mes en épocas de lluvia y de 7 mm/mes en periodos de escasa precipitación, con humedad promedio anual 64.8 % siendo mayor en verano (época de lluvias) y menor en invierno (ausencia de lluvias). (senamhi, 2022).

En el ámbito económico se ha caracterizado a lo largo de su historia de ser una región agrícola y ganadera, con generación de trabajo y uso de suelos en comercio, servicios, transporte y pequeñas industrias distribuidos de forma dispersa a lo largo de la ciudad sin grandes concentraciones, en el ámbito laboral el empleo formal representa 12.7 % y el empleo informal el 87.3 % aproximadamente. (MTPE, 2022)

En el ámbito educativo muestra que con respecto a el sector de la población que tuvo educación secundaria es de un 38.5 % y educación superior un 25.3 %. y con respecto a los últimos 10 años la población sin estudios se redujo 4.9 % y con grados de estudios de educación primaria se redujo con 6.7 % con respecto a años anteriores. Con respecto a la asistencia a instituciones educativas, escuelas, colegios, institutos y universidad tiene una tasa de asistencia de 74.9 % (MINEDU, 2022)

Figura 36. Mapa territorial urbano de la ciudad de Ayacucho.



Fuente: (adaptado de (municipalidad provincial de huamanga, 2020).

3.9.1.1 Población

La población urbana en la ciudad de Ayacucho proyectada al año 2022 con respecto de los últimos censos de 2017 y 2007 es de 247 414 habitantes compuesta por habitantes del distrito de Ayacucho con 109 492 habitantes, el distrito San Juan Bautista con 54 323 habitantes,

el distrito de Carmen Alto con 31 670 habitantes, el distrito de Jesús Nazareno con 20 039 habitantes y el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray con 31 890 habitantes. (INEI, 2017)

Hogares

Los hogares en la ciudad de Ayacucho proyectada al año 2022 con respecto de los últimos censos de 2017 y 2007 es de 67 302 hogares compuesta por habitantes del distrito de Ayacucho con 29 794 hogares, el distrito San Juan Bautista con 14 219 hogares, el distrito de Carmen Alto con 9 291 hogares, el distrito de Jesús Nazareno con 5 569 hogares y el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray con 8 429 hogares. (INEI, 2017)

Población trabajadores

La población de trabajadores urbanos en la ciudad de Ayacucho proyectada al año 2022 con respecto de los últimos censos de 2017 y 2007 es de 210 625 habitantes compuesta por habitantes del distrito de Ayacucho con 91 662 habitantes, el distrito San Juan Bautista con 47 838 habitantes, el distrito de Carmen Alto con 27 757 habitantes, el distrito de Jesús Nazareno con 17 392 habitantes y el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray con 25 976 habitantes. (INEI,2017)

Población estudiantil

La población urbana en la ciudad de Ayacucho proyectada al año 2022 con respecto de los últimos censos de 2017 y 2007 es de 97 052 habitantes compuesta por habitantes del distrito de Ayacucho con 41 779 habitantes, el distrito San Juan Bautista con 22 442 habitantes, el distrito de Carmen Alto con 12 615 habitantes, el distrito de Jesús Nazareno con 8 357 habitantes y el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray con 11 859 habitantes. (INEI, 2017)

3.9.1.2 Características viales de la ciudad de Ayacucho

La ciudad de Ayacucho está compuesta por una centralización de actividades urbanas, económicas, educativas contando con un escaso número de vías arteriales de dimensiones considerables para un alto flujo vehicular como de 3 o 4 carriles de por sentido existiendo mayormente solo de 2 carriles por sentido pero con estrechamientos de vías o reducción de carriles a 1 carril por sentido en varias avenidas. Las dimensiones de calzadas generalmente son entre de entre 4 y 8 metros de ancho. La existencia de en mayor medida vías colectora y vías locales de entre 8 y 13 de ancho. habiendo en gran número vías colectoras de un carril por sentido y de vías locales de un carril por sentido. En el centro histórico se compone de vías estrechas 1 o 2 carriles con veredas angostas. Las vías nacionales cruzan áreas urbanas no

existiendo la función de vía expresa en la ciudad de Ayacucho. (MPH, 2022) El tránsito en horas punta genera congestionamiento en el centro histórico de la ciudad por la ya mencionada limitadas dimensiones de las vías, la centralización de los servicios principales, destacándose Jr. Libertad, Av. Ramon Castilla, calle el nazareno, Jr. Grau, etc.

3.9.1.3 Situación vehicular actual de los buses de transporte publico

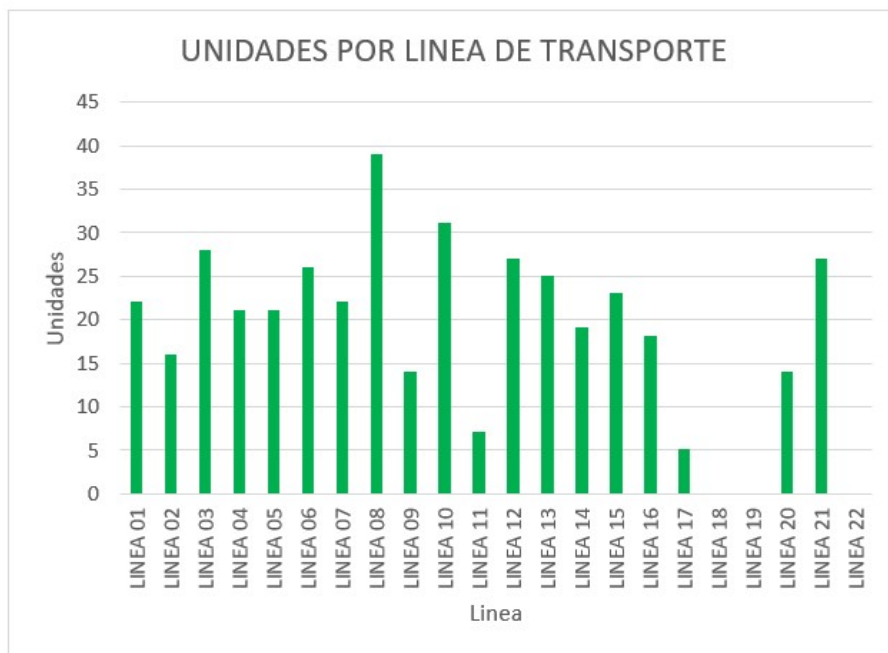
La ciudad de Ayacucho tiene 19 líneas de transporte publico activas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21) y 03 con licencia cancelada o fuera de funcionamiento (18, 19 y 22) que recorren la ciudad en sus diferentes rutas. Las unidades son de categoría M3 tipo minibuses entre las marcas y modelos mayormente se encuentran Hyundai County, Mitsubishi Rosa, Toyota Coaster y algunas unidades JAC, FAW, seunghwa, Dong Feng, Mudan, etc. La cantidad total de unidades es de 411 formalmente, aunque hay algunas no declaradas o temporales. (MPH, 2022)

Tabla 5: Tabla de recorridos e intervalos de salidas

LINEA	Nº UNIDA- DES	RECORRIDO (km)	FRECUENCIAS (min)
LINEA 01	22	16.04	5
LINEA 02	16	14.26	10
LINEA 03	28	23.38	5
LINEA 04	21	26.13	7
LINEA 05	21	30.34	5
LINEA 06	26	29.03	5
LINEA 07	22	21.55	5
LINEA 08	39	28.13	5
LINEA 09	14	22.20	5
LINEA 10	31	22.20	3
LINEA 11	7	21.13	30
LINEA 12	27	20.20	5
LINEA 13	25	20.41	5
LINEA 14	19	21.87	5
LINEA 15	23	44.25	10
LINEA 16	18	29.73	15
LINEA 17	5	33.68	35
LINEA 18	-	-	-
LINEA 19	-	-	-
LINEA 20	14	31.75	10
LINEA 21	27	24.99	5
LINEA 22	-	-	-

Fuente: adaptado de (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2022)

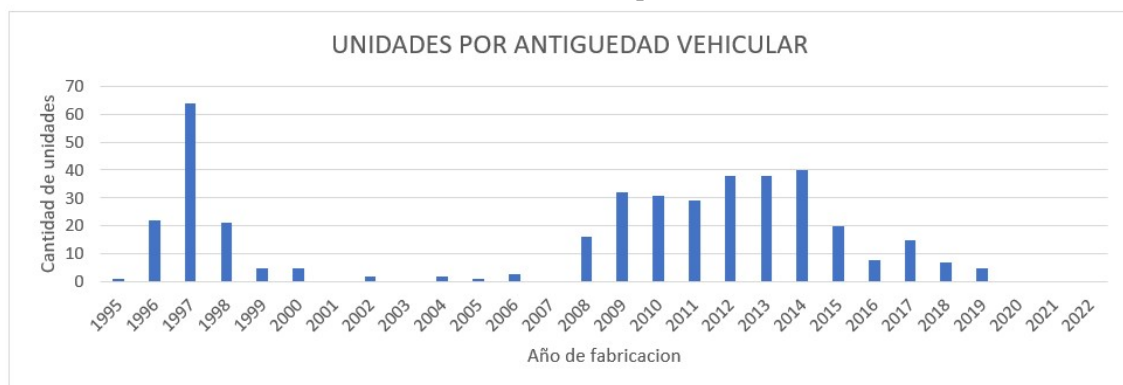
Figura 37. Cantidad de unidades por línea de transporte.



Fuente: Adaptado de (Municipalidad provincial de huamanga, 2022).

La antigüedad de los buses existentes se encuentra se encuentra de un intervalo de años desde 1995 hasta el 2019, muchos de ellos superan la antigüedad del régimen de permanencia para los vehículos de transporte regular de personales en el ámbito de la provincia de huamanga por lo tanto debería pasar al retiro.

Figura 38. Cantidad de unidades por año de fabricación.



Fuente: (Adaptado de (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2022).

Según lo comentado por el Ing. Félix Russell (Subgerente de tránsito y seguridad vial) se ha hecho un importante avance en los últimos años en el retiro de unidades de mayor antigüedad a lo establecido, pero aún se encuentran dificultades de renovación por parte de las empresas que se les han tenido consideraciones para no perjudicar la demanda existente del transporte.

Tabla 6: Tabla de periodo de retiro de unidades de la MPH

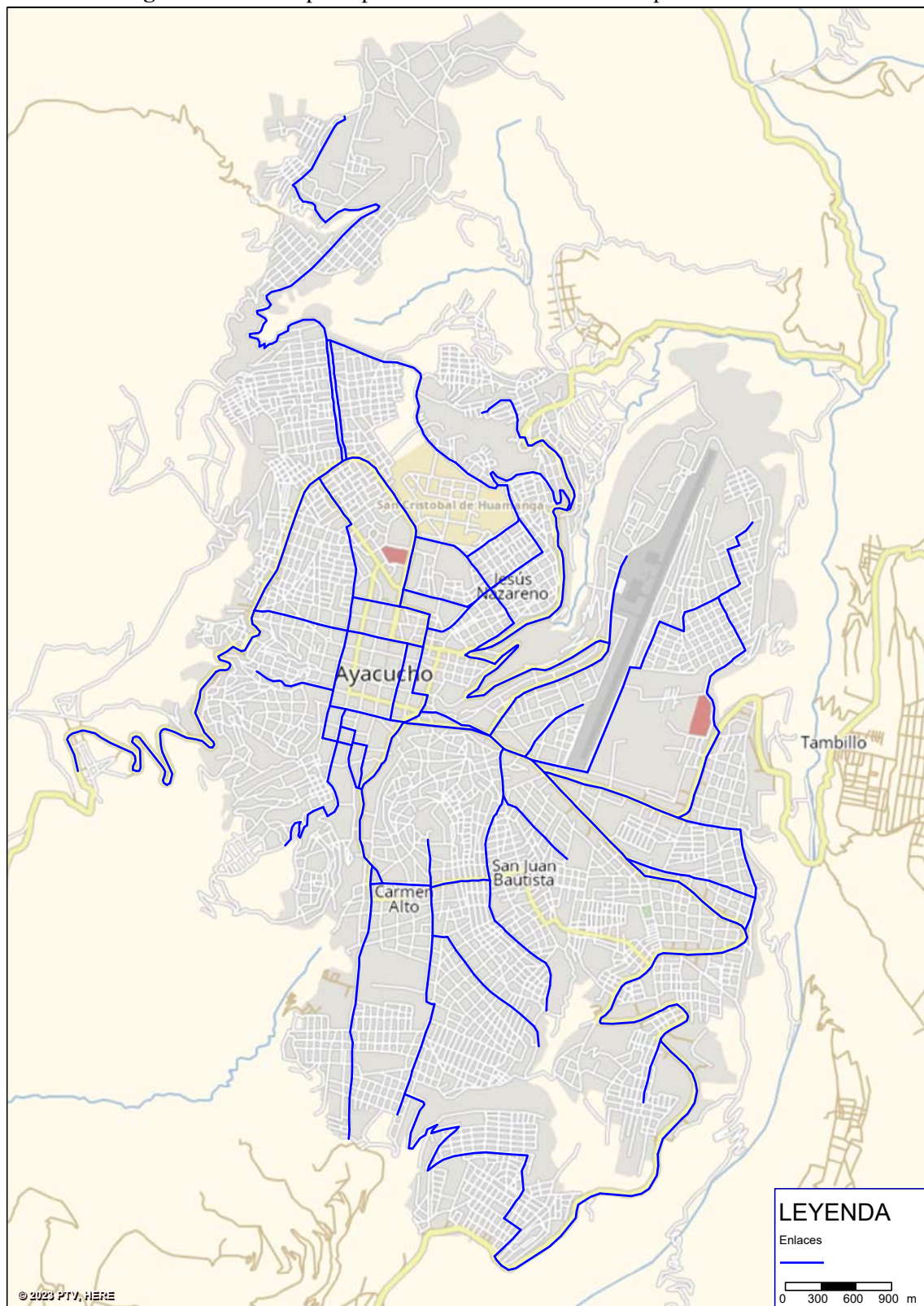
FECHA DE FABRICACION	FECHA DE RETIRO
1993 - 1995	31 de diciembre de 2019
1996	31 de diciembre de 2020
1997	31 de diciembre de 2021
1998 - 1999	31 de diciembre de 2022
2000 - 2002	31 de diciembre de 2023
2003 - 2004	31 de diciembre de 2024
2005	31 de diciembre de 2025
2006	31 de diciembre de 2026
2007	31 de diciembre de 2027
2008	31 de diciembre de 2028
2009	31 de diciembre de 2029
2010	31 de diciembre de 2030
2011	31 de diciembre de 2031
2012	31 de diciembre de 2032
2013	31 de diciembre de 2033
2014	31 de diciembre de 2034
2015	31 de diciembre de 2035
2016	31 de diciembre de 2036

Fuente: Adaptado de (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2022)

3.9.2 Delimitación del área de estudio

El área de estudio comprende la zona donde se llevará la recopilación, evaluación, análisis y conclusiones del tema evaluado en la presente investigación. Se llevará a cabo en la ciudad de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. el espacio que se estudiará será el recorrido de las principales líneas de transporte público urbano por ser una de las formas de mayor uso por la población en el transporte.

Figura 39. Red de principales avenidas evaluadas en el presente estudio.



Fuente: Elaboración propia.

3.9.3 Recolección de información

En esta etapa se realiza la obtención de información para la investigación mediante recopilación, encuestas y toma de datos tales como:

- Entrevistas en las empresas de transporte público y Municipalidad Provincial de Huamanga.
- Recopilación de información estadística.
- Encuestas O/D y socioeconómicas.
- Conteo vehicular y de pasajeros.
- Obtención de información cartográfica.

3.9.3.1 Entrevistas en las empresas de transporte público y municipalidad provincial de Huamanga

Se realiza en las empresas de transporte con el fin de obtener toda la información del transporte público (líneas): la flota de unidades actual, tipos de unidades, longitud de recorridos, tiempo de recorrido, costos diarios por combustibles, frecuencia de salidas, velocidad promedio, tiempos en paradas toda esta información para la obtener la velocidad promedio del servicio, para la comparativa en la oferta y la demanda de transporte, contrastación de costos y emisiones vehiculares. Obtención de información sobre el transporte público (líneas) en la subgerencia de transportes de la municipalidad provincial de huamanga para la recopilación de la información del plan de funcionamiento del transporte público, complementación con la información obtenida de las empresas respecto a unidades vehiculares y recorridos.

Figura 40. Entrevista con el subgerente de tránsito y seguridad vial MPH.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41. Entrevista con el subgerente de control técnico de transporte MPH.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. Entrevista en las empresas de transporte (rutas).



Fuente: Elaboración propia.

3.9.3.2 Recopilación de información estadística

Para el modelo de transporte se requiere información demográfica, laboral, económica y educativa para esto se requiere obtener información de las diversas plataformas de información estadística de la ciudad de Ayacucho tales como [INEI](#)(información demográfica), Ministerio de trabajo y promoción del empleo (económico laboral), ESCALE (Información estadística educativa) y GEORIS (Información poblacional detallada por sectores) también complementado con la obtención de información que dispone la Municipalidad Provincial de Huamanga primeramente para la etapa de generación de viajes y otras etapas de la modelación.

Figura 43. Instituto nacional de estadística e informática (INEI).



Fuente: (INEI, 2022).

Figura 44. Ministerio de trabajo y promoción del empleo (MT-PE).



Fuente: (MTPE, 2022).

Figura 45. Estadística de la calidad educativa (ESCALE).



Fuente: (ESCALE, 2022).

Figura 46. Sistema Geoespacial de las Redes Integradas de Salud.



Fuente: (GEORIS, 2022).

3.9.3.3 Encuestas O/D y socioeconómicas

Se recaba información mediante encuestas al público en diversas zonas consideradas en el modelamiento para recopilar información sobre los viajes tales como:

- Desplazamientos entre zonas (origen - destino) ya sea por motivos de trabajo, estudio y otros,
- Preferencias en los medios de transporte público (microbuses, taxis, motos, a pie etc) o privado (auto, moto, camioneta, etc).
- Motivo de elección del medio de transporte: Tiempo de viaje, costos, conveniencia, no hay otra opción, Económico y otros
- Numero de viajes realizados por cada integrante del hogar en un día cotidiano, ocupación o nivel de estudios que lleva a cabo, otros (ama de casa, desempleados, etc).

Figura 47. Encuesta O/D a personas aleatorias.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 48. Encuesta O/D a personas aleatorias.

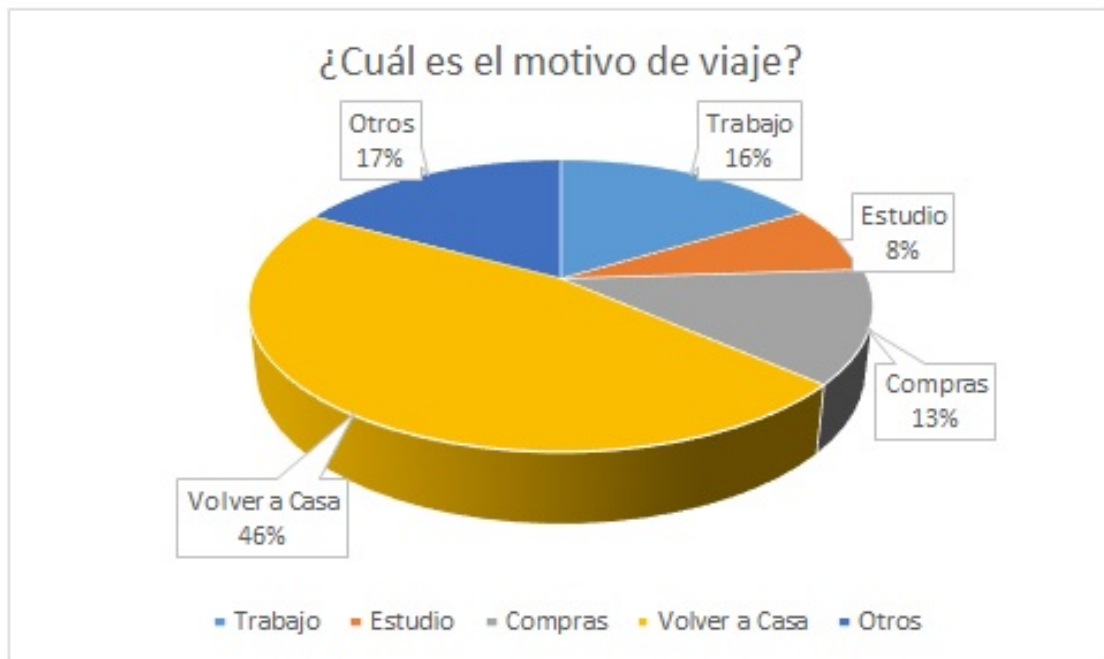


Fuente: Elaboración propia.

3.9.3.4 Resultados de las encuestas:

Las encuestas realizadas en la ciudad de ayacucho en cada una de las zonas de tránsito propuestas en la presente evaluacion se dio que los principales motivos de viaje sin considerar volver a casa que representa 46 % son trabajo con 16.44 %, estudio 7.55 % y otros 29.53 % de composicion muy variada (compras, deportes, recreacion, comer, etc.)

Figura 49. Motivos de viaje.

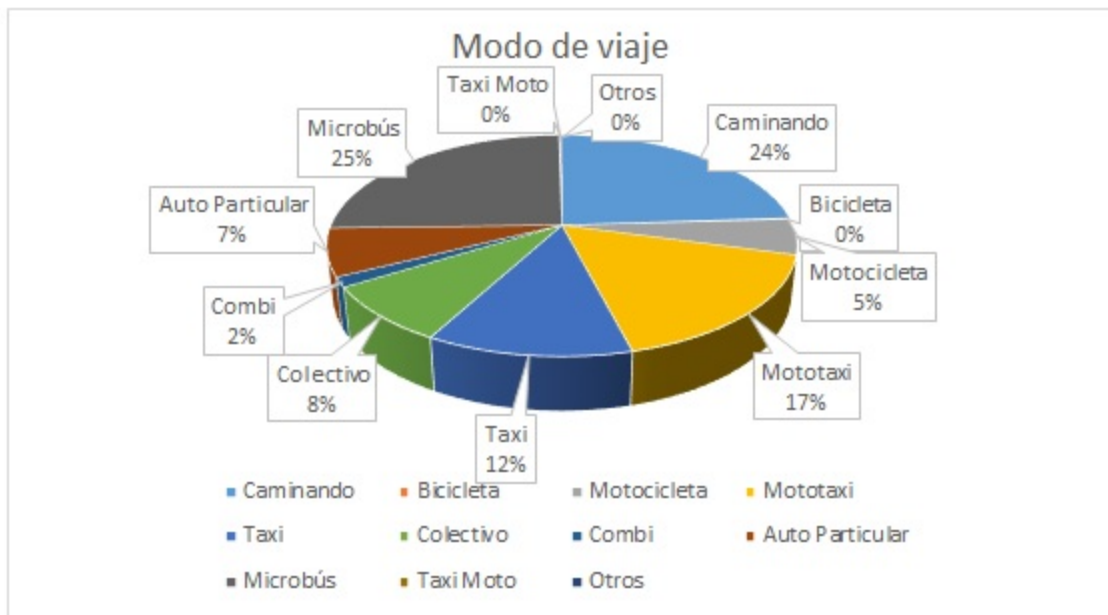


Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto obtenemos que la evaluación mas representativa se daría con los grupos de motivos: Trabajo, Estudio y otros (agrupando variables)

El modo de preferencia de viaje que se obtiene se da de la siguiente composicion: micro-bus 25 %, Caminando 24 %, mototaxi 17 %, taxi 12 %, colectivo 8 %, auto particular 7 %, motocicleta 5 % y combi 2 %.

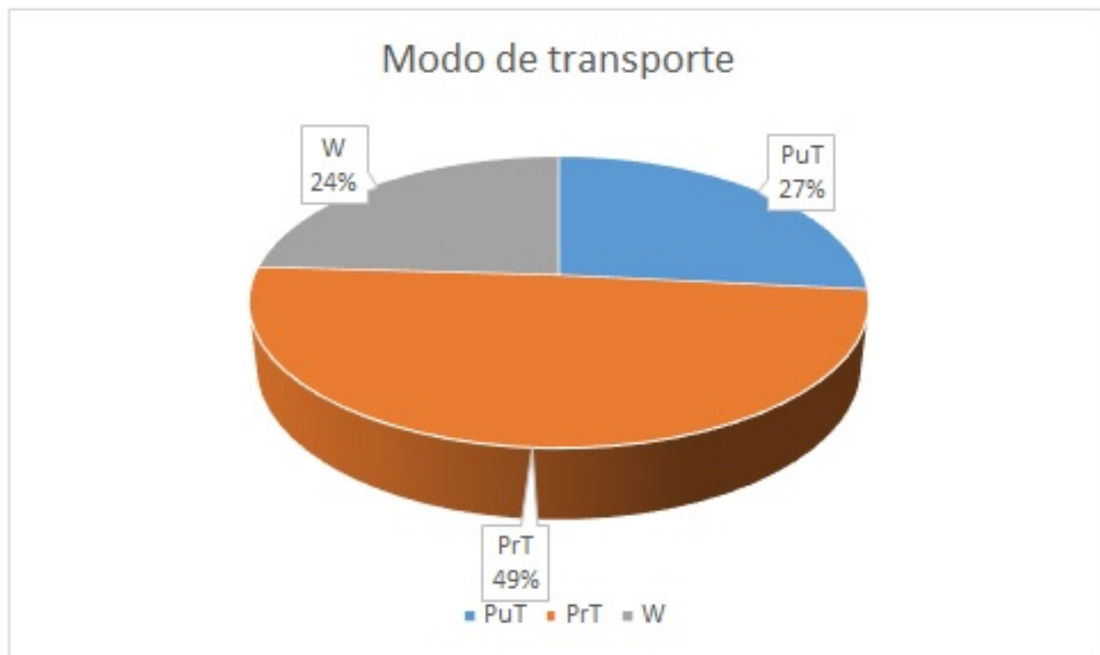
Figura 50. Modos de viaje.



Fuente: Elaboración propia.

Para el presente estudio de modelación se agrupará la composición vehicular en 3 grandes grupos: El transporte público (TPu) que se compondrá por los buses se transporte publico, El transporte privado (TPr) que se compondrá por el vehículo propio y el transporte informal y a pie (Walk) que se compondrá con el transporte a pie: caminar,etc.

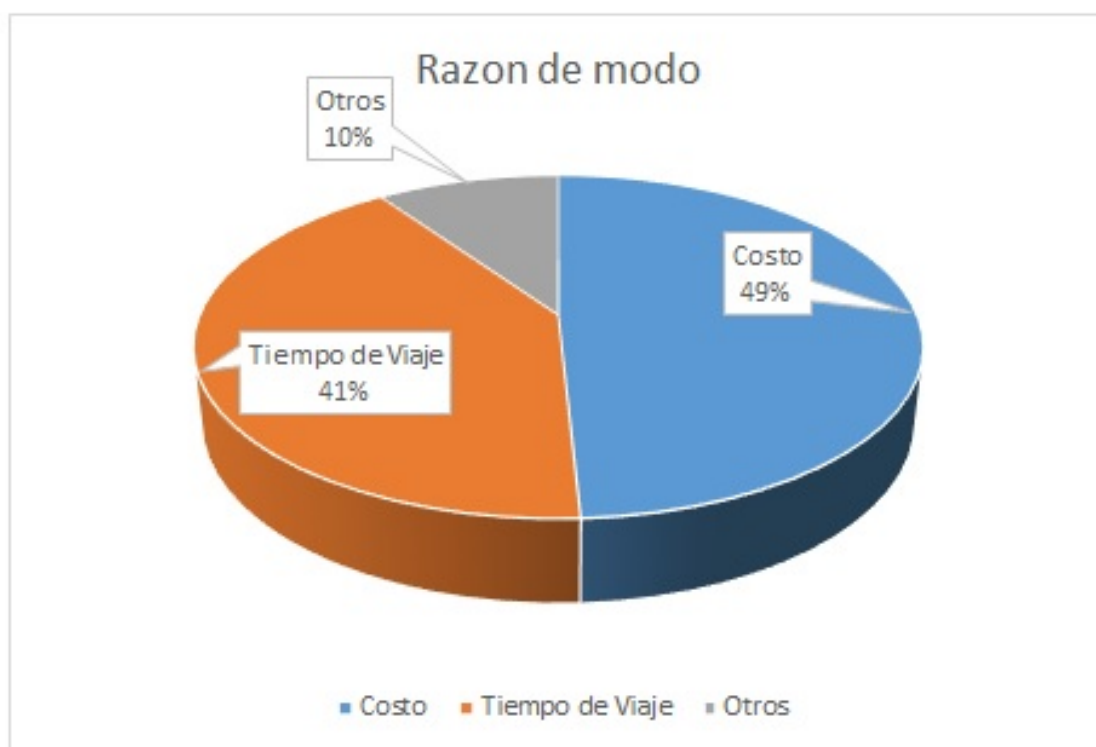
Figura 51. Modos de viaje agrupados.



Fuente: Elaboración propia.

La motivación o razón de la elección de los diferentes modos de transporte se da por las siguientes razones: costo 49%, tiempo de viaje 41% y 10% otros (que se compone por comodidad, seguridad, etc.). Del cual tomaremos como criterio para la modelación en la etapa de partición modal del estudio.

Figura 52. Razón de elección de modo de transporte.

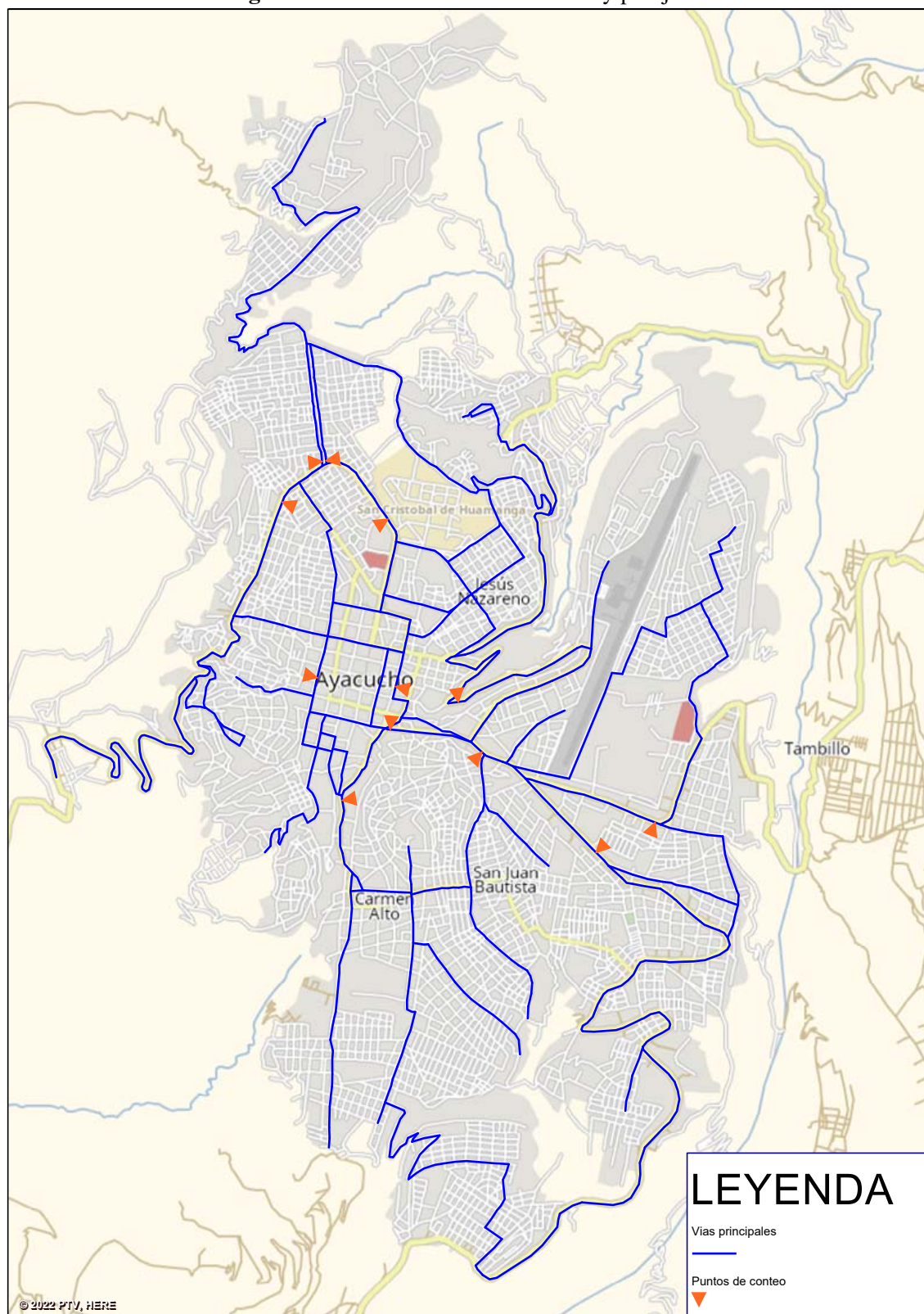


Fuente: Elaboración propia.

3.9.3.5 Aforo vehicular y de pasajeros

En esta fase de la obtención de datos se realiza el conteo vehicular y de pasajeros en puntos relevantes en principales avenidas para evaluar, contrastar y calibrar el modelo de transporte el horario de muestreo del transporte generalmente en horas de la mañana de 6:00 hasta la noche 22:00 se descartó horas posteriores en la noche ya que representa un volumen vehicular poco representativo en el transporte público. según la información previa obtenida y búsqueda de puntos de conteo, para realizar el aforo de tráfico vehicular para fines del presente estudio se propuso 11 puntos de conteo, previa verificación in situ y teniendo en cuenta a los vehículos que circulan por las vías principales que se requiere en la presente investigación de modelado de la red vial en las principales avenidas.

Figura 53. Puntos de conteo vehicular y pasajeros.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 54. Conteo vehicular y de pasajeros en la vía de evitamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 55. Conteo vehicular y de pasajeros en puente nuevo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 56. Formato de conteo vehicular.

FORMATO RESUMEN DEL DIA
CLASIFICACION VEHICULAR

PUNTO DE AFORO											DIA		
UBICACIÓN											HORA		

SENTIDO 1	S1		→	
SENTIDO 2	S2		→	

HORA	AUTO 		CAMIONETA 		MINIBAN 		MICROBUS 		CAMION 		MOTOTAXI 		MOTOCICLETA 		TOTAL	
DIAGRA. VEH.	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
6:00 - 6:15																
6:15 - 6:30																
6:30 - 6:45																
6:45 - 7:00																
7:00 - 7:15																
7:15 - 7:30																
7:30 - 7:45																
7:45 - 8:00																
8:00 - 8:15																
8:15 - 8:30																
8:30 - 8:45																
8:45 - 9:00																
9:00 - 9:15																
9:15 - 9:30																
9:30 - 9:45																
9:45 - 10:00																

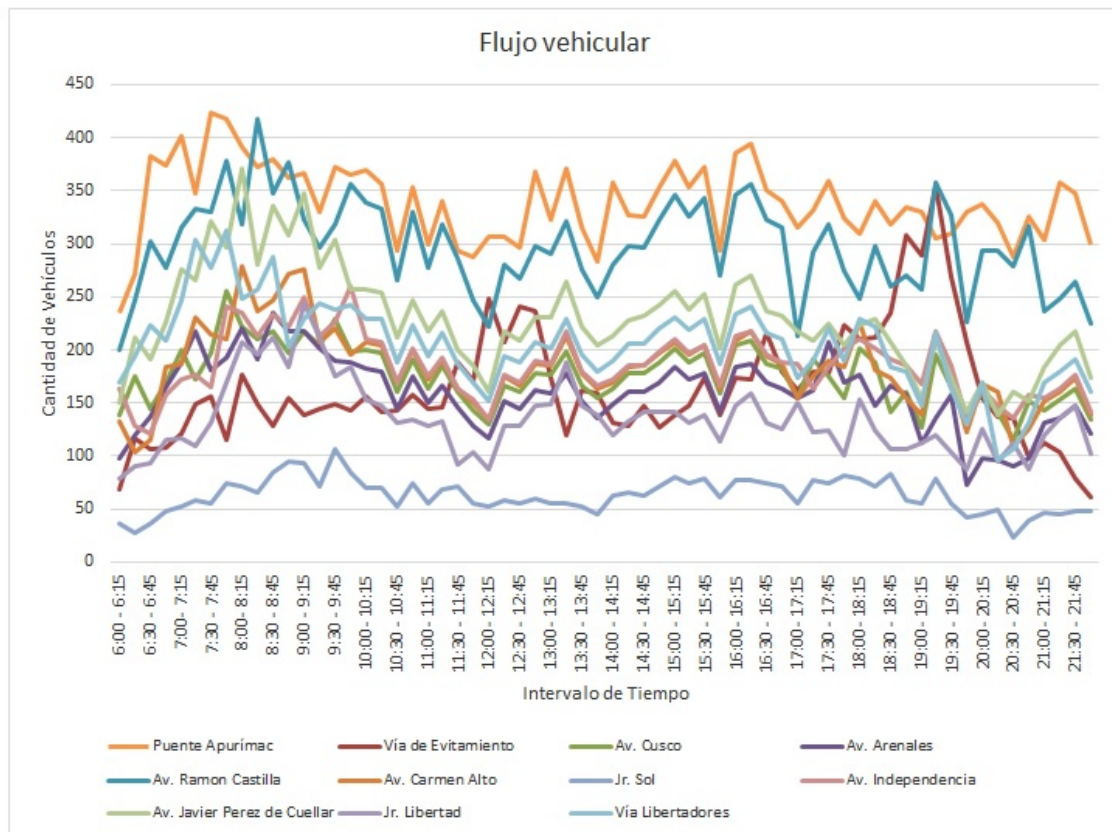
Fuente: Elaboración propia.

3.9.3.6 Resultados de conteos vehiculares:

La evaluación se dará en torno a la **Hora pico o punta** es el momento en donde se presenta la mayor flujo vehicular o demanda de viajes. Para identificarlo se realizó una evaluación sobre los conteos vehiculares en los diferentes puntos asumido en la red vehicular propuesta.

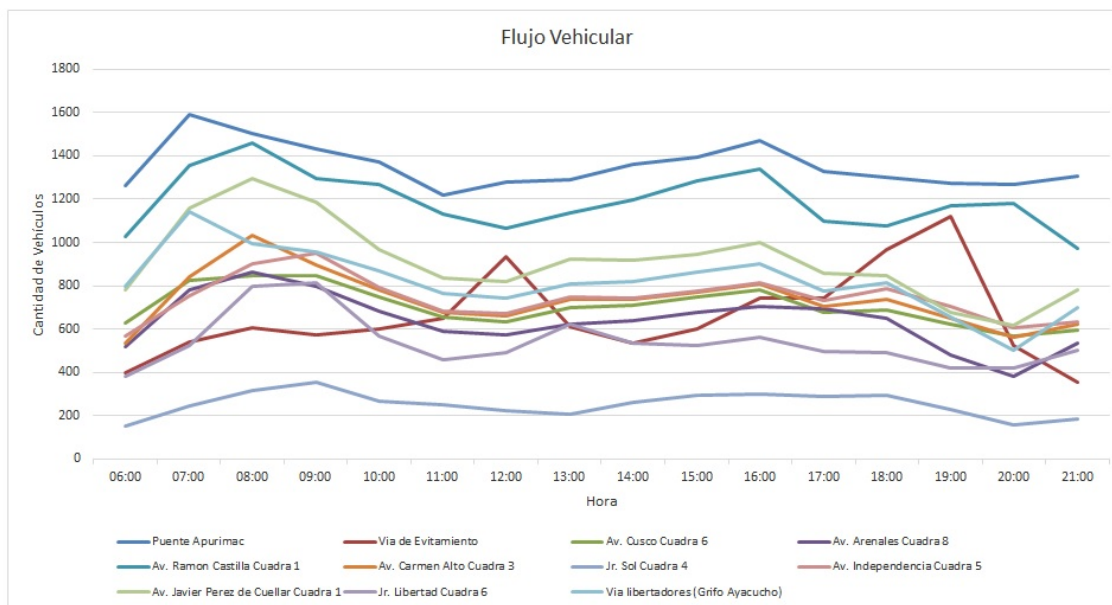
Se evaluó los aforos vehiculares realizados desde las 6:00 hasta las 22:00 en días de aparente flujo vehicular “normal” tales como días martes, jueves y un día de fin de semana de acuerdo a los datos procesados obtendremos que hay un pico en el flujo vehicular en el horario entre las 6:45 y las 8:00 horas hay un margen de variación respecto a los diferentes puntos evaluados.

Figura 57. Variación de volumen vehicular en intervalos de 15 minutos.



Fuente: Elaboración propia.

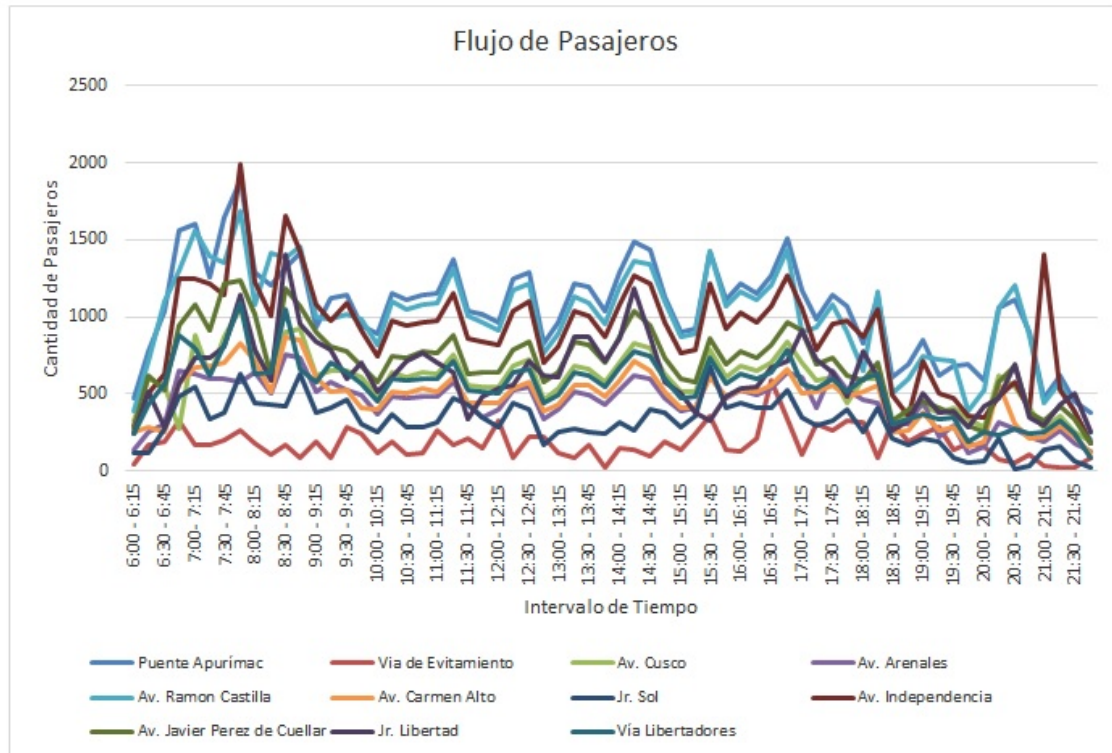
Figura 58. Variación de volumen vehicular por hora en principales vías.



Fuente: Elaboración propia.

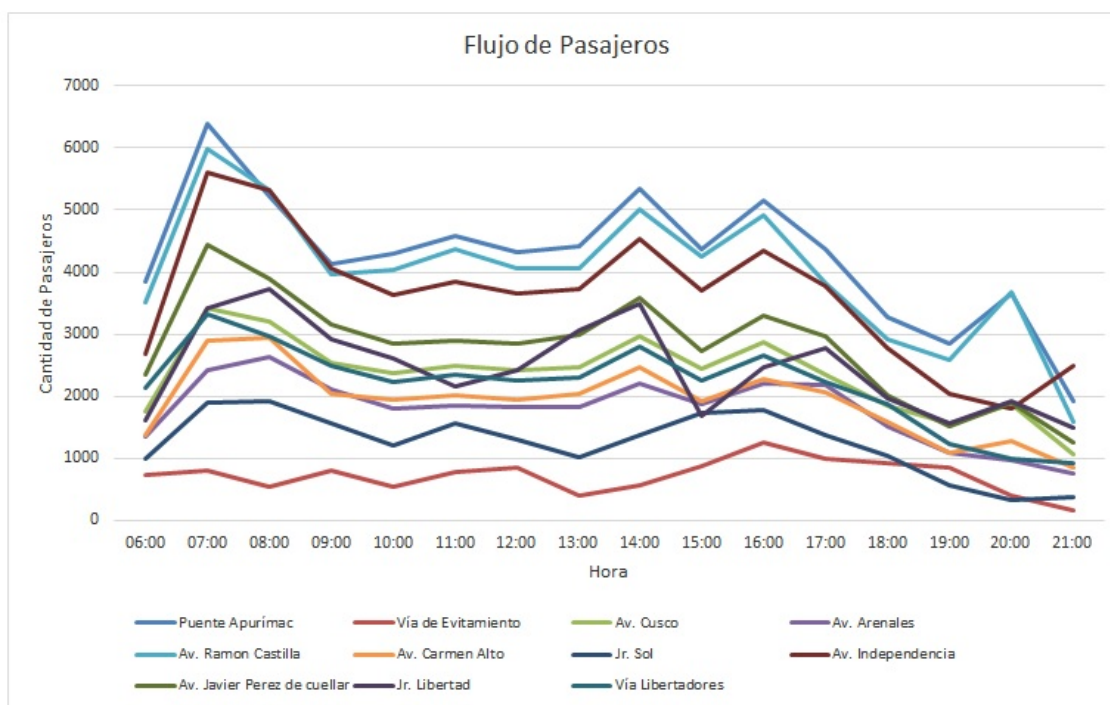
Del conteo de pasajeros obtenemos una distribución del flujo de pasajeros concentrado en las horas punta en la mañana de 7 am a 8 am, a mediodía 12 pm a 2 pm y noches de 6 pm a 9 pm.

Figura 59. Variación de volumen de pasajeros en intervalos de 15 minutos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 60. Variación de volumen de pasajeros por hora.



Fuente: Elaboración propia.

Evaluando los volúmenes de pasajeros la hora más crítica en el flujo de pasajeros se ubica entre las 7 am y 8 am por eso para el estudio se asume realizar la evaluación en esta hora punta en el modelamiento del transporte.

Aforos vehiculares en los puntos de conteo:

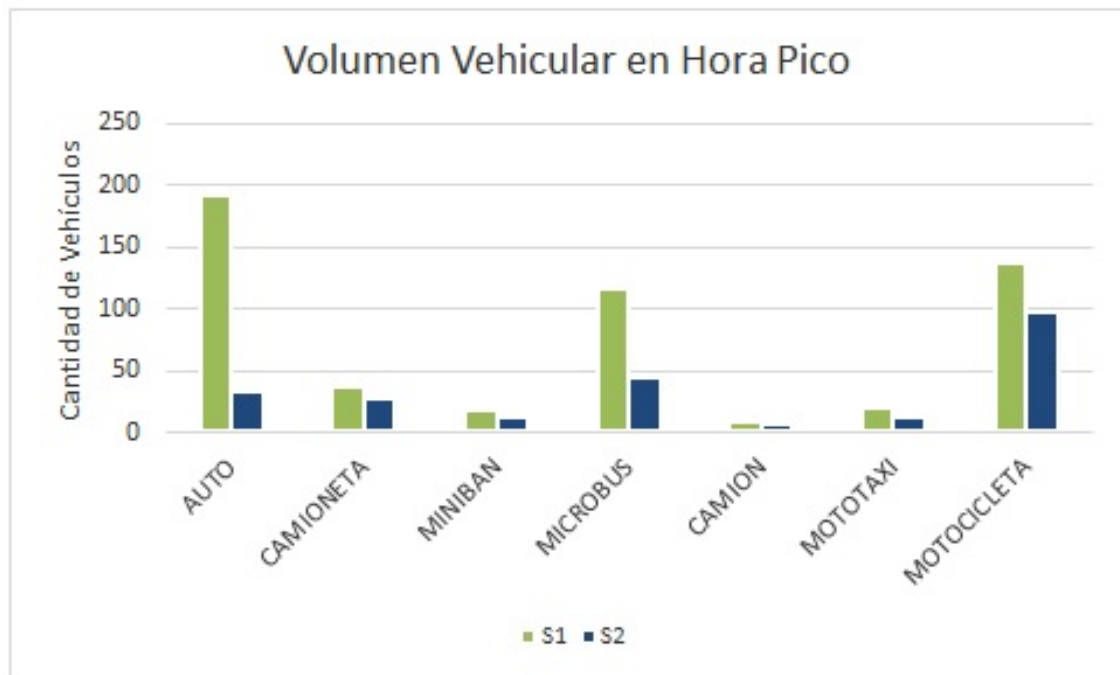
Estación 1:

Se ubica en la av. Ramon castilla cuadra 7 a metros de la Av. José Carlos Mariátegui en el puente Apurímac. Con evaluación en dos sentidos de flujo:

S1: el sentido de Control hacia puente Ejército.

S2: el sentido de Puente Ejercito hacia Control.

Figura 61. Promedio volumen vehicular en hora pico E1.



Fuente: Elaboración propia.

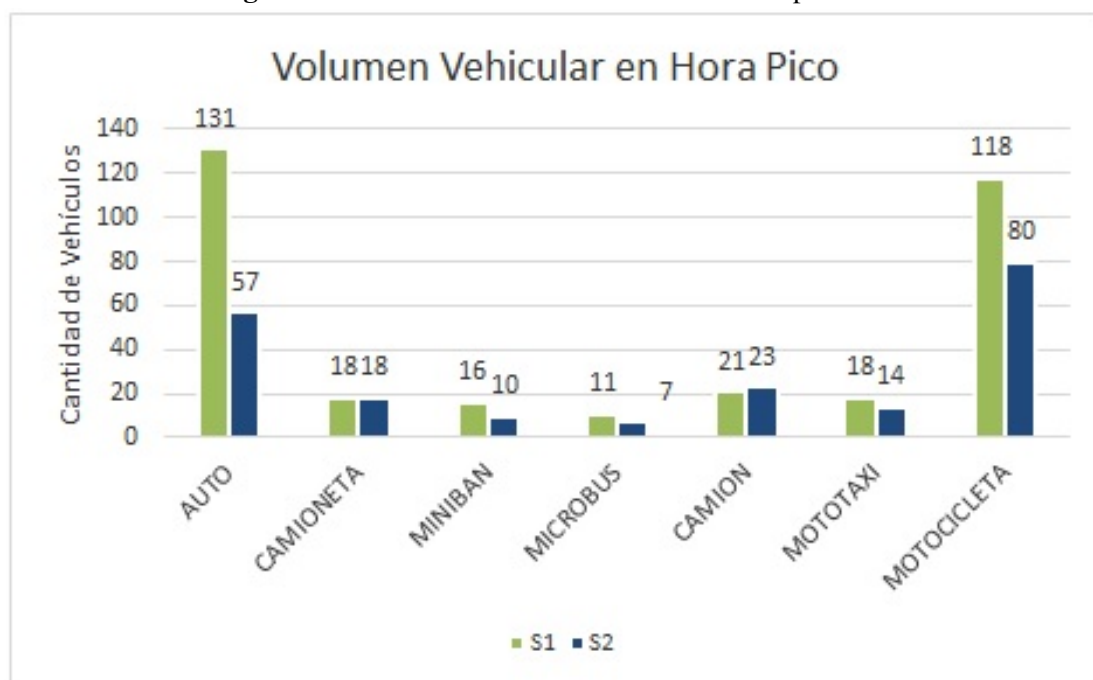
Estación 2:

Se ubica en la vía de evitamiento a aproximadamente 30 m del ovalo de la vía de evitamiento.

S1: el sentido de Aeropuerto hacia Ovalo Vía de Evitamiento.

S2: el sentido de Ovalo vía de evitamiento ejercito hacia Aeropuerto.

Figura 62. Promedio volumen vehicular en hora pico E2.



Fuente: Elaboración propia.

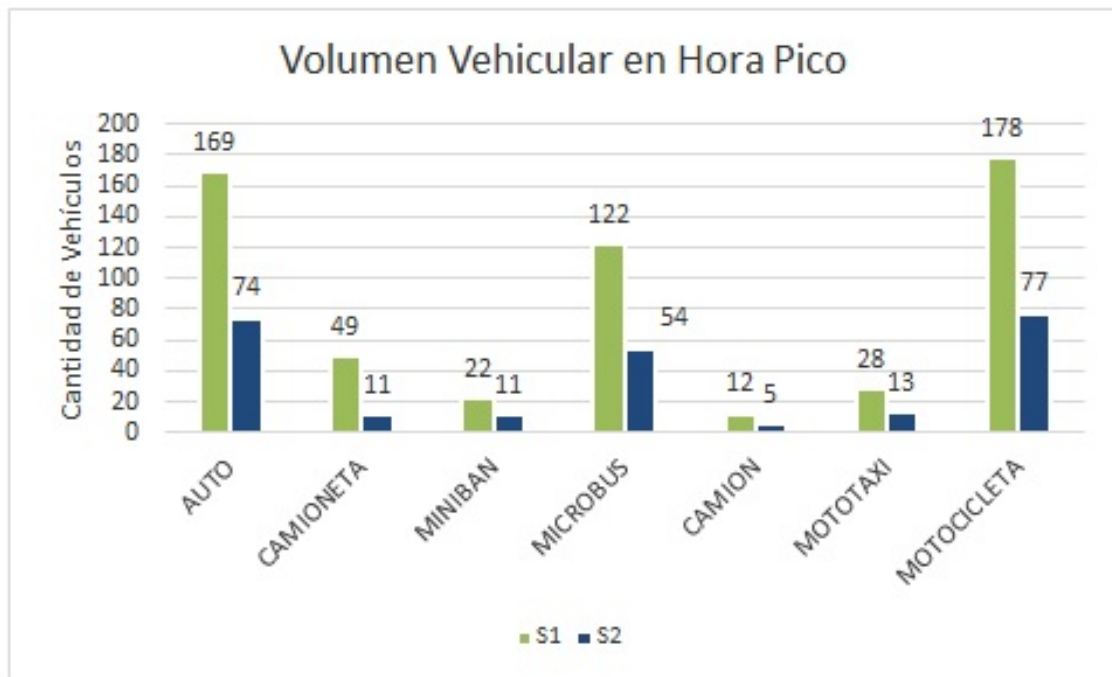
Estación 3:

Se ubica en la av. Cusco cuadra 6 en el parque ecológico.

S1: el sentido de Enci hacia puente Jr. Wari.

S2: el sentido de Jr. Wari ejercito hacia Enci.

Figura 63. Promedio volumen vehicular en hora pico E3.



Fuente: Elaboración propia.

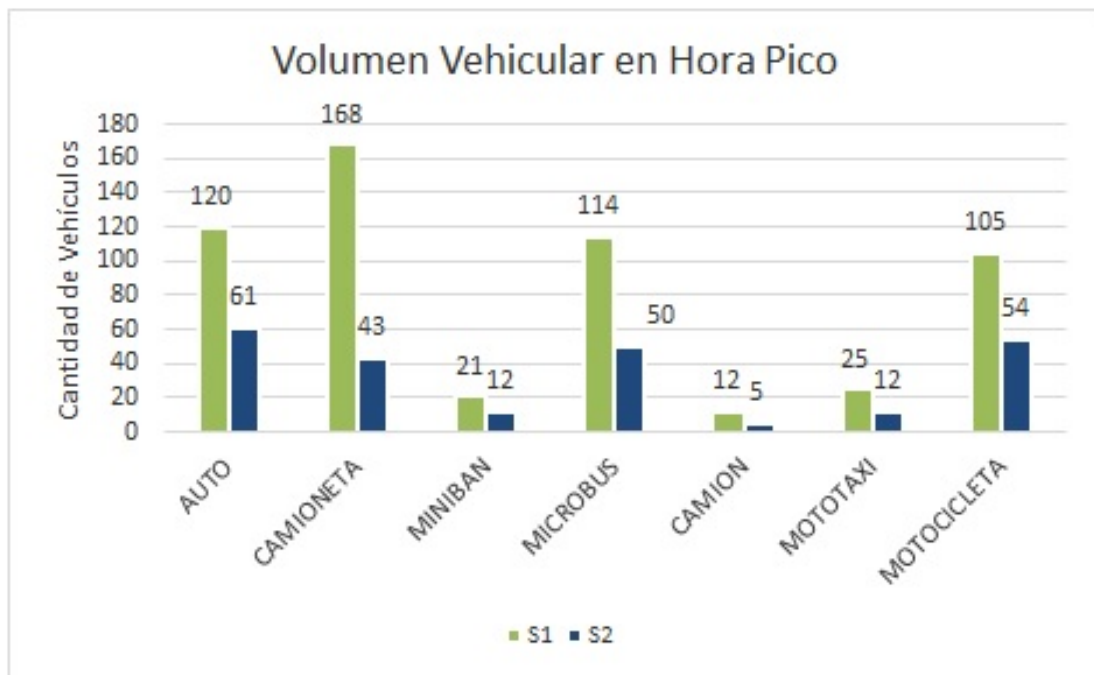
Estación 4:

Se ubica en la av. Arenales cuadra 8 a 50 metros de la repartición Huatatas en arenales.

S1: el sentido de Av. 09 de Diciembre hacia Jr. Wari.

S2: el sentido de Jr. Wari hacia Av. 09 de Diciembre.

Figura 64. Promedio volumen vehicular en hora pico E4.



Fuente: Elaboración propia.

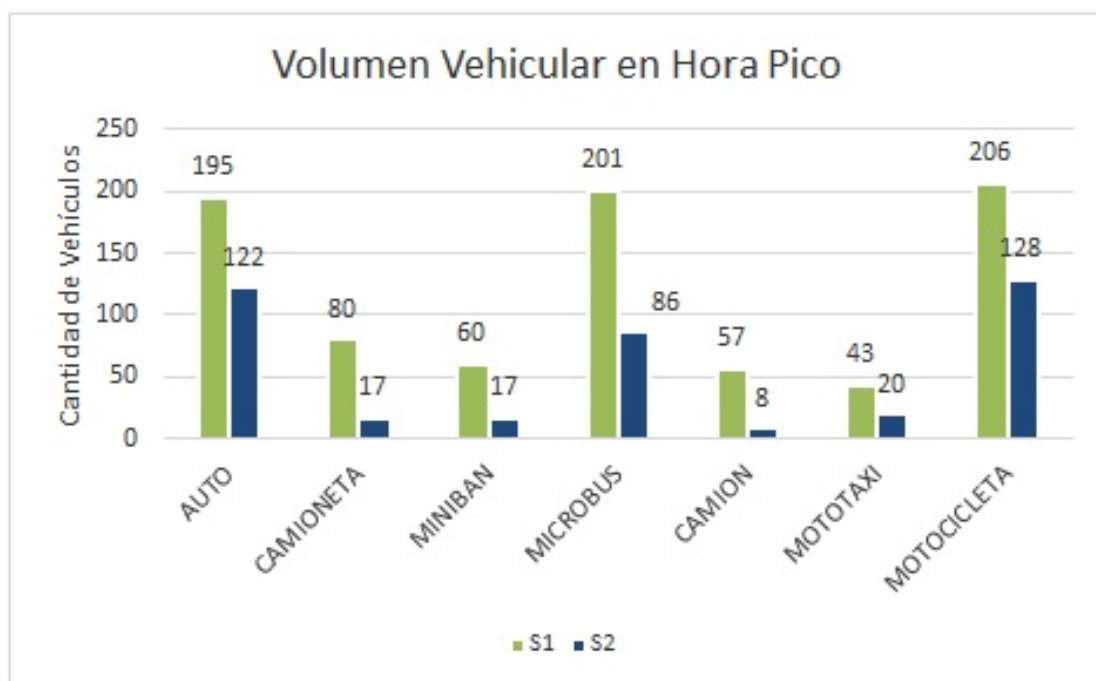
Estación 5:

Se ubica en la av. Ramon castilla cuadra 1 a 20 metros del ovalo de Puente Nuevo en el puente nuevo.

S1: el sentido de Paradero Carmen alto hacia Puente Nuevo.

S2: el sentido de Puente Nuevo hacia paradero Carmen Alto.

Figura 65. Promedio volumen vehicular en hora pico E5.



Fuente: Elaboración propia.

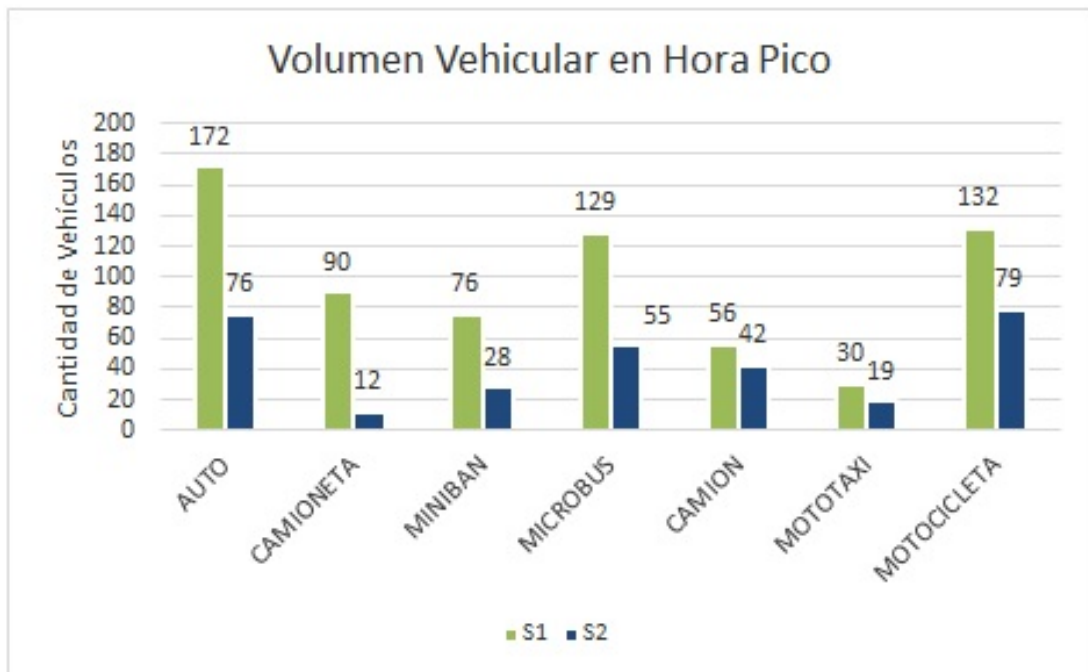
Estación 6:

Se ubica en la av. Carmen Alto cuadra 3 a 20 metros del puente alameda:

S1: el sentido de Jr. Los Pasitos hacia Av. San Lorenzo.

S2: el sentido de Av. San Lorenzo hacia Jr. Los Pasitos.

Figura 66. Promedio volumen vehicular en hora pico E6.



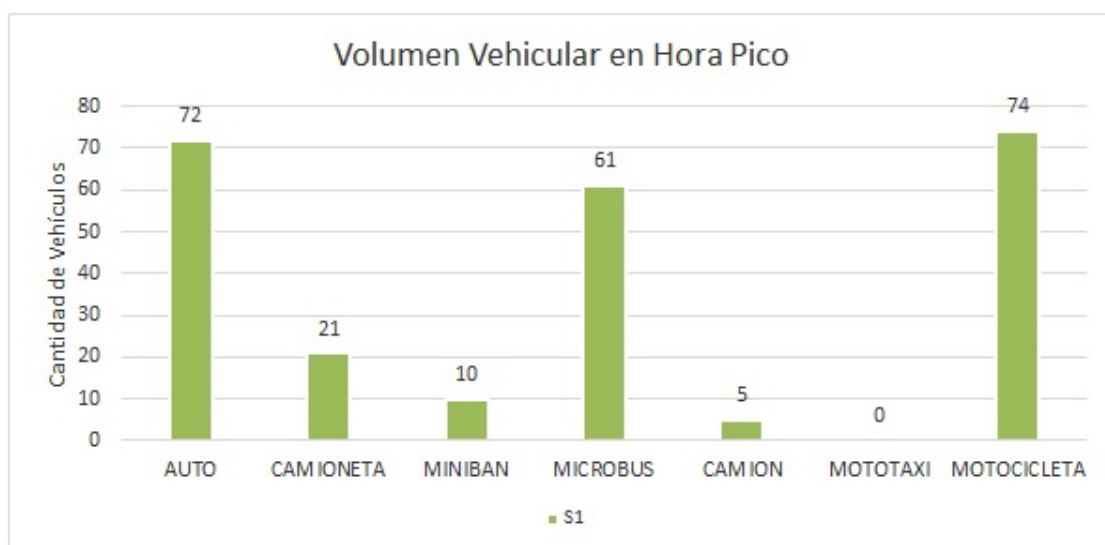
Fuente: Elaboración propia.

Estación 7:

Se ubica en el Jr. Sol cuadra 4 a 5 metros del paradero de buses.

S1: el sentido de Jr. Arequipa hacia Jr. Cusco.

Figura 67. Promedio volumen vehicular en hora pico E7.



Fuente: Elaboración propia.

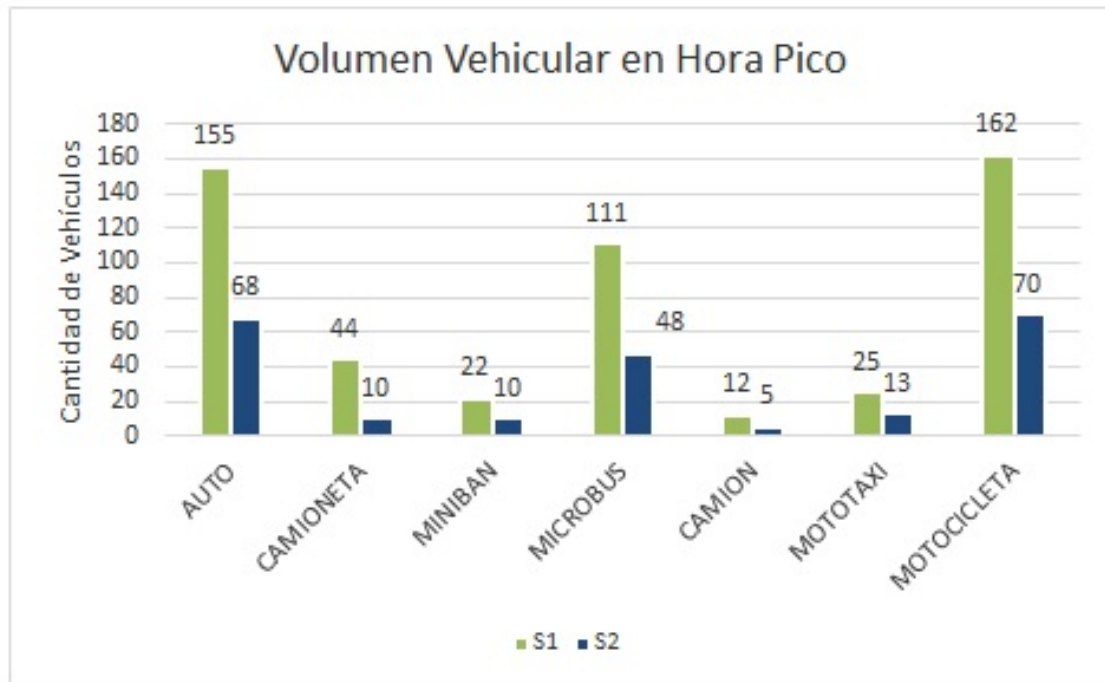
Estación 8:

Se ubica en la Av. Independencia cuadra 5 a metros de la estación de bomberos.

S1: el sentido de calle las magnolias hacia av. universitaria.

S2: el sentido de av. universitaria hacia calle las magnolias.

Figura 68. Promedio volumen vehicular en hora pico E8.

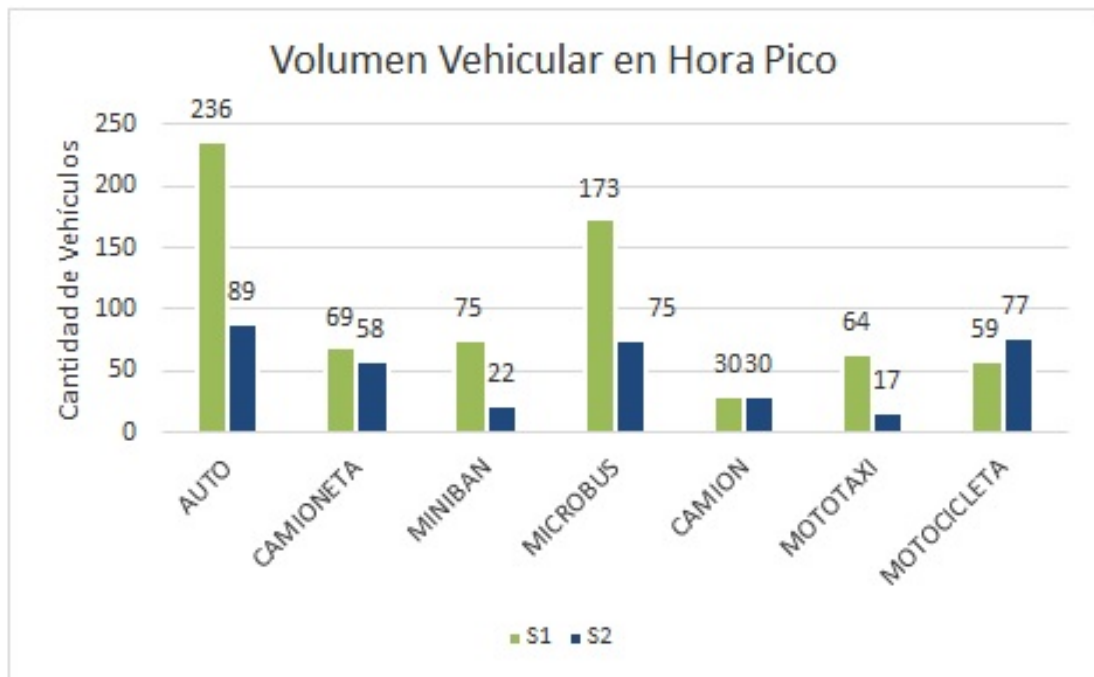


Fuente: Elaboración propia.

Estación 9:

Se ubica en la av. Javier Pérez de Cuellar cuadra 1 a 20 metros de la Av. Independencia

Figura 69. Promedio volumen vehicular en hora pico E9.



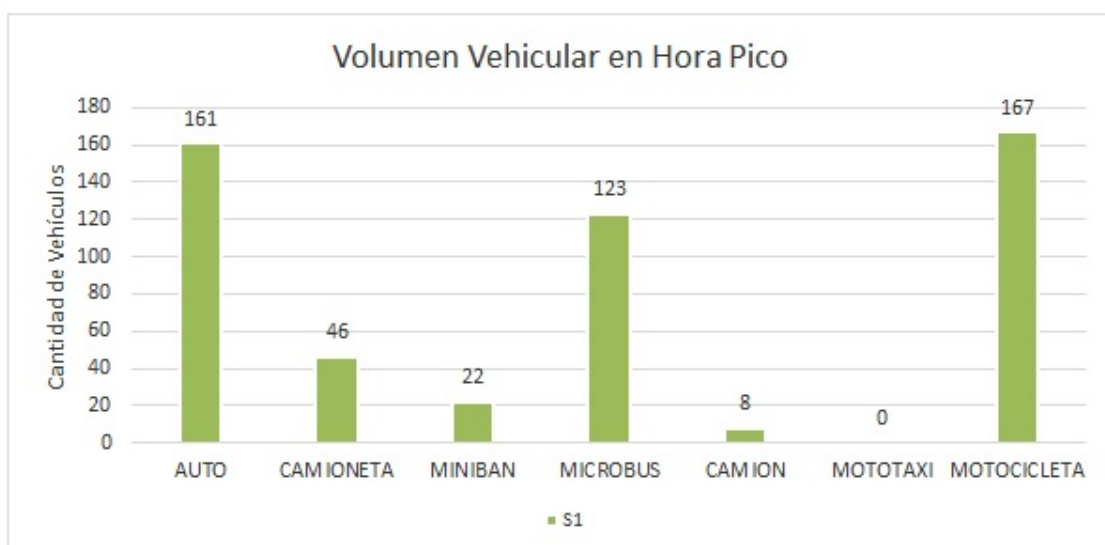
Fuente: Elaboración propia.

Estación 10:

Se ubica en la Jr. libertad cuadra 6 a 5 metros del paradero de buses.

S1: el sentido de jr. callao hacia jr. lima.

Figura 70. Promedio volumen vehicular en hora pico E10.



Fuente: Elaboración propia.

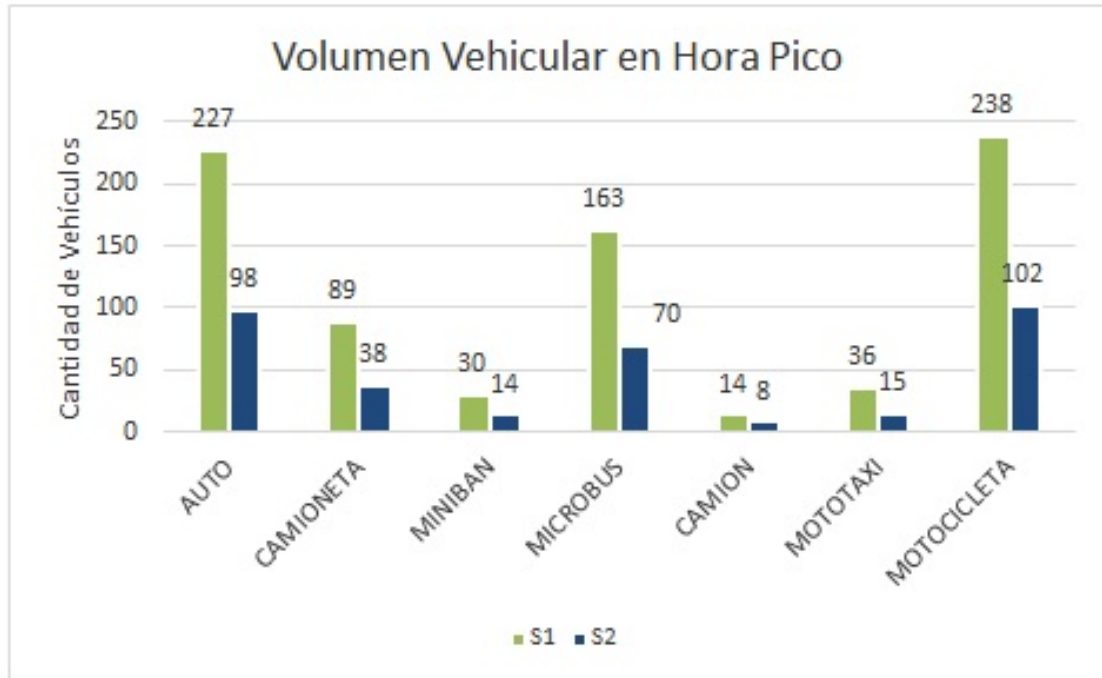
Estacion 11:

Se ubica en la via libertadores 30 a metros del gripo Ayacucho.

S1: el sentido de jr 7 de abril hacia av. 26 de enero.

S2: el sentido de 26 de enero hacia jr 7 de abril.

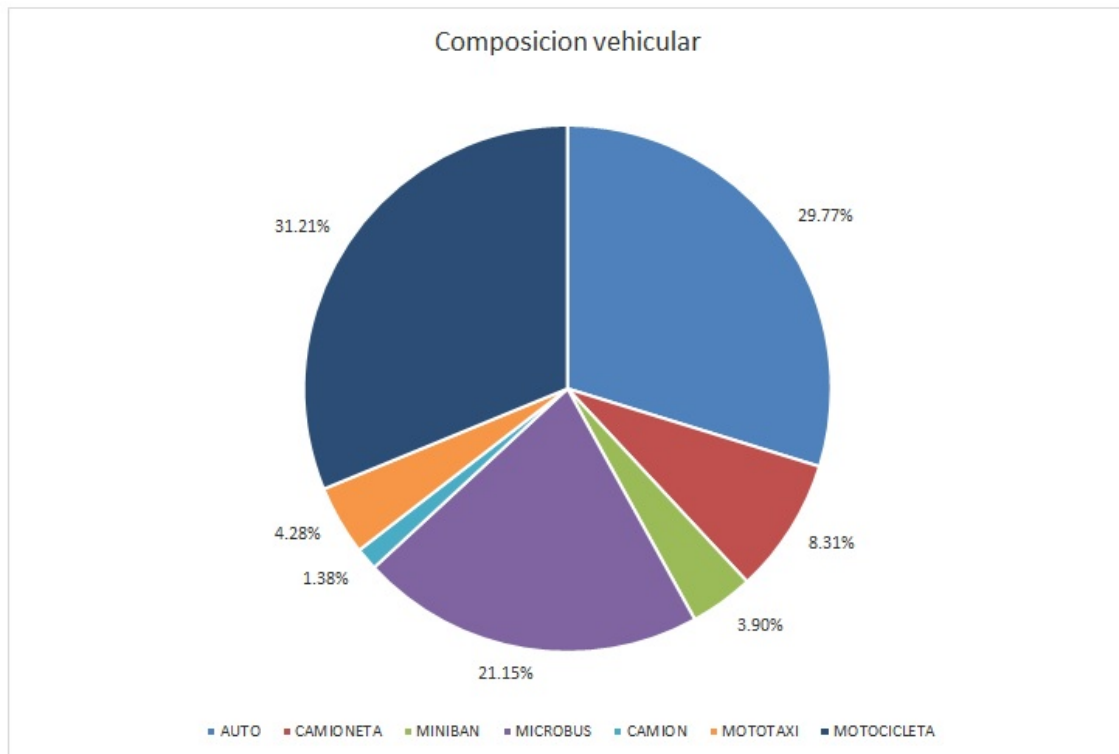
Figura 71. Promedio volumen vehicular en hora pico E11.



Fuente: Elaboración propia.

Con una composición vehicular promedio del total de los conteos se detallan en el siguiente grafico:

Figura 72. Composicion vehicular.



Fuente: Elaboración propia.

Obtención de información cartográfica

Se obtiene información espacial de dimensiones viales, áreas para zonificaciones, longitudes, carriles, sentidos de flujo vehicular de las plataformas: Google Earth, Google Maps, Openstreetmap y para la creación de la red vial de los flujos vehiculares se utiliza el software PTV Visum.

Modelamiento

En esta etapa de la investigación se realiza el modelamiento el software PTV VISUM 2022 para realizar la **Macrosimulación** del flujo de viajes que representa la demanda de viajes que será evaluado en tres grupos el transporte público (TPu), el transporte privado (TPr) y el transporte a pie o bicicleta (Walk), para la presente investigación mediante el modelo de transporte basado en viajes se realiza el análisis en cuatro etapas:

- Generación de viajes.
- Distribución de viajes.
- Partición modal de viajes

- Asignación de viajes

Software para el modelamiento

VISUM es una herramienta de software para la macro simulación de transporte, desarrollada por la empresa PTV – Planung Transport Verkehr AG en Karlsruhe, Alemania en los años 80 su primera versión. Es un software para la planificación de transporte, para la modelización de transporte y los análisis de redes. En VISUM se puede realizar varios tipos de modelo de transporte entre ellos el modelo clásico de los 4 pasos o también llamado modelo basado en viajes. Es utilizado para la planeación a escala nacional, regional y local. Se complementa con el simulador de tráfico VISSIM con el cual hay completa interoperabilidad.

Figura 73. PTV VISUM.



Fuente: (PTV VISUM, 2022).

Representación de la red

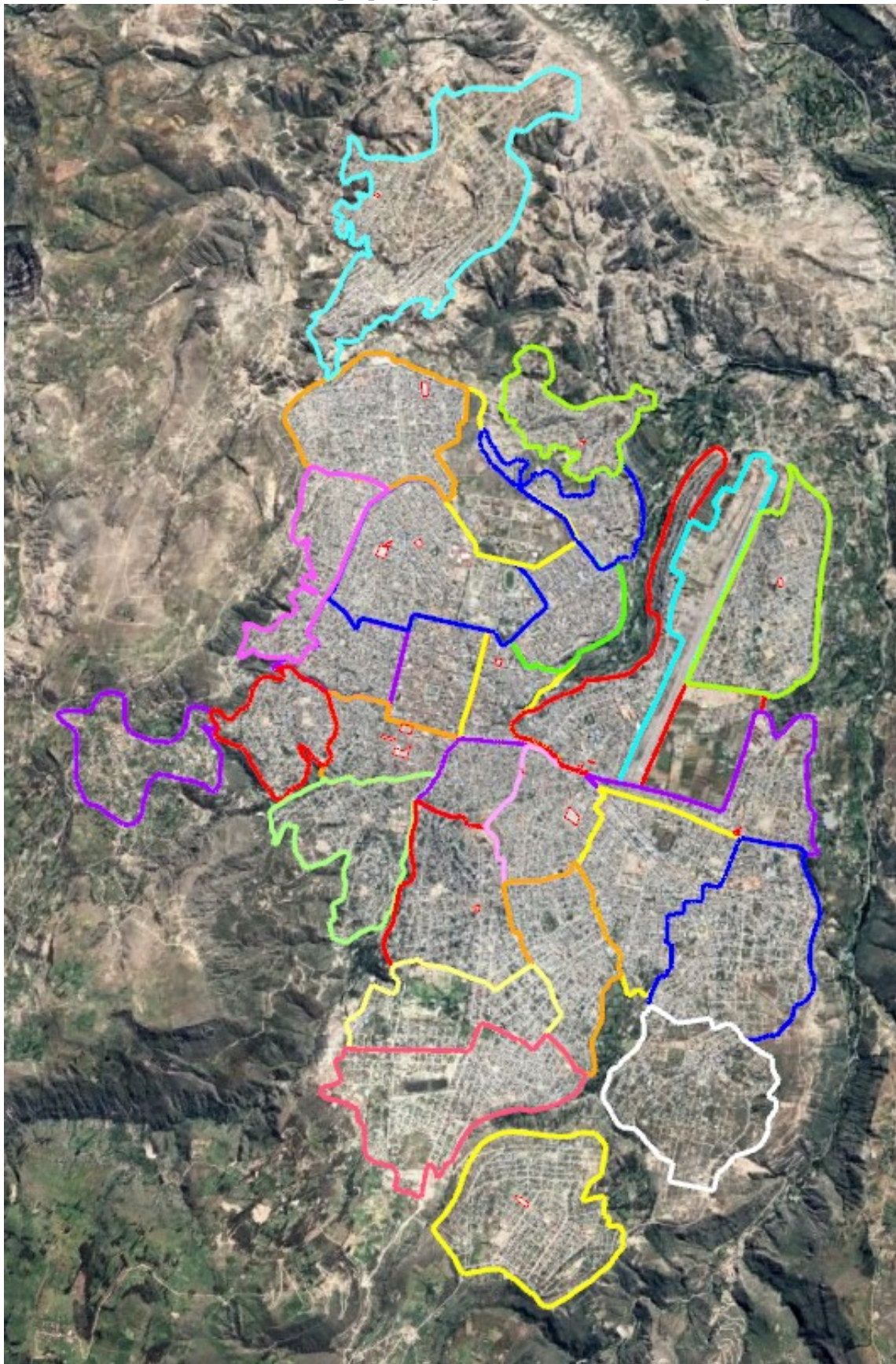
La red de transporte se representa mediante un sistema de enlaces que representan las vías, nodos intersecciones viales, zonas los grupos o conjuntos poblacionales, centroides puntos de mayor densidad poblacional o promedio representativo, conectores nexos que conectan las zonas con la red vial, las componentes viales que representan la red vial en el proceso de modelación en el área de estudio.

Zonificación

El sistema de zonas se utiliza para agrupar los hogares, centros de trabajo, centros educativos y otros servicios, en grupos más manejables desde el punto de vista de la modelación. Las dos propiedades importantes de un sistema de zonificación son el tamaño y el número de zonas, que por supuesto están relacionadas; mientras mayor sea el número de zonas en un área determinada, menor será su tamaño. a mayor número de zonas implica mayor exactitud, pero es más caro desde todo punto de vista (económico, procesamiento y computacional). Para este tipo de investigación por ser de carácter estratégico, se elegirán menos zonas y más grandes. La forma de las zonas debe permitir una fácil determinación de su centroide, si resulta alguna zona con forma irregular, su centroide se localizará en el centro ponderado de densidades poblacionales y no en su centro geográfico.

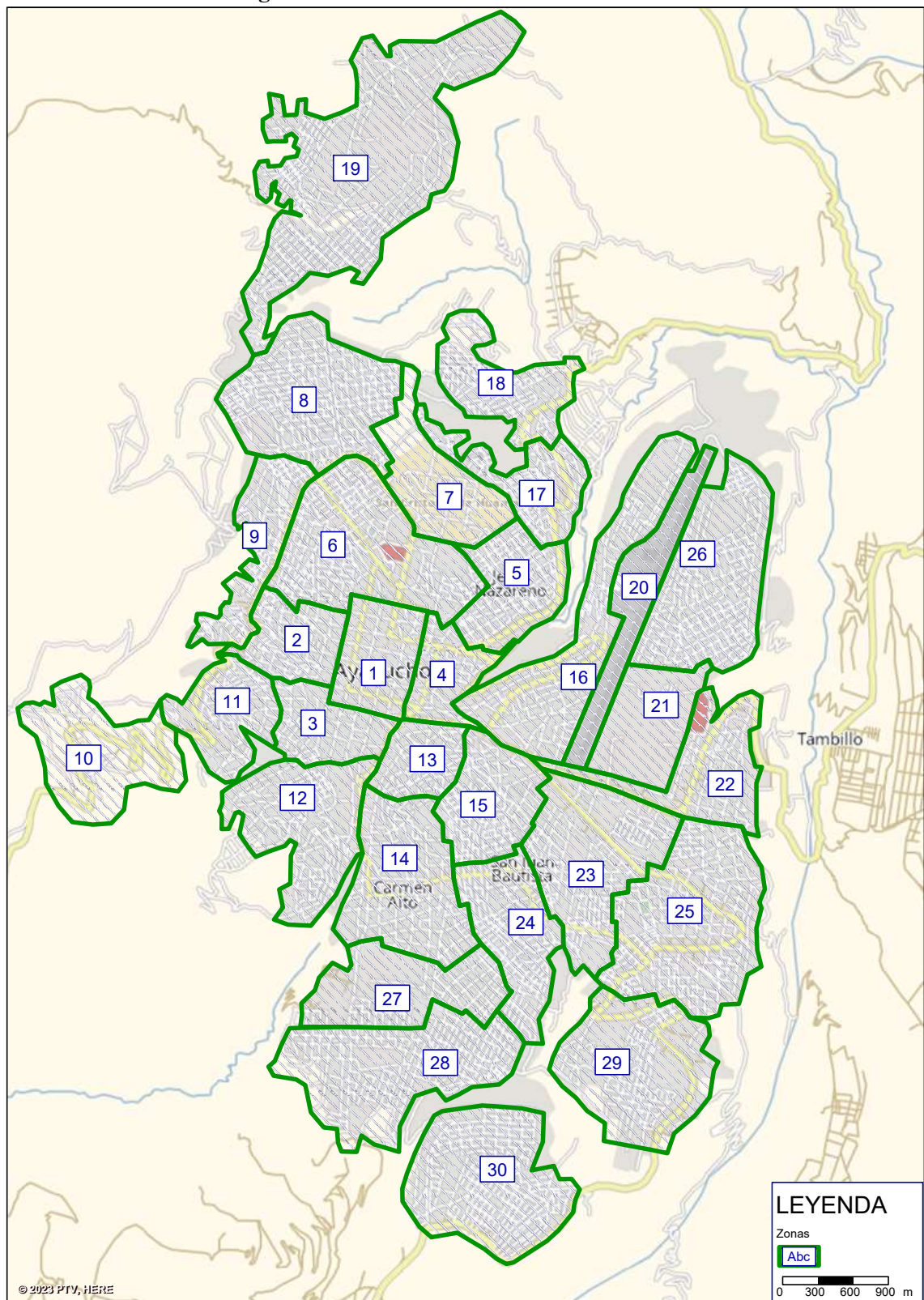
La zonificación de la ciudad de Ayacucho se realiza en base a varios criterios basados en información obtenida del municipio y fuentes estadísticas como: límites de barrios, asociaciones de viviendas, asentamientos humanos o simplemente zonas homogéneas (similar uso de suelo o composición de la población), también respetando los límites distritales esto para facilitar la obtención de la información estadística de las zonas propuestas. Se propone 30 zonas para la investigación y evaluación, en base a estas se realizó las encuestas, toma de datos e información.

Figura 74. Zonificación propuesta para el modelamiento en Google Earth.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 75. Zonificación en el software VISUM.



Fuente: Elaboración propia.

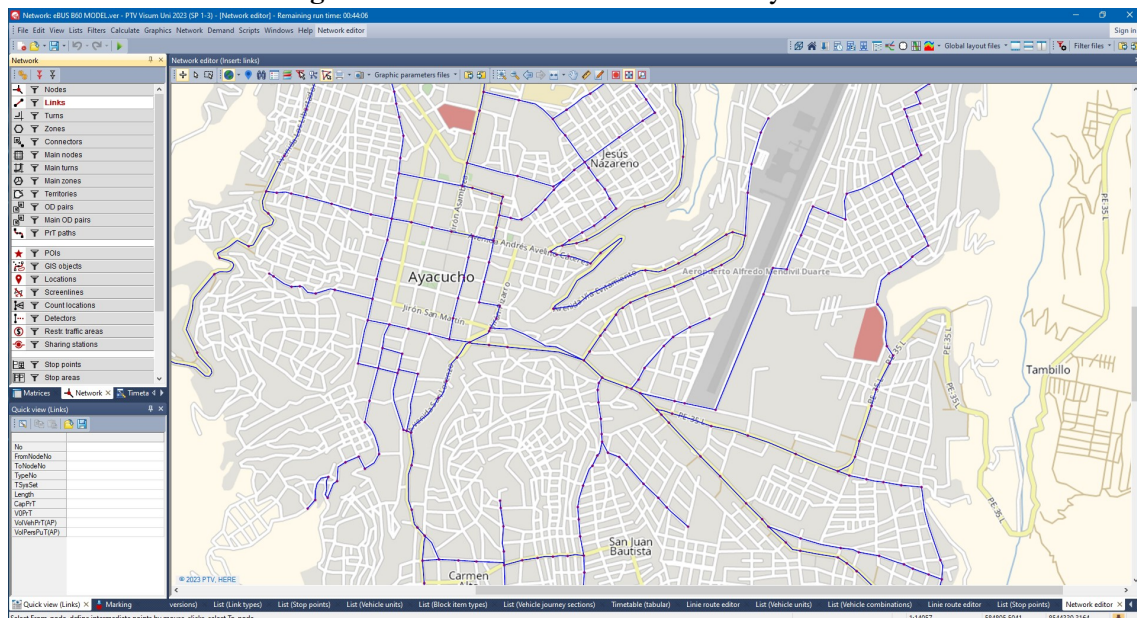
Normalmente, la red se modela como un grafo dirigido, vale decir, un sistema de nodos y enlaces que los unen (Larsen y Odoni, 1981). la mayoría de los nodos representan intersecciones y los enlaces representan secciones homogéneas de vía entre ellas. Los enlaces se caracterizan por varios atributos, tales como longitud, curvas flujo-velocidad y capacidad (asociada al número de carriles). Un conjunto de nodos se asocia a los centroides de las zonas, y otro de enlaces corresponde a los conectores de centroides. (Ortuzar, 2015)

Trazo de la red vial

Para el modelamiento se realiza el trazado de las principales vías de transporte de la ciudad de Ayacucho, y no se realiza el trazado de las vías secundarias debido a limitaciones computacionales y la licencia del software versión estudiante pero tendrá poca relevancia en lo que respecta al modelamiento del transporte público ya que esta generalmente recorre las principales vías o avenidas principales, para el análisis del transporte privado si habría serias limitaciones en su evaluación pero al no ser el tema de estudio se podría considerar correcto esta consideración.

Los enlaces, grafos o links son representaciones que describen calles, avenidas, o vías de la red de transporte. contienen información acerca de la como longitud, número de carriles, velocidad flujo libre, capacidad, sentido vial, etc. Se considera 3 categorías en el estudio con 1 o 2 carriles en: vías locales, avenidas principales y carreteras de acceso a la ciudad.

Figura 76. Creacion de la red de enlaces y nodos.



Fuente: Elaboración propia.

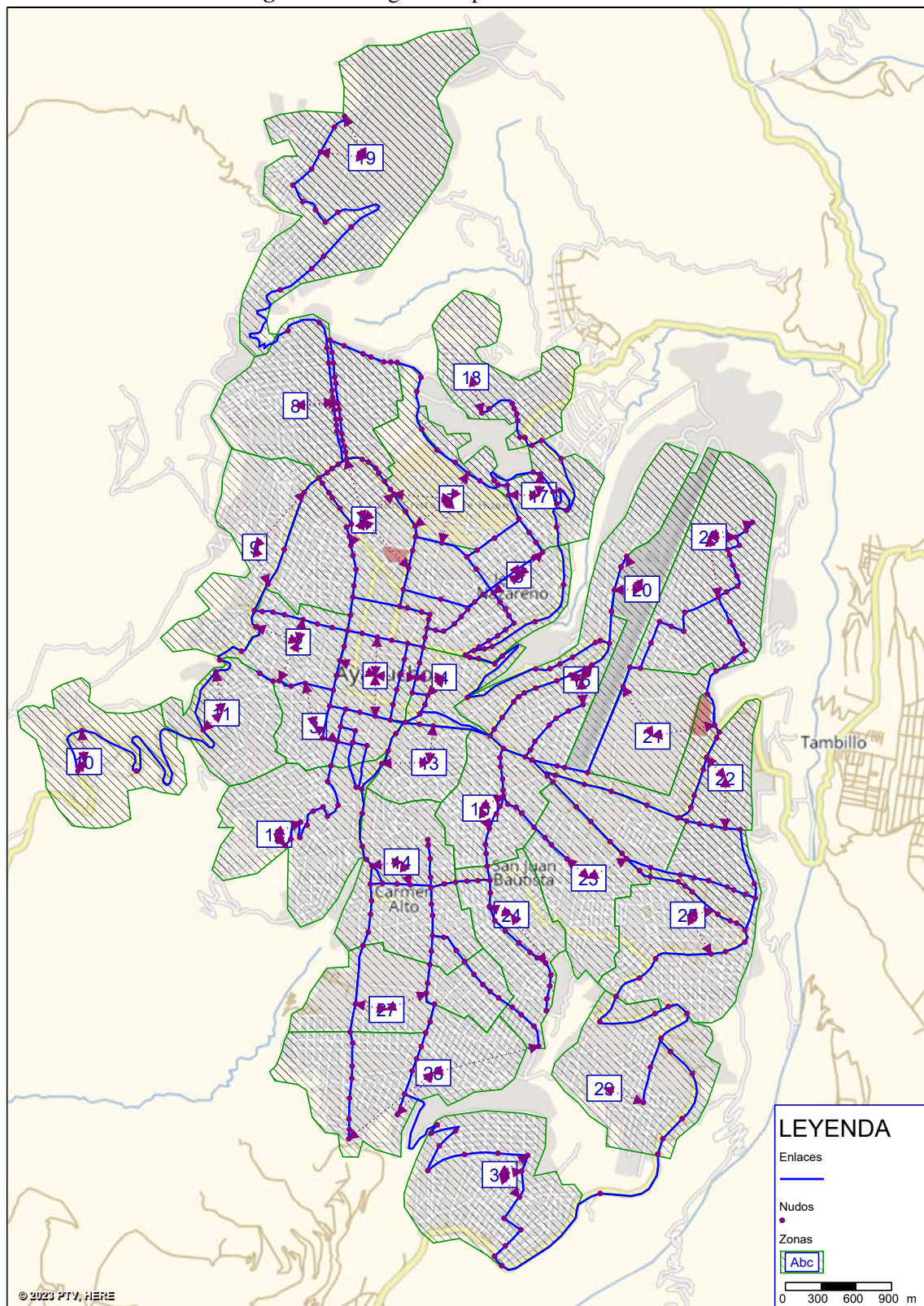
Los nodos o intersecciones: son representaciones de las intersecciones viales como esquinas, cruces, etc. Los nodos determinan las ubicaciones de los cruces de calles o paraderos.

Las zonas: también conocidas celdas de tráfico son los orígenes y destinos de los movimientos (demanda). Esto significa que cada viaje comienza en una zona y termina en otra zona. Las zonas conectan la oferta de transporte (red modelo con nodos, enlaces, líneas PuT, etc.) y la demanda de viaje (en forma de demanda de todos los pares OD del modelo. A cada zona se le puede asignar un límite de zona (polígono de zona) que representa la extensión espacial de la zona. Las zonas consideradas en el estudio se zonificaron primero de acuerdo a límites distritales, asentamientos o barriales, posteriormente se utilizó el criterio de similitud de composición urbana y de densidad poblacional

Los centroides: Son aquellos puntos que representan la concentración de las zonas que se reducen a un punto. se considera en el modelamiento los puntos de mayor afluencia en la zona o de concentración poblacional dependiendo del caso particular de cada zona.

Los conectores: Son representaciones que conectan el centroide de la zona y los nodos de la red, simboliza a una ruta de acceso o salida a la zona en estudios. Son los accesos mayormente utilizados o con más afluencia de tránsito a una zona de entrada La red vial considerada para el estudio considera las principales avenidas y calles de aproximadamente 156 km de longitud en total, compuesta por 980 enlaces, 469 nodos, 30 zonas unidas mediante conectores a los enlaces

Figura 77. Diagrama representando la red vial.

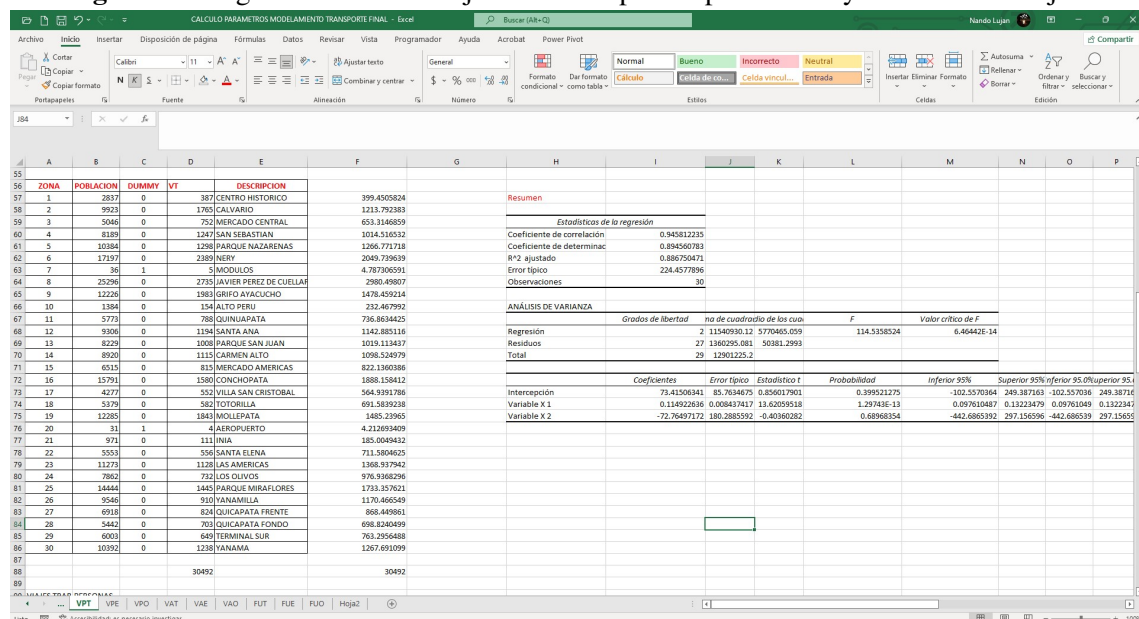


Fuente: Elaboración propia.

3.9.4 Generación de viajes

La demanda total obtenida para cada zona de tránsito considerada se estima en base al modelo de generación de viaje. El modelo consiste dos etapas en producción y atracción. Se realiza en esta etapa, mediante una regresión lineal los parámetros de un conjunto de variables. Evaluando mediante hojas de cálculo (Excel) las encuestas y la recopilación de información estadística de las plataformas INEI (Demográfica), MTPE (Trabajo y empleo) y ESCALE (Educación), GEORIS (Demográfica detallada) municipalidades distritales y provincial de la ciudad de Ayacucho, se obtuvo la información para cada una de las 30 zonas de tránsito propuestas.

Figura 78. Regresión lineal en hoja de cálculo para la producción y atracción de viajes.



Fuente: Elaboración propia.

Se determinará en tres categorías con respecto a viajes con propósito de trabajo, viajes con propósito de estudios y viajes por otros propósitos (compras y ocio).

3.9.4.1 Modelo de producción de viajes

Por medio de la regresión lineal múltiple se obtiene:

$$P_i = C_0 + C_i X_i + \dots + C_n X_n \quad (3.4)$$

Modelo de producción de viajes para el grupo trabajadores (W)

Tabla 7: Coeficientes obtenidos para el grupo (W).

Variable	Coeficiente	T estadístico	R2
Constante	73.415	0.856	0.864
Población	0.115	13.621	
Dummy1	-72.765	-0.404	

Fuente: Elaboración propia.

$$PHBW_i = 73,415 + 0,1215Pob_i - 72,765Dummy1 \quad (3.5)$$

Donde:

$PHBW_i$: Producción de HBW en la zona i.

Pob_i : Población en la zona i.

$Dummy1$: Variable ficticia1 (por las zonas 7 UNSCH Y 20 Aeropuerto)

Modelo de producción de viajes para el grupo estudiantes (S)

Tabla 8: Coeficientes obtenidos para el grupo (S).

Variable	Coeficiente	T estadístico	R2
Constante	75.179	1.431	0.912
Población	0.077	14.986	
Dummy1	-74.775	-0.677	

Fuente: Elaboración propia.

$$PHBS_i = 0,2494 + 0,12Pob_i - 74,775Dummy1 \quad (3.6)$$

Donde:

$PHBS_i$: Producción de HBS en la zona i.

Pob_i : Población en la zona i.

$Dummy1$: Variable ficticia1 (por las zonas 7 UNSCH Y 20 Aeropuerto)

Modelo de producción de viajes para el grupo otros (O)

$$PHBO_i = 0,2494 + 0,12Pob_i \quad (3.7)$$

Tabla 9: Coeficientes obtenidos para el grupo (O).

Variable	Coeficiente	T estadístico	R2
Constante	13.21	0.361	0.888
Población	0.056	14.886	

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

$PHBO_i$: Producción de HBO en la zona i.

Pob_i : Población en la zona i.

3.9.4.2 Modelo de atracción de viajes

Por medio de la regresión lineal múltiple se obtiene:

$$A_j = C_0 + C_j X_j + \dots + C_n X_n \quad (3.8)$$

Modelo de atracción de viajes para el grupo trabajadores (W)

Tabla 10: Coeficientes obtenidos para el grupo (W).

Variable	Coeficiente	T estadístico	R2
Constante	-146.113	-1.385	0.964
Puestos de trabajo	0.168	4.707	
Dummy1	170.015	0.883	
VATU	6.96	3.367	

Fuente: Elaboración propia.

$$AHBW_i = -146,113 + 0,168PTrab_i + 170,015Dummy1 + 6,960VATU_i \quad (3.9)$$

Donde:

$AHBW_i$: Atracción de HBW en la zona i.

$PTrab_i$: Puestos de trabajo en la zona i.

$Dummy1$: Variable ficticia1 (por las zonas 7 UNSCH Y 20 Aeropuerto)

$VATU_i$: Valores arancelarios de terrenos urbanos

Modelo de atracción de viajes para el grupo estudiantes (S)

Tabla 11: Coeficientes obtenidos para el grupo (S).

Variable	Coeficiente	T estadístico	R2
Constante	-49.838	-0.433	0.883
Vacantes	0.342	13.7	
Dummy2	49.456	0.181	

Fuente: Elaboración propia

$$AHBS_i = -49,838 + 0,342Vac_i + 49,456Dummy2 \quad (3.10)$$

Donde:

$AHBS_i$: Atracción de HBS en la zona i

Vac_i : Vacantes en la zona i

$Dummy2$: Variable ficticia2 (por las zonas 20 Aeropuerto y 21 INIA)

Modelo de atracción de viajes para el grupo otros (O)

Tabla 12: Coeficientes obtenidos para el grupo (O).

Variable	Coeficiente	T estadístico	R2
Constante	27.715	0.796	0.881
Hogares	0.161	0.013	
Dummy1	-15.715	74.57	

Fuente: Elaboración propia

$$AHBO_i = 27,715 + 0,161Hog_i - 15,715Dummy1 \quad (3.11)$$

Donde:

$AHBO_i$: Atracción de HBO en la zona i.

Hog_i : Hogares en la zona i.

$Dummy1$: Variable ficticia1 (por las zonas 7 UNSCH Y 20 Aeropuerto)

The screenshot shows the Aegis 890 Modeler software interface. The main window displays the 'Procedure sequence' window, which lists various procedures and their results. A 'Parameters: Trip generation' dialog box is open, showing input values for demand, production, and attraction functions.

Procedure sequence window:

Nodes	Procedure	Reference object(s)	Variant/file	Messages	Comment	Start/Time	Duration	Result/Message
24	Active							
1	Trip generation	All MOI demand data				26/10/2022	0min	
2	Calculate P/T stem matrix	C, CR				26/10/2022	0min	
3	Estimate gravitation parameters (KALBR0)	AP01_D001				26/10/2022	0min	The procedure 'Estimate gravitation parameters (KALBR0)' was successfully finished.
4	Estimate gravitation parameters (KALBR0)	AP02_D001				26/10/2022	0min	The procedure 'Estimate gravitation parameters (KALBR0)' was successfully finished.
5	Estimate gravitation parameters (KALBR0)	AP03_D001				26/10/2022	0min	The procedure 'Estimate gravitation parameters (KALBR0)' was successfully finished.
6	Trip distribution	All MOI demand data				26/10/2022	0min	Matrix total 1 0000 after distribution of all demand data: 30531.140 Matrix total 2 OK
7	Calculate P/T stem matrix	C, CR				26/10/2022	0min	
8	Calculate P/T stem matrix	W, HMB		Type-based		26/10/2022	0min	The assignment was completed successfully.
9	Calculate P/T stem matrix	X, PUL		Type-based		26/10/2022	0min	The assignment was completed successfully.
10	Modal choice	All MOI demand data				26/10/2022	0min	Successfully calculated modal choice for 3 demand data and 3 modes. Global Modal S
11	Modal choice					26/10/2022	0min	
12	P/T assignment					26/10/2022	0min	Matrix total 1 0000 after distribution of all demand data: 30531.140 Matrix total 2 OK
13	Demand matrix correction					26/10/2022	0min	
14	P/T assignment					26/10/2022	0min	
15	P/T assignment					26/10/2022	0min	
16	Demand matrix correction					26/10/2022	0min	
17	P/T assignment					26/10/2022	0min	
18	Exit analysis					26/10/2022	0min	
19	Demand matrix correction					26/10/2022	0min	
20	Assignment analysis					26/10/2022	0min	
21	Assignment analysis					26/10/2022	0min	
22	Resist traffic areas					26/10/2022	0min	
23	Sharing stations					26/10/2022	0min	
24	Line Blocking					26/10/2022	0min	

Parameters: Trip generation dialog box:

☐ Calculate attributes for active zones only
☐ Set attributes of passive zones to 0
☐ Matrix balancing for active zones only
☐ Sum up values

Demand stream

		Production function	Attraction function
1	AP01_D001	Production total 73.415+6.115*(PERSONAS)*72.765*(DUMMYS)	-146.113+6.168*(PUSTOS TRABAJA)+170.812*(DUMMYS)+4.960*(VATU) ...
2	AP02_D001	Production total 75.179+6.077*(PERSONAS)*74.775*(DUMMYS)	-49.838+6.342*(VACANTE)+49.459*(DUMMYS) ...
3	AP03_D001	Production total 13.216+6.006*(PERSONAS)	27.735+6.161*(HOGARES)*15.713*(DUMMYS) ...

En el programa al reemplazar los modelos de generación y atracción se generará la producción y la atracción de viajes zona las cuales son una primera fase sin balanceo y distribución.

The screenshot displays the PTVis Desktop application interface. The main window is the 'Network editor (Edit: Links)', showing a map of a city area with various zones and roads. The left sidebar contains a 'Network' tree with categories like Zones, Connectors, Main links, Main turns, Main zones, Territories, OD pairs, and PIT paths. The top menu bar includes File, Edit, View, Lists, Filters, Calculate, Graphics, Network, Demand, Scenarios, Windows, Help, and Network editor.

A dialog box titled 'Define productions/attractions' is open, showing the configuration for a specific demand model. The dialog has a 'Name' field set to 'APO1_DG01' and a 'Time interval set' dropdown. The main table lists the following data:

Number	Zone	Productions	Attractions
1	395.67000000	5284.07351181	
2	1214.56000000	1641.02737455	
3	653.79500000	1591.31436502	
4	1015.15000000	2320.41466427	
5	1267.57500000	1199.04962814	
6	2051.07000000	1708.62207309	
7	4.79000000	70.37043336	
8	2955.45500000	842.44147568	
9	1479.40500000	792.52985700	
10	232.57500000	562.91644968	

The dialog also includes a 'Demand models' section with a dropdown menu showing 'APO1_AYACUCHOCHOPALITANK'. Below this, there is a table for 'Bases' with columns for 'Person groups', 'Activity pairs', and 'Demand strata'. The table shows three entries for 'APO1_DG01' with different demand strata (APO1, APO2, APO3).

At the bottom of the dialog, there are buttons for 'Create', 'Delete', and 'Productions/attractions...'. The 'Productions/attractions...' button is highlighted.

3.9.5 Distribución de viajes

121

destinos de acuerdo a un criterio o método de distribución (Método gravitacional en este caso) de viajes para desarrollar una matriz de viajes, tal que esta muestra el número de viajes que van desde cada origen a cada destino. En nuestro caso la distribución de viajes creara una matriz origen destino para todas las 30 zonas. También se realiza el balanceo en este caso acotado a la producción de la cual se dispone información más certera.

La función de impedancia o función fricción (resistencia la viaje) utilizada por el método gravitacional será:

$$U_{ij} = Fd_{ij} \quad (3.12)$$

Donde:

U_{ij} : Impedancia de la zona i a la zona j.

Fd_{ij} : Factor distancia de la zona i a la zona j.

Para el método gravitacional empleando la función gamma o también conocida como combinada.

$$f(U_{ij}) = aU_{ij}^b e^{cU_{ij}} \quad (3.13)$$

Donde:

U_{ij} : Función de impedancia para el transporte de la zona i a la zona j.

a, b, c : Parámetros a estimar mediante la matriz de distancias y el balanceo de la distribución acotada a orígenes.

Reemplazando en la ecuación del modelo gravitacional para cada valor de las celdas de viajes:

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j f(U_{ij}) \quad (3.14)$$

Donde:

T_{ij} : Función de impedancia para el transporte de la zona i a la zona j.

A_i : viajes atraídos

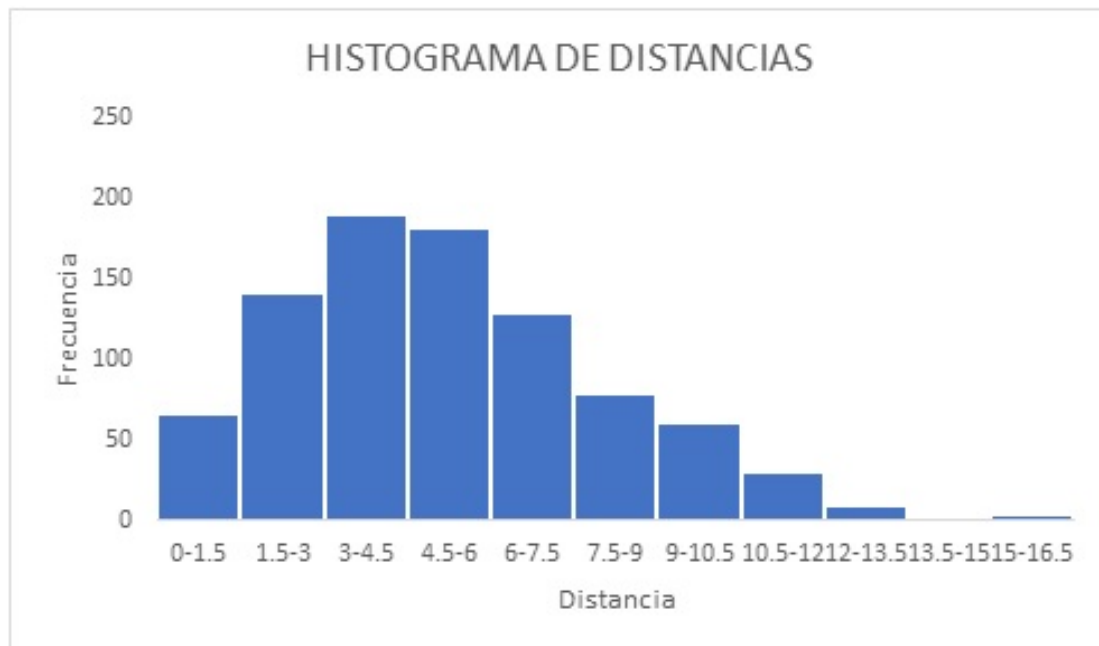
O_i : viajes producidos

Para el modelo se utiliza la función gamma o combinada y luego se procedió a la distribución gravitacional basada en las distancias entre las diferentes zonas a recorrer y las frecuencias de acuerdo al histograma.

Tabla 13: Frecuencias de distribución de viajes

N	Li	Ls	x	fr	F	fr %	f %
0-1.6	0	1.6	0.8	79	79	0.088	0.088
1.6-3.2	1.6	3.2	2.4	146	225	0.162	0.250
3.2-4.8	3.2	4.8	4	208	433	0.231	0.481
4.8-6.4	4.8	6.4	5.6	173	606	0.192	0.673
6.4-8	6.4	8	7.2	132	738	0.147	0.820
8-9.6	8	9.6	8.8	83	821	0.092	0.912
9.6-11.2	9.6	11.2	10.4	48	869	0.053	0.966
11.2-12.8	11.2	12.8	12	20	889	0.022	0.988
12.8-14.4	12.8	14.4	13.6	7	896	0.008	0.996
14.4-16	14.4	16	15.2	4	900	0.004	1.000

Fuente: Elaboración propia.

Figura 81. Histograma de distancias.

Fuente: Elaboración propia.

3.9.6 Partición modal de viajes

La utilidad, un término muy utilizado en estudios económicos, que representa la preferencia en los servicios. Con variables asociadas al tiempo (Tiempo total de viaje, Tiempo a pie, etc) y variables asociadas al costo (tarifa de pasaje, costo por combustible, etc). para este caso sería el modelo para tres segmentos: Transporte público (TPu), transporte privado (TPr) y el transporte a pie (Walk)

$$UTPu_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 C_v + \alpha_2 T_v \quad (3.15)$$

$$UTPr_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 C_v + \alpha_2 T_v \quad (3.16)$$

$$UWalk_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 C_v + \alpha_2 T_v \quad (3.17)$$

Donde:

$UTPu_{ij}$: Utilidad del modo público de la zona i a la zona j.

$UTPr_{ij}$: Utilidad del modo privado de la zona i a la zona j.

$UWalk_{ij}$: Utilidad del modo a pie o bicicleta de la zona i a la zona j.

C_v : Costo de viaje en un vehículo entre el origen i y el destino j.

T_v : Tiempo de viaje en un vehículo entre el origen i y el destino j.

En la evaluación del modelo de partición modal, se utilizó el modelo logit multinomial para evaluar la probabilidad de decisión entre las respectivas categorías evaluadas. Este modelo se representa con la siguiente formula:

Donde:

$$PTPu_{ij} = \frac{e^{UTPu_{ij}}}{e^{UTPu_{ij}} + e^{UTPr_{ij}} + e^{UWalk_{ij}}} \quad (3.18)$$

$$PTPr_{ij} = \frac{e^{UTPr_{ij}}}{e^{UTPu_{ij}} + e^{UTPr_{ij}} + e^{UWalk_{ij}}} \quad (3.19)$$

$$PTWalk_{ij} = \frac{e^{UWalk_{ij}}}{e^{UTPu_{ij}} + e^{UTPr_{ij}} + e^{UWalk_{ij}}} \quad (3.20)$$

Donde:

$PTPu_{ij}$: Probabilidad del modo público de la zona i a la zona j.

$PTPr_{ij}$: Probabilidad del modo privado de la zona i a la zona j.

$PWalk_{ij}$: Probabilidad del modo a pie o bicicleta de la zona i a la zona j.

Hallando los costos operativos del tipo de transporte:

El costo en el transporte público varía dependiendo de la distancia y trasbordos realizados, según las tarifas que ofertan los diferentes tipos de empresas:

Bus: 1.5 soles por el recorrido y en zonas más alejadas 2 soles y 2.5 soles por viajes de extremo a extremo de la ciudad, en caso de trasbordos puede ser mayor.

El costo el transporte privado se tiene que considerar a una serie de factores tales como:

- Combustible: Se calcula el consumo de combustible promedio por km de viaje considerando un rendimiento promedio de 65.47 km/galón con precio por galón de G90 de 16.90 soles y de Diesel de 19.80 soles considerando recorridos promedio de 20000 km anual.
- Lubricantes: Considerando cada cambio de aceite S/.160, realizándolo 4 veces al año y que se recorra 20000 km en un año.
- Neumáticos: los neumáticos se recomienda renovar cada 50000 km o 10 años de servicio el juego promedio de llantas tiene un valor S/. 3200
- Mantenimiento o reparaciones: Se asume de información aproximada unos 20000 soles cada 200000 km.

Se obtiene un costo de:

$$C_p = C_c + C_l + C_{cv} + C_n + C_m \quad (3.21)$$

$$C_p = 0,2803 + 0,032 + 0,3 + 0,064 + 0,1 \quad (3.22)$$

$$C_p = 0,7763 \text{soles/km} \quad (3.23)$$

Costos operativos caminando:

Los costos operativos serian cero, pero se descompensa este tipo de transporte con el tiempo de recorrido y el desgaste físico del peatón.

Hallando los costos y tiempos de los medios de transporte público y privado. posteriormente mediante el método de maximización de verosimilitud obtenemos la función de Utilidad para cada medio.

Figura 82. Obtención de las funciones de utilidad mediante el método de maximización de la verosimilitud en hoja de calculo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Clasificación de los modelos de asignación

Modelo	Variable	Función utilidad
Transporte Privado	Costo por distancia	$1,448 + 0,585 * CTP_{rij} - 0,179 TTP_{rij}$
	Tiempo de viaje	
Transporte Publico	Costo por distancia	$0,739 + 0,082 * CTP_{uij} + 0,012 * TTP_{uij}$
	Tiempo de viaje	
Transporte a pie	Costo por distancia	$0,807 + 1 * CTW_{ij} + 0,0058 * TTW_{ij}$
	Tiempo de viaje	

Fuente: Elaboración propia.

$$UTPr_{ij} = 1,448 + 0,585 * CTP_{rij} - 0,179 TTP_{rij} \quad (3.24)$$

$$UTPu_{ij} = 0,739 + 0,082 * CTPu_{ij} + 0,012 * TTPu_{ij} \quad (3.25)$$

$$UWalk_{ij} = 0,807 + 1 * CTW_{ij} + 0,0058 * TTW_{ij} \quad (3.26)$$

Donde:

$CTPr_{ij}$: Matriz de costo de transporte privado.

$CTPu_{ij}$: Matriz de costo de transporte público.

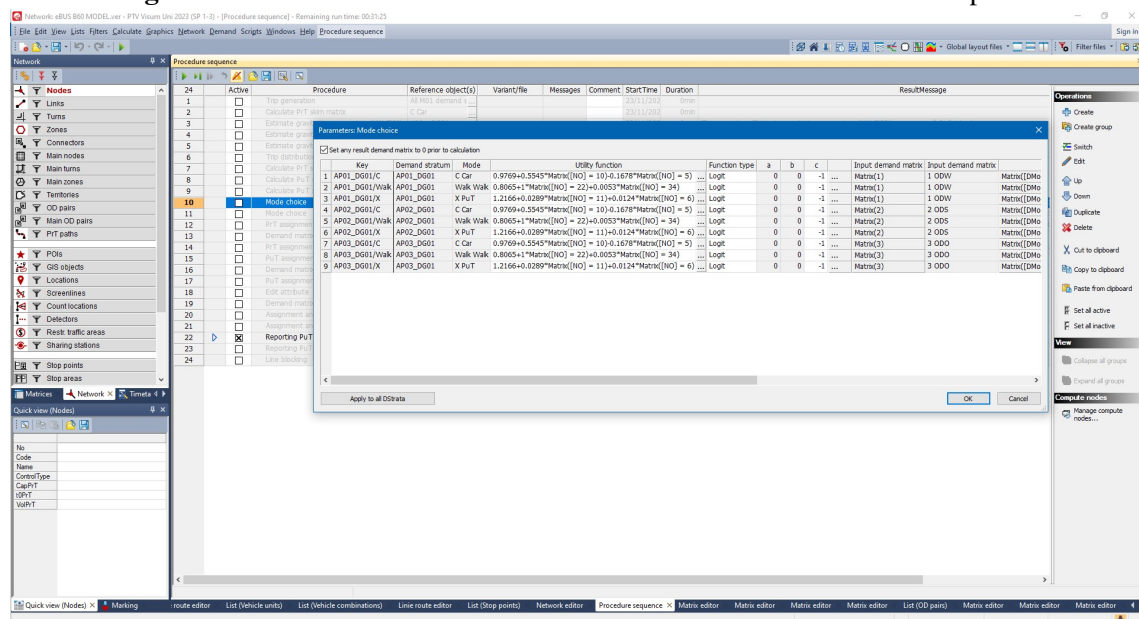
CTW_{ij} : Matriz de costo de transporte a pie.

$TTPr_{ij}$: Matriz de tiempo de transporte privado.

$TTPu_{ij}$: Matriz de tiempo de transporte público.

TTW_{ij} : Matriz de tiempo de transporte a pie.

Figura 83. Introduciendo las funciones de utilidad de los modos de transporte.



Fuente: Elaboración propia.

3.9.7 Asignación de viajes

Las matrices de selección modal obtenidas privado, público y a pie son asignadas a la red de tráfico. El transporte privado mediante el modelo de asignación de equilibrio. Los procedimientos de asignación de equilibrio asumen que cada usuario de la vía elige su ruta de tal manera que la impedancia en todas las rutas alternativas sea la misma y que cambiar a una ruta diferente aumentaría el tiempo de viaje personal (óptimo para el usuario)

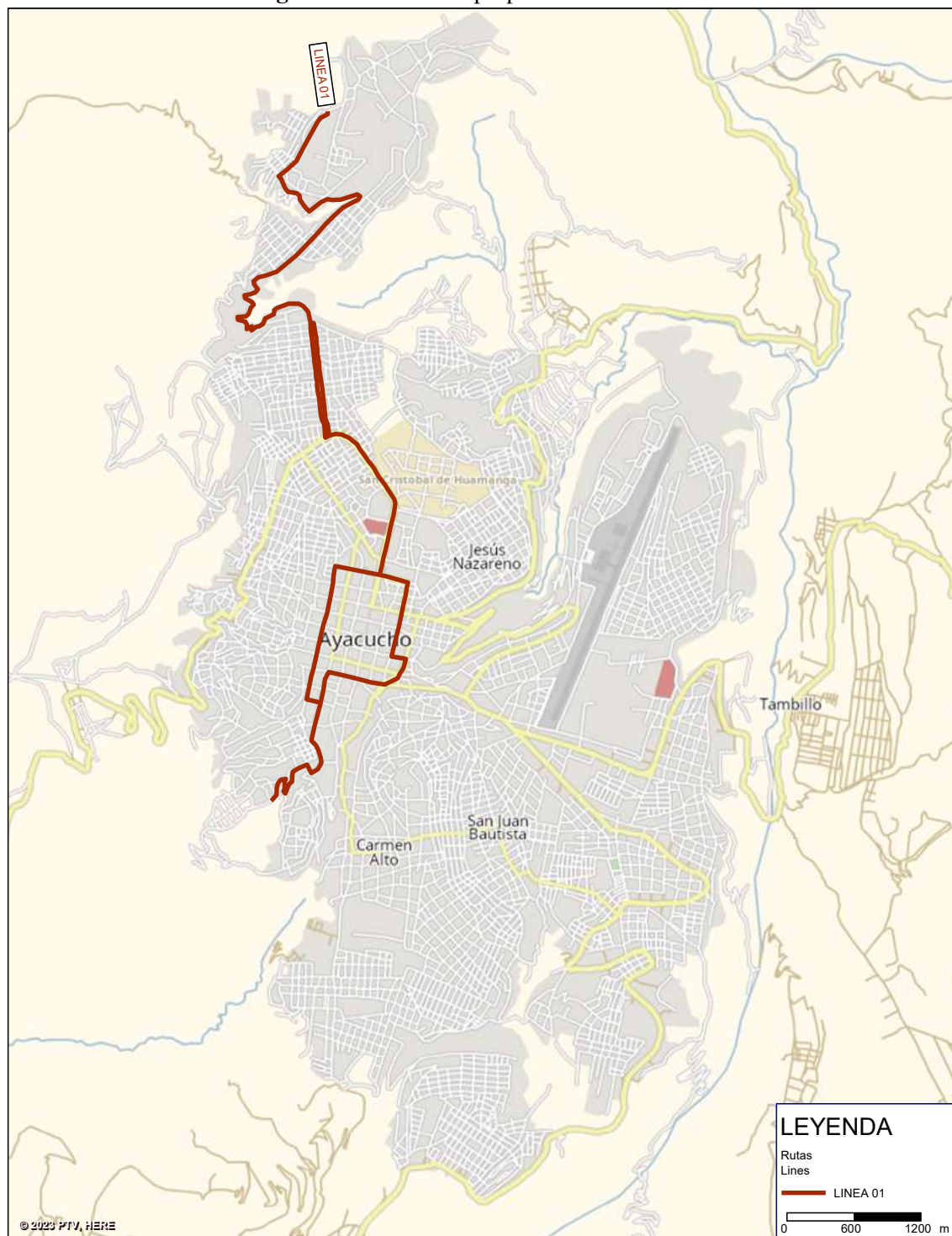
El transporte público se realiza con la metodología denominada basado en horarios se evalúa con todos los servicios de las líneas TPU propuestas se tienen en cuenta con un cronograma de salidas a analizar y optimizar. Para esta investigación se hizo propuestas sucesivas y verificando la mas optima se llegó que la minima cantidad de rutas sería 7 líneas de transporte que pueda dar cobertura a las zonas propuestas y el capacidad de transporte al no poder mantenerse con buses similares dimensiones a los existente actualmente en el transporte publico se vio conveniente con buses con capacidad de 60 pasajeros (sentados y parados) y

recorridos que conectan las diferentes 30 zonas de la ciudad dando prioridad de conexión directa a las zonas de mayor demanda entre sí y considerando zonas de trasbordo entre las diferentes líneas propuestas.

Lineas propuestas:

Línea 01

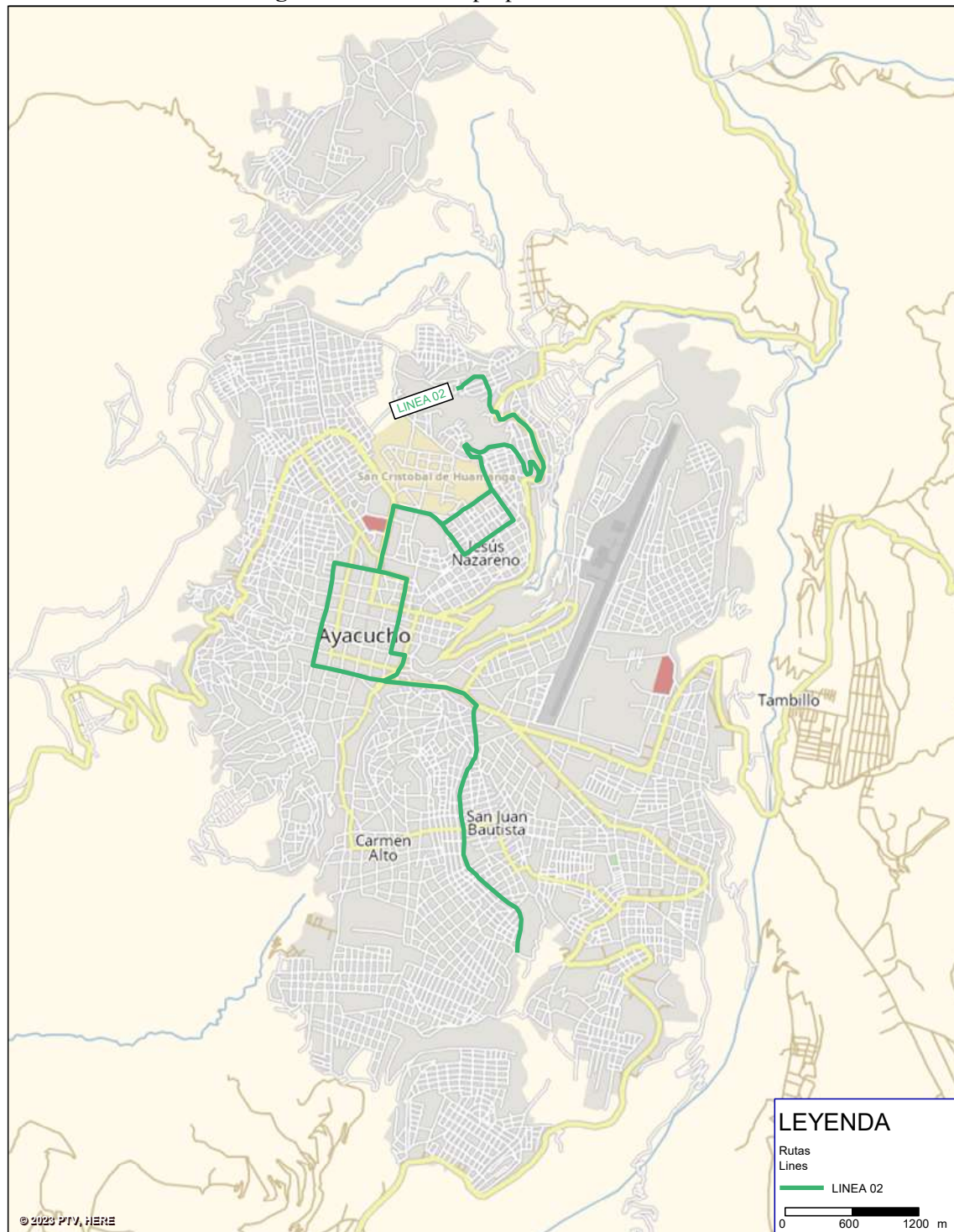
Figura 84. Recorrido propuesto de la línea 01.



Fuente: Elaboración propia.

Línea 02

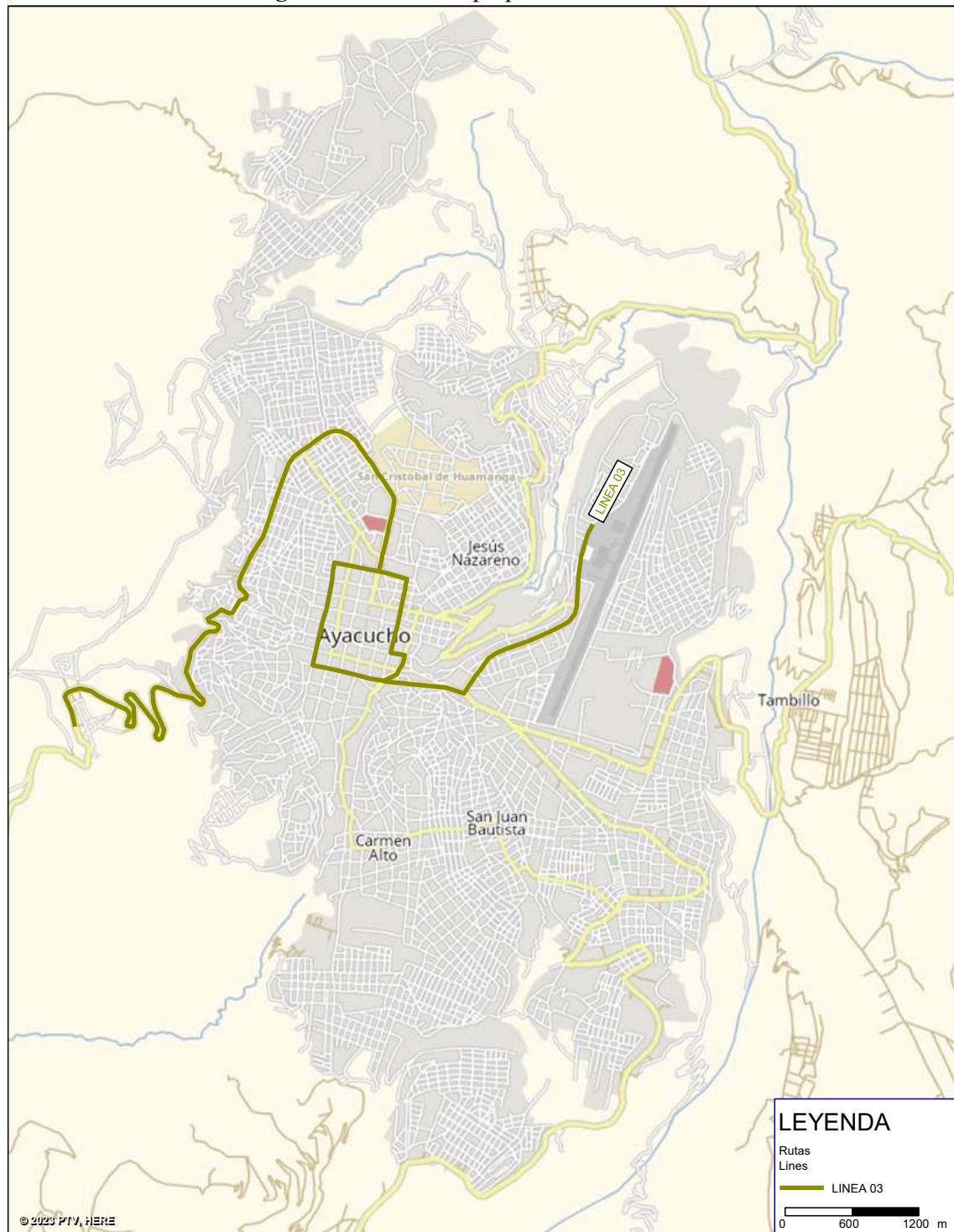
Figura 85. Recorrido propuesto de la línea 02.



Fuente: Elaboración propia.

Línea 03

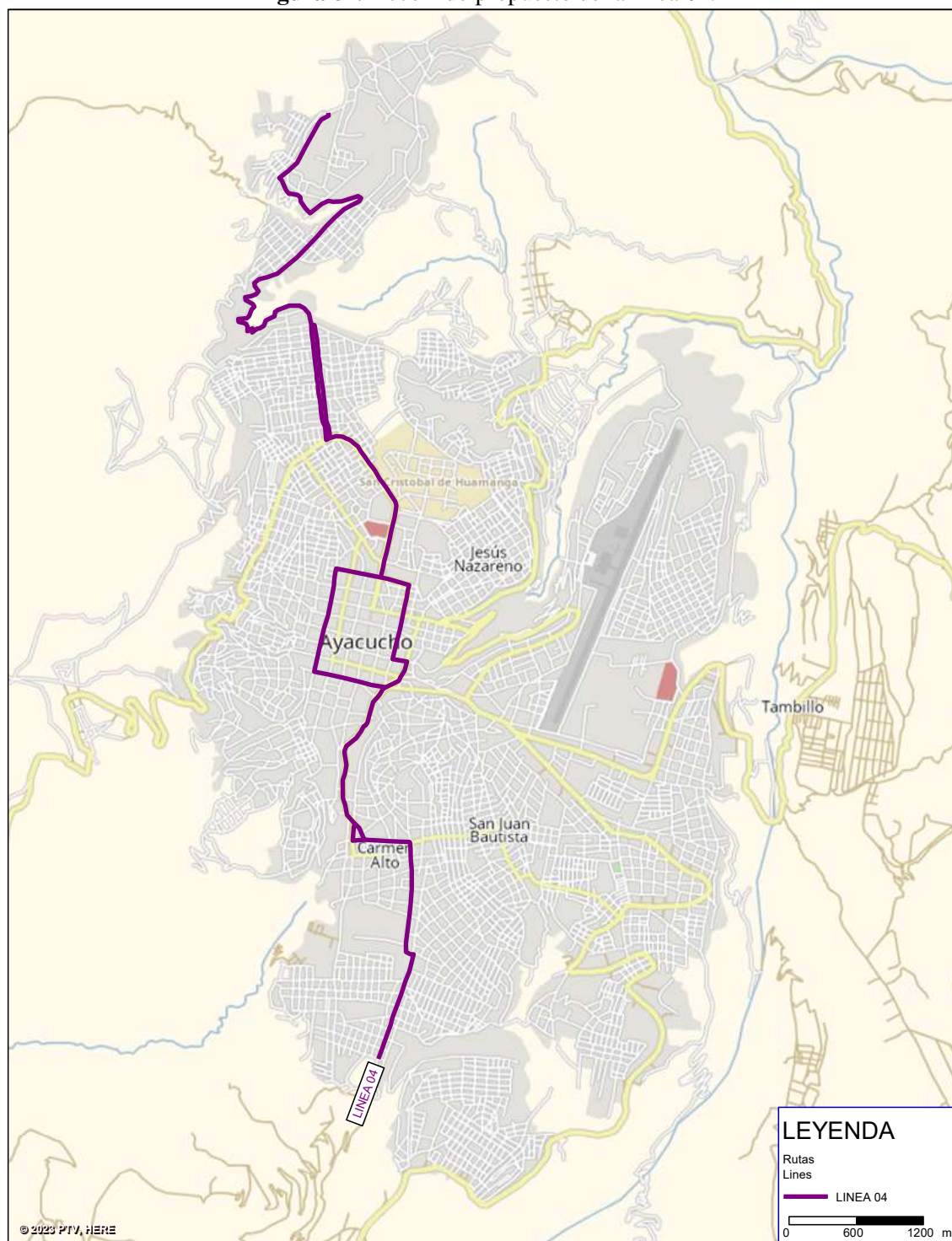
Figura 86. Recorrido propuesto de la línea 03.



Fuente: Elaboración propia.

Línea 04

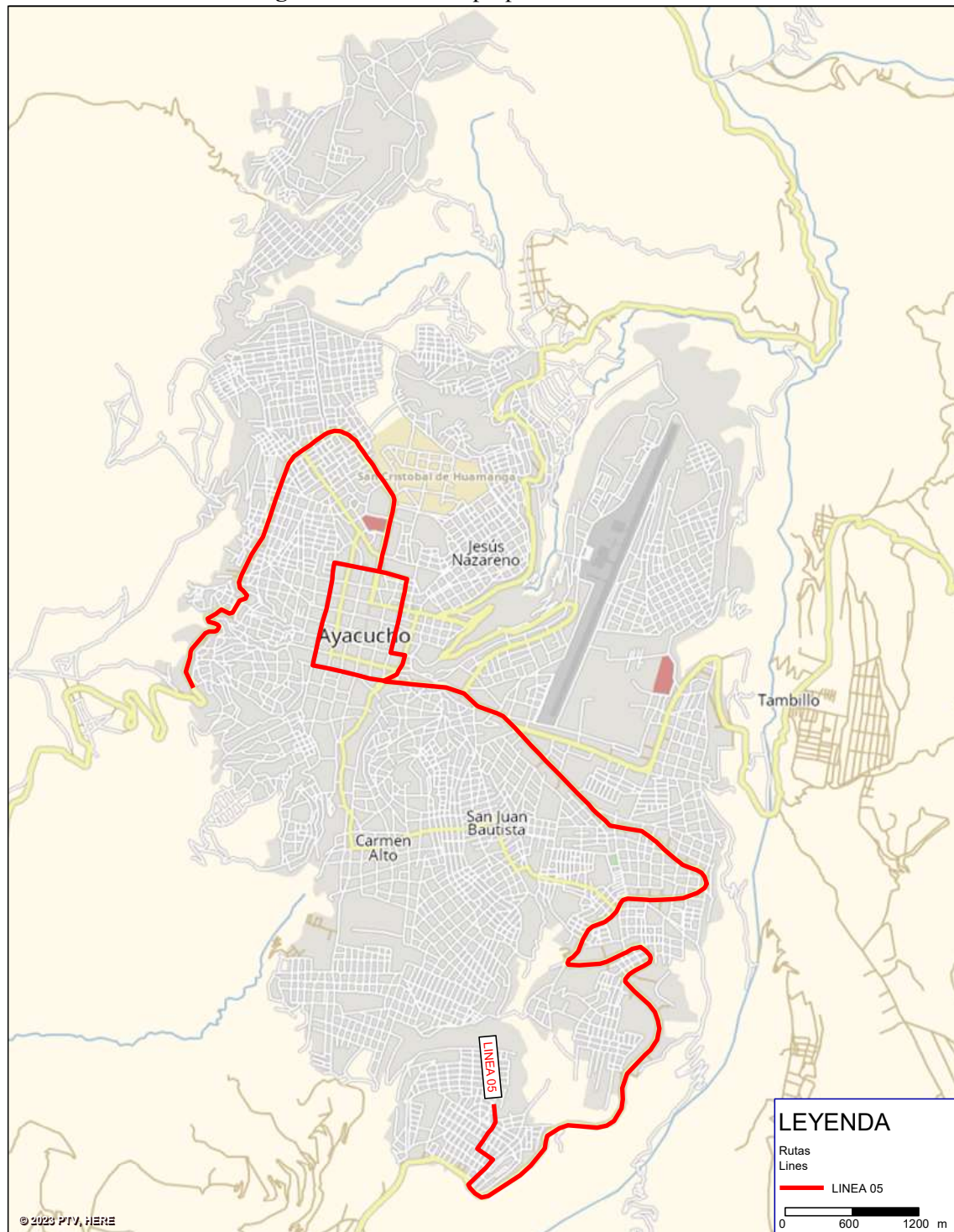
Figura 87. Recorrido propuesto de la línea 04.



Fuente: Elaboración propia.

Línea 05

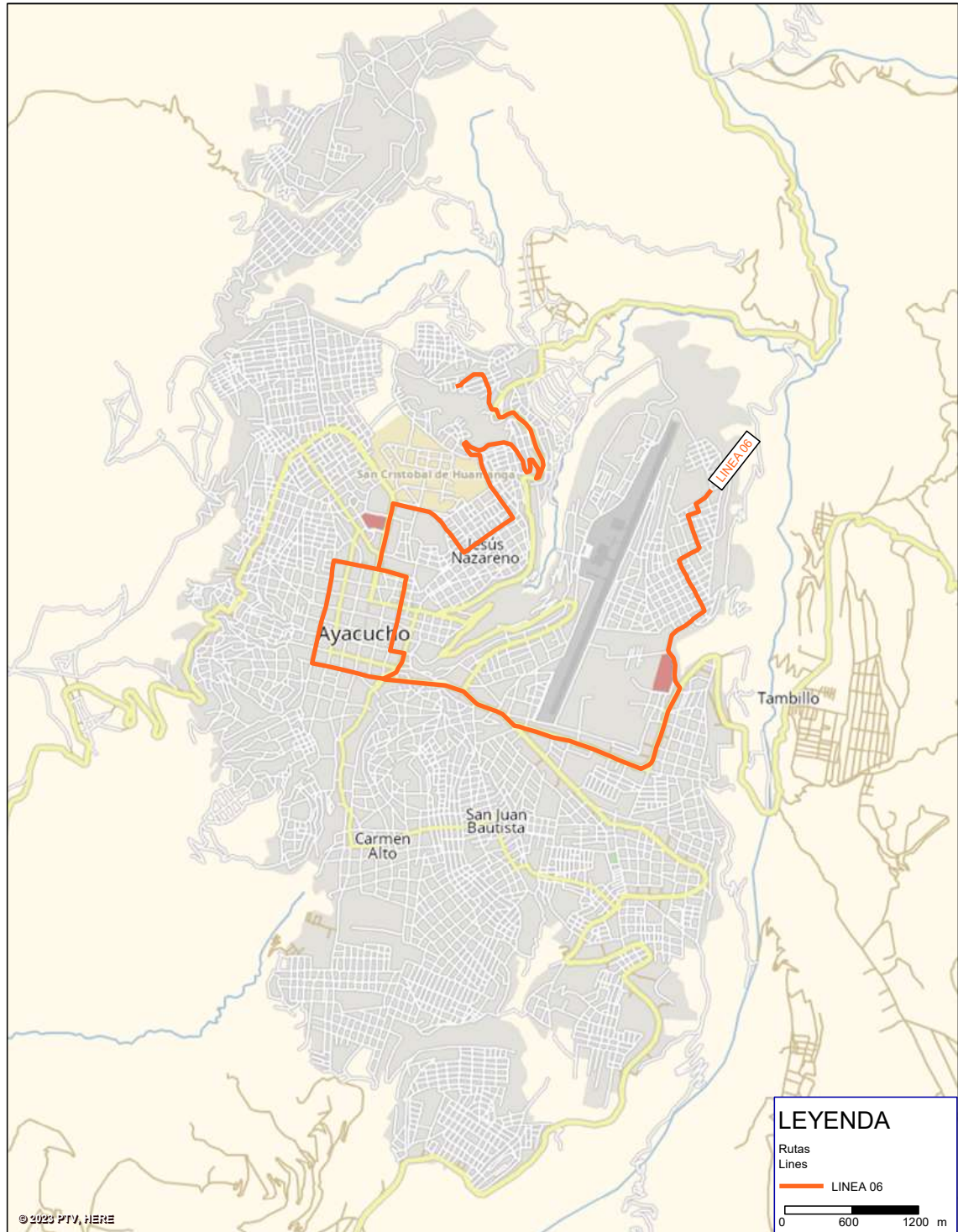
Figura 88. Recorrido propuesto de la línea 05.



Fuente: Elaboración propia.

Línea 06

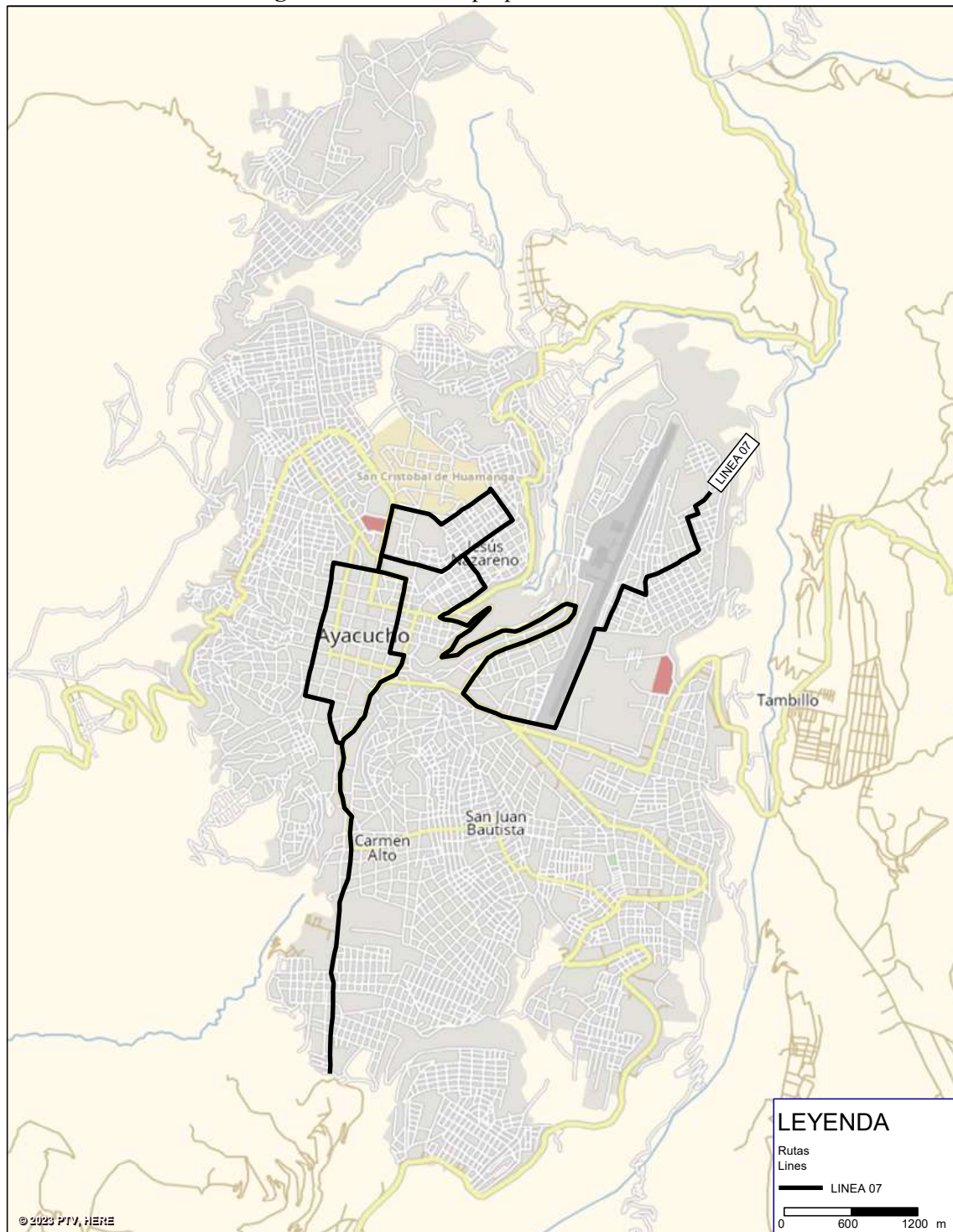
Figura 89. Recorrido propuesto de la línea 06.



Fuente: Elaboración propia.

Línea 07

Figura 90. Recorrido propuesto de la línea 07.



Fuente: Elaboración propia.

Los métodos basados en horarios son adecuados para las asignaciones y el cálculo de indicadores, cuando se dispone de un plan de red de líneas y un cronograma detallado de la oferta

TPu analizada. Toman en cuenta la coordinación del cronograma y así asegurar resultados muy precisos del indicador de cálculo de datos.

Figura 91. Volúmenes de pasajeros por paraderos.

Fuente: Elaboración propia.

La función volumen demora considerada en la ciudad lo tomaremos de tabla. Ya que el calibrar dichas funciones para la ciudad sería una muy extensa evaluación en las vías.

Tabla 15: Tabla de atributos de tipos de vías

COD	TIPO	CAPACIDAD	VELOCIDAD	α	β
1	Vías arteriales	1200	45	3.75	3.35
2	Vías Colectoras	960	30	1.1	3.2
3	Vías Expresas Metro-politanas	1400	80	2.55	2.65
4	Vías expresas regio-nales	1400	80	2.55	2.55
5	Vías locales	840	25	1.38	2.35

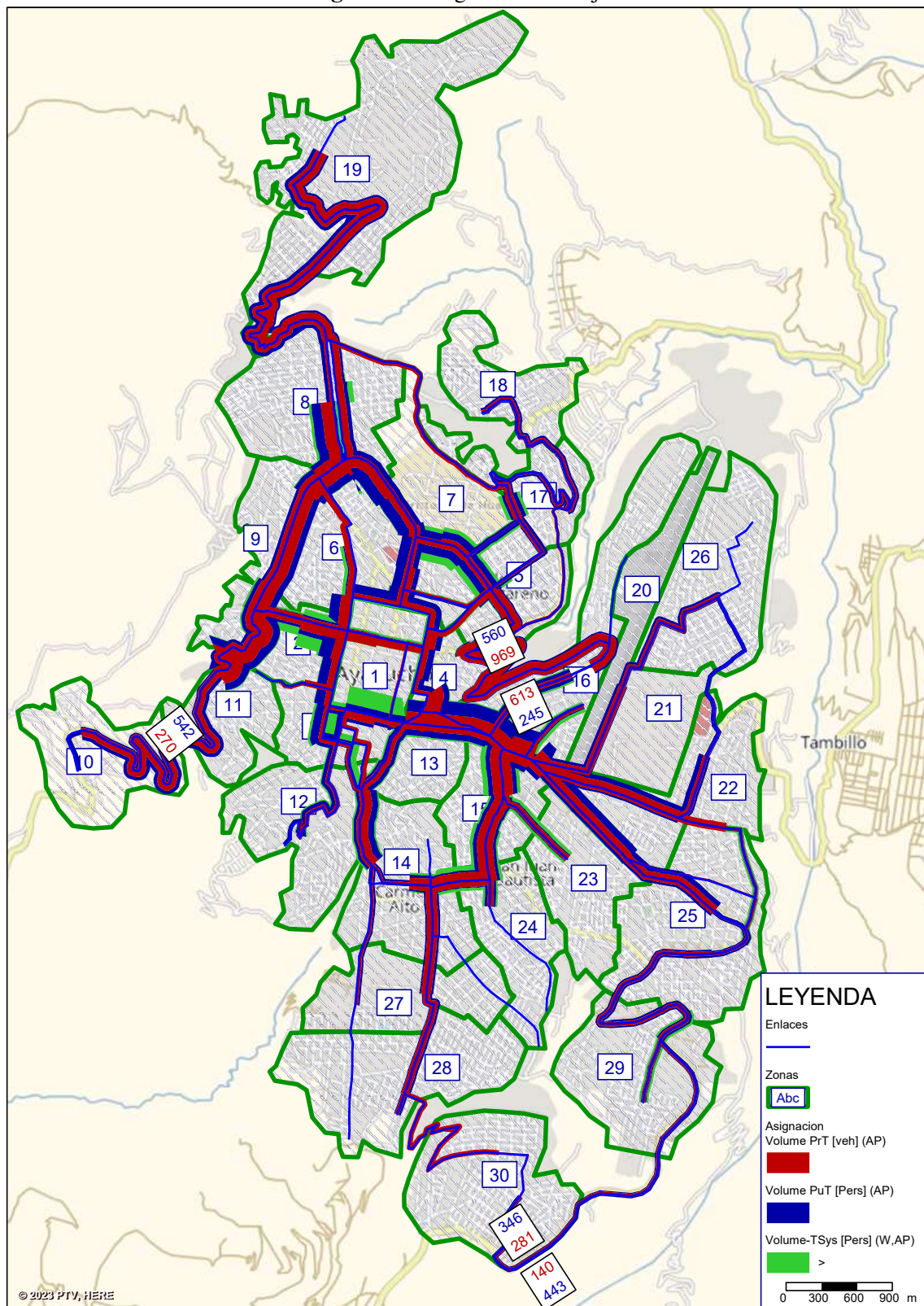
Fuente: (JICA, 2013)

Del cual viendo la similitud geométrica y flujos vial de las vías colectoras del estudio de JICA se aproxima a la realidad de las avenidas principales y carreteras de entrada de la ciudad de Ayacucho se asume $C=960$ vh/h y las vías locales de JICA aproximan también a las vías locales consideradas en este estudio se asume $C=840$ vh/h.

La evaluación se hará con la función flujo - demora BPR con los valores asumidos de $a=1.38$ y $b=2.35$ y $c=1$ de acuerdo a la tabla de JICA.

$$t_{cur} = t_0 \left(1 + \alpha \left(\frac{q}{q_{\text{m}\acute{\text{a}}\text{x}} c} \right)^2 \right) \quad (3.27)$$

Figura 92. Asignación de viajes.



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente luego en el programa VISUM al proporcionar los datos de las vías, capacidades, velocidad, y los parámetros α y β y elegir los métodos de asignación:

Para la asignación en el transporte privado se utiliza la asignación incremental, que realiza la asignación incrementando los volúmenes vehiculares.

Para la asignación en el transporte público se utiliza la asignación Timetable-based por ser la más adecuada al ya existir trazos previos de rutas de transporte.

3.9.8 Calibración del modelamiento

Posteriormente a la asignación de transporte realizamos la corrección de las matrices de viajes mediante el software realizamos una calibración iterativa (mediante el método de mínimos cuadrados) con respecto a los conteos vehiculares y pasajeros de transporte público.

Para comparar los datos de conteos en campo con los obtenidos del modelamiento se utiliza la expresión estadística GEH que es una fórmula muy utilizada en la ingeniería de tráfico, en previsión del tráfico y modelamiento de este. Este estadístico GEH es un indicador de la calibración de un modelo de la red de transporte para contrastar los valores de volúmenes obtenidos con los datos de tráfico real (conteos en campo).

$$GEH = \sqrt{\frac{(E - V)^2}{(E + V)/2}} \quad (3.28)$$

Donde:

E : Dato observado.

V : Dato modelado.

Los valores de resultado de este índice se interpretan como: si el $GEH < 5$, se considera un modelamiento bueno, si $5 < GEH < 10$ se considera un modelamiento aceptable y para un $GEH > 10$ Se considera un modelamiento inadecuado o mal calibrado que deberá ser evaluado de nuevo. En el estudio se realizó 11 estaciones de conteo. durante dos días entre semana y uno cada fin de semana en cada estación.

Los datos obtenidos con el modelo en las ubicaciones mencionadas son calibradas mediante cinco iteraciones con el método de mínimos cuadrados para tender aproximarse a los valores del conteo.

3.9.9 Escenario propuesto de líneas de buses eléctricos

En esta etapa con la demanda asignada, calibrada y los flujos vehiculares obtenidos se procede a evaluar las líneas de buses eléctricas en los criterios de autonomía y de sistema de recargas mediante una optimización.

Se consideran 7 líneas de buses eléctricos con sus estaciones de recarga en sus respectivos paraderos evaluando los estados de recarga durante el horario de servicio monitoreando los porcentajes de carga de la batería.

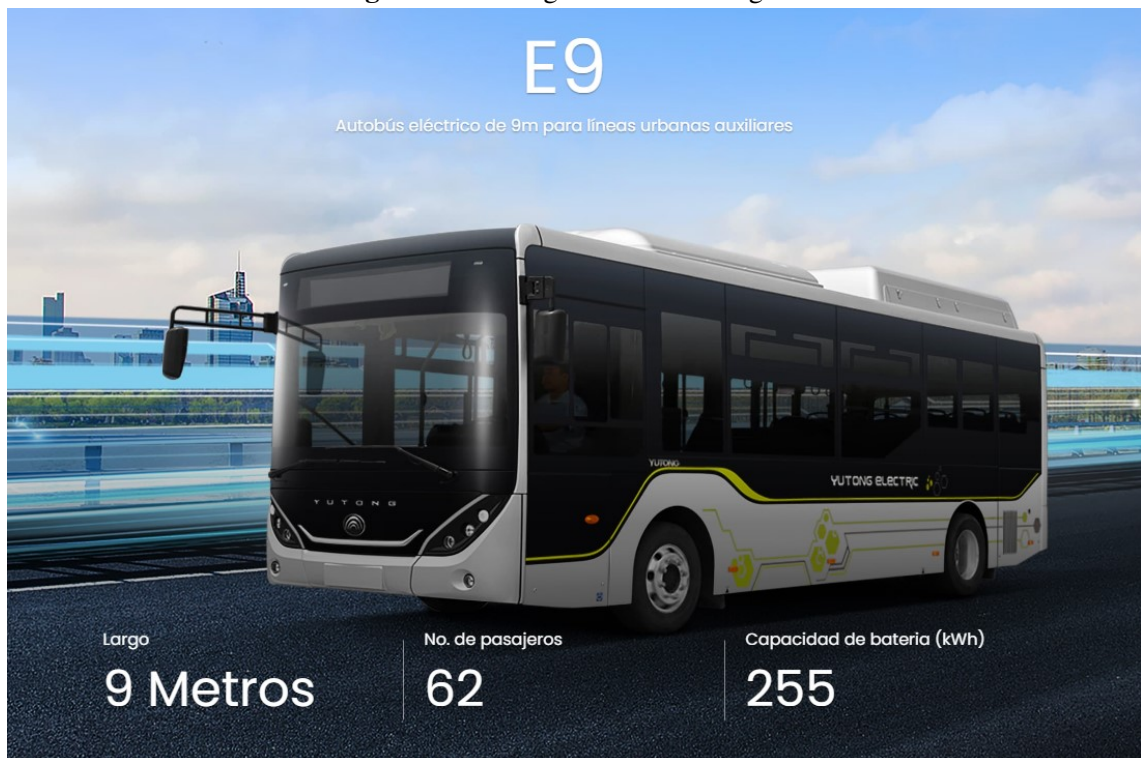
Se evalúa para esta investigación el caso más económicamente factible y crítico en el sistema de recargas la cual es la carga lenta que no requiere infraestructura de recarga como electrolineras o estaciones de recarga que son extremadamente costosas mientras la carga lenta solo requiere de cualquier conexión eléctrica domiciliaria. En el proceso de la evaluación del transporte eléctrico se introduce en el software las características de este tipo de unidad vehicular de propulsión eléctrica como costos de energía eléctrica, costos de funcionamiento, tiempos de recarga, capacidad de las baterías y rangos de estados de batería.

3.9.9.1 Bus eléctrico propuesto: Yutong E9

Es un bus eléctrico con dimensiones 8.940 m de largo 2.420 m de ancho 3.295 m de alto con una capacidad total de llevar hasta 62 pasajeros m que puede operar con buenas condiciones en la ciudad de Ayacucho debido a la topografía y disposición de las estrechas calles del centro de la ciudad de Ayacucho.

Cuenta con baterías de LFP (litio ferro fosfato) de 255.48 kWh de capacidad, torque máximo 1400 N.m, con una autonomía de 250 km, con tiempo de carga lenta de 17 horas y una velocidad máxima de operación 80 km/h.

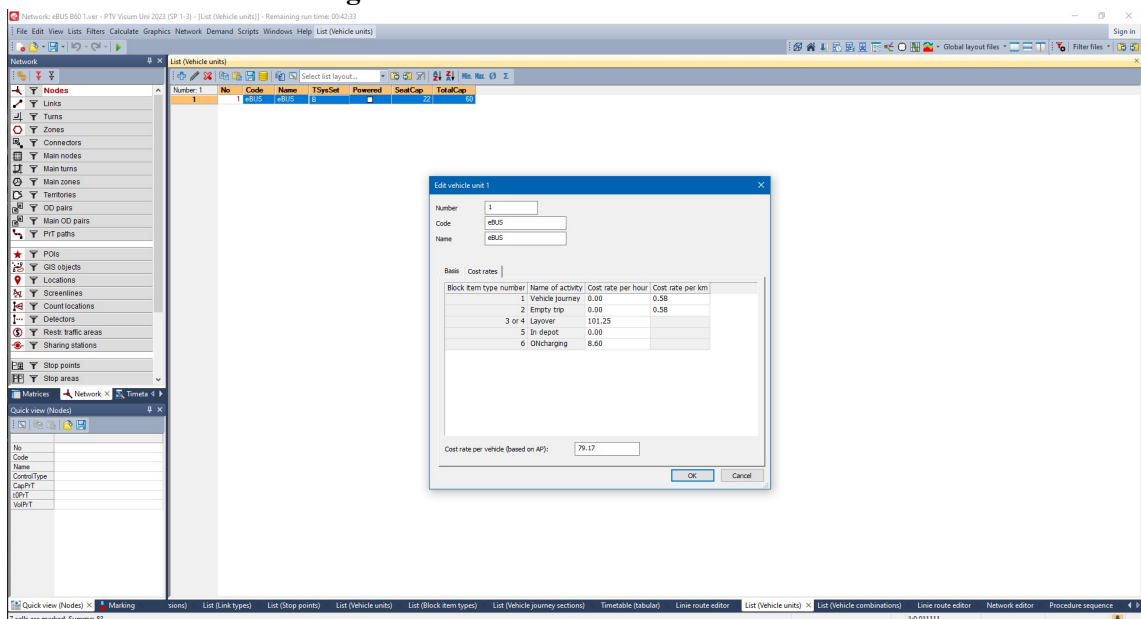
Figura 93. Vista general del Yutong E9.



Fuente: (YUTONG, 2022).

Las características del bus propuesto y costos calculados de las etapas de funcionamiento de unidades eléctricas los introducimos en el software.

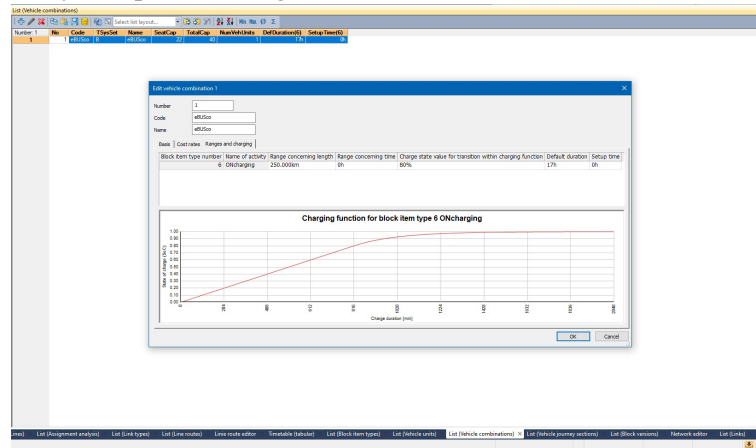
Figura 94. Introduccion de datos del e-bus.



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realiza la configuración de la profundidad de descarga la cual sera considerando un mínimo de 20 % de batería mínima, capacidad de 255 Kwh y tiempos de recarga de la batería considerando 17 horas.

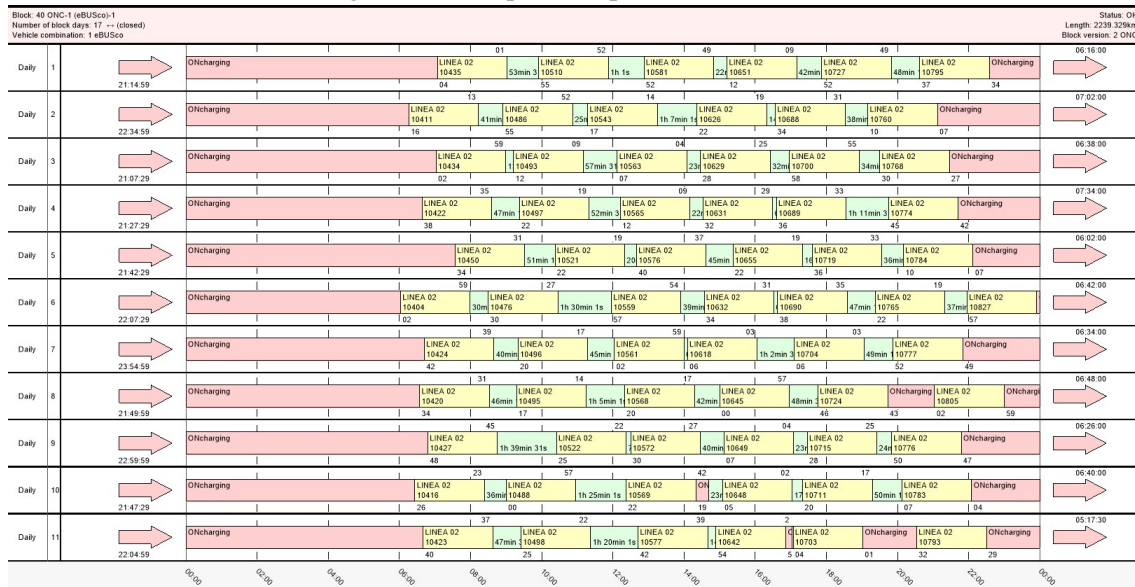
Figura 95. Configuración de la profundidad de descarga, capacidad y tiempos de recarga.



Fuente: Elaboración propia.

Mediante un nuevo complemento del software PTV VISUM de programación de itinerarios de los buses, mediante un proceso iterativo basado en algoritmos genéticos ingresando los datos de: autonomía, capacidad de la batería, tiempo de carga, los costos de carga, costos de operacion y costos pasivos se busca el óptimo itinerario de salidas que reduzca los costos y el envejecimiento de las baterías mediante los rangos de operación de batería establecido no menor del 20 % ni mayor al 90 % para la búsqueda de prolongar la vida útil de la batería.

Figura 96. Diagrama de bloques de operación de los buses eléctricos.



Fuente: Elaboración propia.

3.9.10 Evaluación de costos

Se realiza la comparativa en el área de costos de operación del sistema vehicular de buses a combustión con el sistema propuesto de buses eléctricos se compara la relación entre los costos/beneficios de la propuesta decidiendo si es conveniente o no la propuesta de transporte.

3.9.10.1 Costo de operación de buses a combustión:

De la información obtenida en las entrevistas en las empresas de transporte y grifos de la ciudad de Ayacucho se obtuvo:

Figura 97. Precios de combustible.



Fuente: Elaboración propia.

Costo promedio de galón de a la fecha de toma de datos el petróleo es de S/.18.90. Un consumo promedio de 1.40 soles / km en combustible diesel.

3.9.10.2 Costo de operación de buses eléctricos:

Costo eléctrico promedio incluidos IGV 1.1421 s/. / kwh

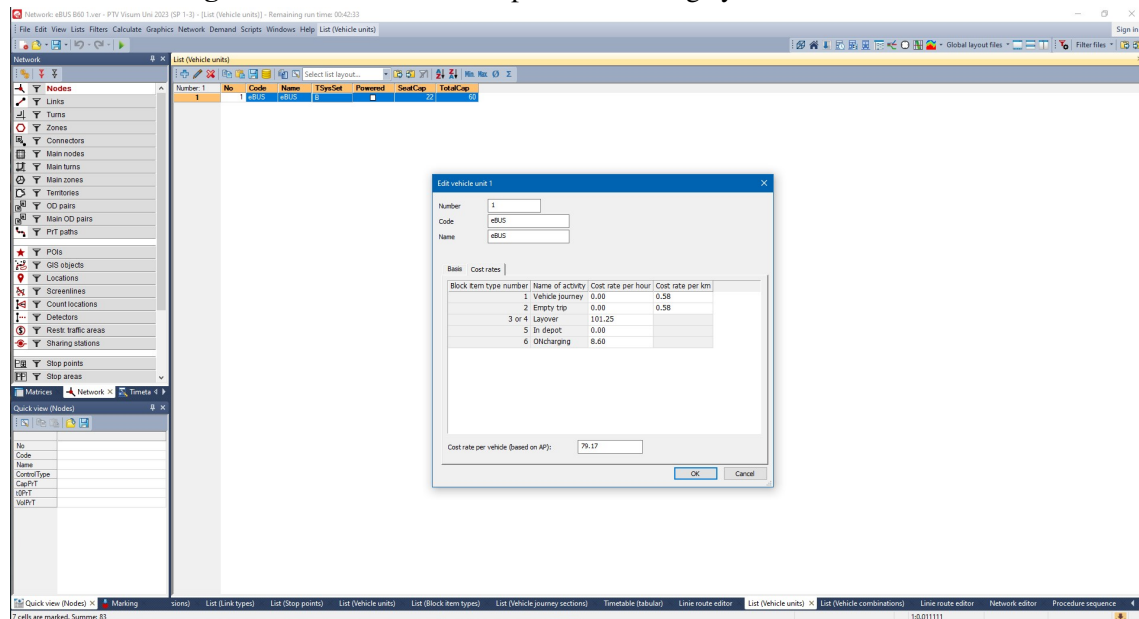
De la revisión de especificaciones técnicas de los vehículos eléctricos propuestos se tiene el rendimiento promedio 0.512 kwh / km de y considerando un margen de variación del rendimiento se obtuvo un costo promedio de 0.5848 soles / km.

El costo de la recarga de la batería tomando como dato que en la carga lenta se recarga 7.529 kwh/h tendría un costo de 8.60 soles/hora por cada vehículo.

El radio de costo de carga completa del vehículo eléctrico sería de 146.189 soles/día. Cálculo de costos de los buses eléctricos Introduciendo los datos de costos por kilómetro del energía

eléctrica y luego de la optimización ya realizada con el número de unidades obtenemos los costos optimizados.

Figura 98. Costos unitarios por hora de carga y kilometro recorrido.



Fuente: Elaboración propia.

Se analiza el costo de operación de cada línea de buses eléctricos mediante el diagrama de bloques calculado.

3.9.11 Evaluación de emisiones vehiculares de buses a combustión

Calculo en el software IVE (International Vehicle Emissions)

El modelo IVE es una herramienta de apoyo para la planeación y control de emisiones desarrollado por la Agencia de Protección del Medioambiente de los Estados Unidos (EPA). Tiene una ventaja para la evaluación de emisiones ya se encuentra calibrado para el Perú (Lima) por lo que utilizaremos esta para la presente evaluación de emisiones. Se requiere la información sobre diferentes aspectos para la evaluación tales como:

Procedemos el modelamiento mediante el software IVE con la información recopilada en empresas de transporte, municipalidad provincial de Huamanga y conteos vehiculares en las 11 estaciones consideradas que son un muestreo no probabilístico.

- Los patrones de conducción es el estilo de conducción del vehículo que son factores influyen en gran medida en la generación de emisiones los cuales son la velocidad, aceleración y desaceleración, paradas en ruta, etc. como conocemos en el Perú no solo

Ayacucho se tiene la mala práctica de parar en cada esquina o incluso en medio de las cuadras para recoger pasajeros estas condiciones someten al motor a un estrés (bajo, medio y alto) y categorías de potencia específica vehicular (VSP) que se clasifican en 60 categorías de bins en porcentajes clasificados de un total (100%) que representan el patrón de conducción. La ventaja del software IVE es que ya se encuentra calibrado el patrón de conducción realizado en Lima – Perú para las diferentes tipologías de vehículos más comunes..

- Las variables ambientales como la temperatura, humedad, altura sobre el nivel del mar etc. se tiene de fuentes de información geográfica como el SENAMHI, ACCU-WEATHER con medias mensuales y anuales.
- Información de la flota vehicular tales como la cantidad de unidades, tipo de combustible, tecnología vehicular, antigüedad (kilometraje) de las encuestas en las empresas, Municipalidad Provincial de Huamanga y conteos vehiculares.

Se procede con la clasificación de la flota vehicular de los buses de transporte público existente de la ciudad de Ayacucho de acuerdo al año de antigüedad se obtendrá el kilometraje recorrido aproximado, tecnología vehicular, tipo de combustible.

Realizando la clasificación de toda la flota de acuerdo a los rangos de kilometraje de evaluación en el software IVE:

Los buses se clasifican en IVE categoría M3 con asientos de entre 17 a 33 y de un peso menor a 7 toneladas de peso bruto clasificado como peso MEDIO, con sistema de transmisión mecánico es Dir-Inj, combustible en casi su totalidad las unidades son diesel por lo que en la evaluación se considerará por simplicidad la flota completa DIESEL.

En el combustible se encuentra normado las concentraciones de elementos altamente contaminantes o dañinos para la salud como:

- El azufre según el decreto supremo N° 014-2021-EM en las gasolinas, gasoholes y diesel no debe superar los 50 ppm.
- El plomo según el Decreto Supremo N° 019-98-MTC se debe eliminar del mercado la oferta de gasolina 95 y diesel 85 con plomo.

Clasificamos la flota vehicular por su kilometraje según rutas en rangos que se utiliza en el sistema de clasificación vehicular del IVE

Tabla 16: Flota vehicular por kilometraje

AÑO	NUMERO DE BUSES	KILOMETRAJE APROXIMA- DO	PORCENTAJE DE LA FLO- TA
1995	1	748440	0.25
1996	22	720720	5.43
1997	64	693000	15.8
1998	21	665280	5.19
1999	5	637560	1.23
2000	5	609840	1.23
2001	0	582120	0
2002	2	554400	0.49
2003	0	526680	0
2004	2	498960	0.49
2005	1	471240	0.25
2006	3	443520	0.74
2007	0	415800	0
2008	16	388080	3.95
2009	32	360360	7.9
2010	31	332640	7.65
2011	29	304920	7.16
2012	38	277200	9.38
2013	38	249480	9.38
2014	40	221760	9.88
2015	20	194040	4.94
2016	8	166320	1.98
2017	15	138600	3.7
2018	7	110880	1.73
2019	5	83160	1.23
2020	0	55440	0
2021	0	27720	0
2022	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 17:** Clasificación de la flota total por kilometraje vehicular en IVE

Kilometraje	Cantidad	Porcentaje
BUS >161K.km	378	93.33
BUS 80K.km-161K.km	27	6.67
BUS <79K.km	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Clasificación de cada ruta por kilometraje vehicular en IVE

RUTAS	<79K.km		80K.km-161K.km		>161K.km	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
RUTA 01	0.00	0.00	2.00	9.09	20.00	90.91
RUTA 02	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	100.00
RUTA 03	0.00	0.00	2.00	7.14	26.00	92.86
RUTA 04	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00	100.00
RUTA 05	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00	100.00
RUTA 06	0.00	0.00	2.00	7.69	24.00	92.31
RUTA 07	0.00	0.00	2.00	9.09	20.00	90.91
RUTA 08	0.00	0.00	2.00	5.13	37.00	94.87
RUTA 09	0.00	0.00	3.00	21.43	11.00	78.57
RUTA 10	0.00	0.00	13.00	41.94	18.00	58.06
RUTA 11	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	100.00
RUTA 12	0.00	0.00	1.00	3.70	26.00	96.30
RUTA 13	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	100.00
RUTA 14	0.00	0.00	0.00	0.00	19.00	100.00
RUTA 15	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	100.00
RUTA 16	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	100.00
RUTA 17	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	100.00
RUTA 18	-	-	-	-	-	-
RUTA 19	-	-	-	-	-	-
RUTA 20	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	100.00
RUTA 21	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	100.00
RUTA 22	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Figura 99. Configuración de las características de la localidad, recorridos y paradas.

IVE Model 2.0.2
Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Localidad | Flota | Ajustes Generales

Localidad: **AYACUCHO** | Flota: **FLOTA_VEHICULAR_AYACUCHO** | Ajustes Generales: **- ninguno -**

Día: **30** | Mes: **Diciembre** | Año: **2022** | Día de la Semana: **Viernes** | Altitud: **2761.0 metros** | Tipo de I/M: **ralentí descentralizado (veh. pas.)**

Aire Acondicionado a 27°C | Pendiente Terreno: **0.0 %** | **4.4 %**

Características Combustible

Gasolina: Clases: **moderada/sin pre...** | Azufre (S): **bajo (50ppm)** | Plomo (Pb): **ninguno** | Benzeno: **super bajo (0.20%)** | Oxigenados: **0%**

Diesel: Clases: **moderado** | Azufre (S): **bajo (50ppm)**

Hora: **7:00** | ☒ Use esta Hora

Características de Conducción

Humedad: **64.8 %** | Distancia/Tiempo: **240.62 kilómetros** | Partidas: **1320**

Temperatura: **16.6 °Celsius**

Grupo 1 | **Grupo 2**

Bin VSP 0	Bin VSP 1	Bin VSP 2	Bin VSP 3	Bin VSP 4	Bin VSP 5	Bin VSP 6	Bin VSP 7	Bin VSP 8	Bin VSP 9
						1.42		2.13	1.42
6.38	45.39	24.11	19.15						
Bin VSP 10	Bin VSP 11	Bin VSP 12	Bin VSP 13	Bin VSP 14	Bin VSP 15	Bin VSP 16	Bin VSP 17	Bin VSP 18	Bin VSP 19
Bin VSP 20	Bin VSP 21	Bin VSP 22	Bin VSP 23	Bin VSP 24	Bin VSP 25	Bin VSP 26	Bin VSP 27	Bin VSP 28	Bin VSP 29
Bin VSP 30	Bin VSP 31	Bin VSP 32	Bin VSP 33	Bin VSP 34	Bin VSP 35	Bin VSP 36	Bin VSP 37	Bin VSP 38	Bin VSP 39
Bin VSP 40	Bin VSP 41	Bin VSP 42	Bin VSP 43	Bin VSP 44	Bin VSP 45	Bin VSP 46	Bin VSP 47	Bin VSP 48	Bin VSP 49
Bin VSP 50	Bin VSP 51	Bin VSP 52	Bin VSP 53	Bin VSP 54	Bin VSP 55	Bin VSP 56	Bin VSP 57	Bin VSP 58	Bin VSP 59

Velocidad Promedio: **10.8 km/hr**

Total: **100.0 %** Distribución Potencia Especifica Vehicular

15 min: **31.7** | 30 min: **7.7** | 1 hora: **9.9** | 2 horas: **7.9** | 3 horas: **3.4** | 4 horas: **1.0** | 6 horas: **1.3** | 8 horas: **0.6** | 12 horas: **19.2** | 18 horas: **17.3**

Total: **100.0 %** Distribución Tiempo Soak

Fuente: Elaboración propia.

Figura 100. Configuración de la flota vehicular por kilometraje.

IVE Model 2.0.2
Archivo Idioma

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Cálculo Localidad **Flota** Ajustes Generales

Flota
FLOTA_VEHICULAR_AYACUCHO

Agregar Tecnología Diesel Inyección Diesel

756 Ds: Auto/SmTk : Lt : Dir-Inj : EGR+Improv : None : <79K km

Indice	Tecnología	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1 AC	Grupo 2 AC	
1085	Ds: Tk/Bus : Med : Dir-Inj : Improved : None : >161K km	90.91				🔒 🗑️
1084	Ds: Tk/Bus : Med : Dir-Inj : Improved : None : 80-161K km	9.09				🔒 🗑️
1083	Ds: Tk/Bus : Med : Dir-Inj : Improved : None : <79K km					🔒 🗑️

100.0% + 0.0% = 100.0% Normalización

Fuente: Elaboración propia.

Figura 101. Cálculo de emisiones en hora pico y día de la línea 01.

Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares

Grupo Localidad: AYACUCHO L1

Calcular Localidades: AYACUCHO (FLOTA_VEHICULAR_AYACUCHO)

Localidades Disponibles:

- 2w Arterial Lima 2003 (2w Fleet Lima2003)
- 2w Highway Lima 2003 (2w Fleet Lima2003)
- 2w Residential Lima 2003 (Bus Fleet Lima2003)
- AYACUCHO (FLOTA_VEHICULAR_AYACUCHO)
- Bus Lima 2003 (FLOTA_VEHICULAR_AYACUCHO)
- DTruck Lima 2003 (Truck fleet Lima2003)
- LHTruck Lima 2003 (Truck fleet Lima2003)
- PC Arterial Lima 2003 (PC Fleet Lima2003)
- PC Highway Lima 2003 (PC Fleet Lima2003)
- PC Residential Lima 2003 (PC Fleet Lima2003)
- Taxi Lima 2003 (Taxi Fleet Lima2003)

Mostrar Hora: 7:00

Mostrar Unidades: gramos

Distancia/Tiempo: 240.6 km

Partidas: 1320.0

Contaminantes Criterio	Tóxicos	Calentamiento Global
CO ₂	N ₂ O	CH ₄
79446.97	5.65	0.0
393226.82	2.8	0.0
472673.79	8.44	0.0
1181324.31	83.94	0.0
5845862.16	41.59	0.0
7027186.46	125.53	0.0

Resultados:

Partidas Hora	En Ruta Hora	Total Hora
Partidas Dia	En Ruta Dia	Total Dia

Fuente: Elaboración propia.

3.9.11.1 Evaluación de emisiones vehiculares de buses eléctricos

Las emisiones de los vehículos eléctricos las emisiones se evaluarán en la generación eléctrica ya que en la propulsión se asume que no habrá emisiones.

Del software PTV VISUM se obtiene las unidades, recorridos y costos optimizados que se resumira en una tabla.

La producción eléctrica este asociado a diferentes factores de acuerdo a la producción de acuerdo a los insumos y eventualidades en la producción.

Del cual para el cálculo de emisiones en la producción, distribución y transmisión eléctrica se utilizan las tablas del MINAM que realiza estudios para calcular sus factores de emisiones por producción eléctrica en el Perú.

Tabla 19: Emisión de CO2 por generación de MhW de electricidad

Año	tCO2-eq/Mhw
2010	0.24
2011	0.23
2012	0.224
2013	0.209
2014	0.207
2015	0.203
2016	0.222
2017	0.184
2018	0.151
2019	0.175
2020	0.157
2021	0.173

Fuente: (MINAM, 2022)

3.9.11.2 Análisis de contaminación de las baterías

Los vehículos eléctricos generan mínimas emisiones, al menos cuando funcionan con electricidad procedente de fuentes renovables, sí provocan un impacto climático que se deriva de la fabricación del vehículo y, sobre todo, de la batería. La extracción y el refinado de los materiales de la batería, así como la fabricación de celdas, módulos y paquetes, requieren cantidades significativas de energía que generan emisiones de gases de efecto invernadero.

Una batería de iones de litio se puede dividir en tres componentes principales: las celdas, que contienen los materiales activos, el sistema de gestión de la batería y el paquete, que es la estructura en la que están montadas las celdas. Una de las razones de la elevada huella de carbono que supone la producción de baterías de litio es la fuente de energía que se utiliza durante el proceso de fabricación. Una de las razones de la elevada huella de carbono que supone la producción de baterías de litio es la fuente de energía que se utiliza durante el proceso de fabricación.

Los estudios de impacto ambiental en la extracción de litio, cobalto y níquel para la fabricación de baterías que se ha obtenido perjuicio es:

- Contaminación del suelo debido a los químicos utilizados en la extracción del litio que pueden filtrarse al suelo alterando los ecosistemas.
- Contaminación del agua debido a que se necesita grandes cantidades de agua para su extracción produciendo desbalances hídricos.

- Contaminación del aire por emisión de CO₂ del proceso extractivo (maquinarias, transporte, etc).
- Perjuicio a la flora y fauna silvestre.

Reciclaje de las baterías

El reciclaje de baterías de litio es beneficioso por las siguientes características:

- Reduce los riesgos de contaminación de suelos y aguas subterráneas.
- Reduce la huella de carbono de los vehículos eléctricos y que las baterías son responsables de entre el 30 – 50 % de las emisiones.
- Reduce los costos de producción de materia prima para los vehículos eléctricos al reutilizar los materiales.
- Reduce la dependencia de la extracción de minerales (Co, Ni, Li y Mn) y el impacto de la extracción minera.

El aumento de la demanda de vehículos eléctricos conlleva a un aumento de la demanda en el mercado de litio, un gran volumen de litio utilizado en las baterías presentes en los vehículos de las cuales se pudieran ser recicladas un gran porcentaje una vez que su vida útil haya terminado.

El reciclaje de baterías de litio tiene el potencial de ser una fuente secundaria de litio que podría llegar a satisfacer a más de 7 % de la demanda a 2028.

Cadena de valor del litio

la cadena de valor del litio identifica las principales etapas representativas en su procesamiento, las cuales podrían estar tenerse en cuenta al entrar en el mercado del reciclaje de baterías de litio.

Figura 102. Cadena de valor del litio.

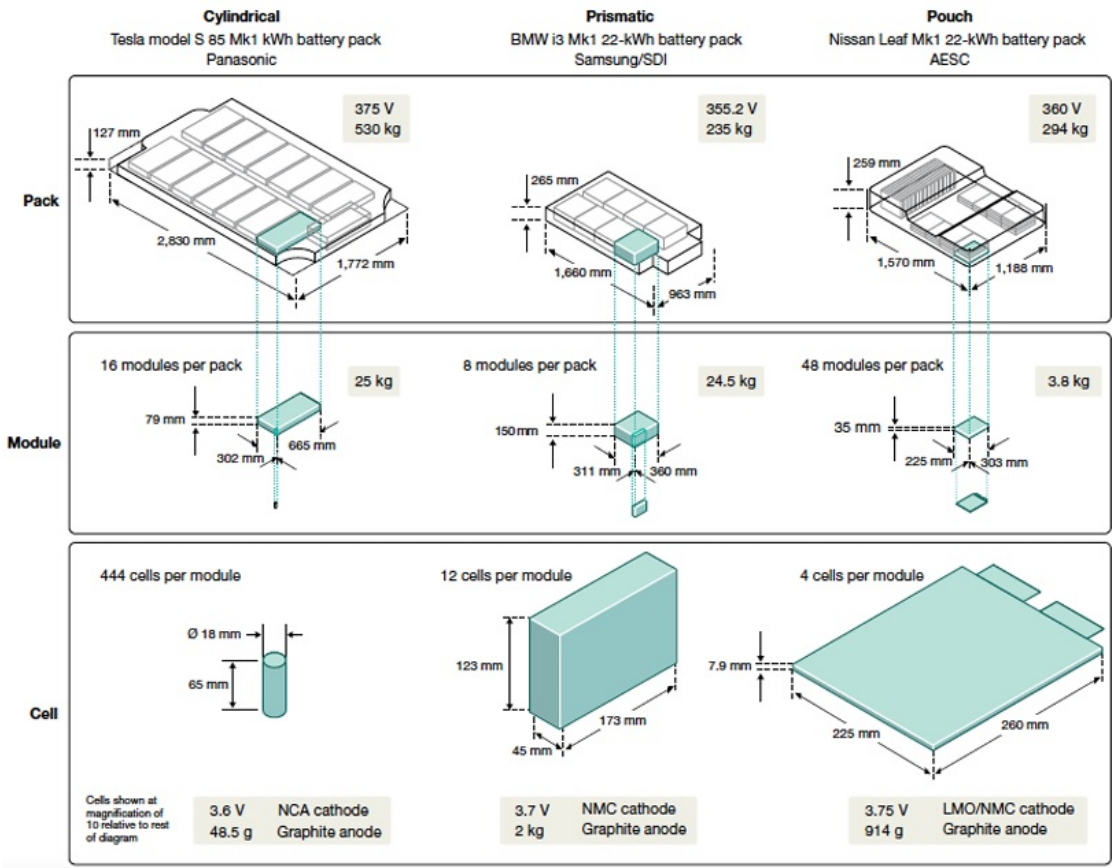


Fuente: Elaboración propia.

Existe interés principal por reciclar solo algunos tipos de baterías al poseer materiales valiosos como Níquel y Cobalto.

En el reciclaje existe una amplia variedad de diferentes configuraciones físicas, tipos de celdas y química celular que presenta un desafío para el reciclaje de baterías debido a la falta de estandarización.

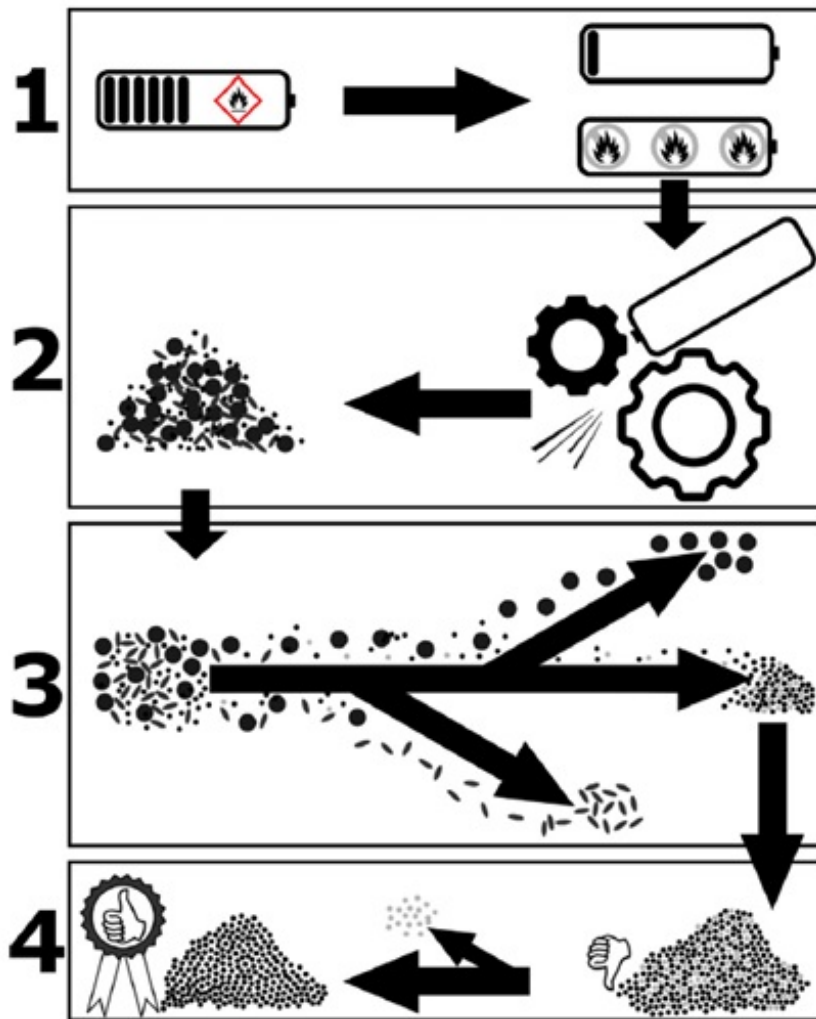
Figura 103. Formatos de baterías.



Fuente: (Cadiz, 2022).

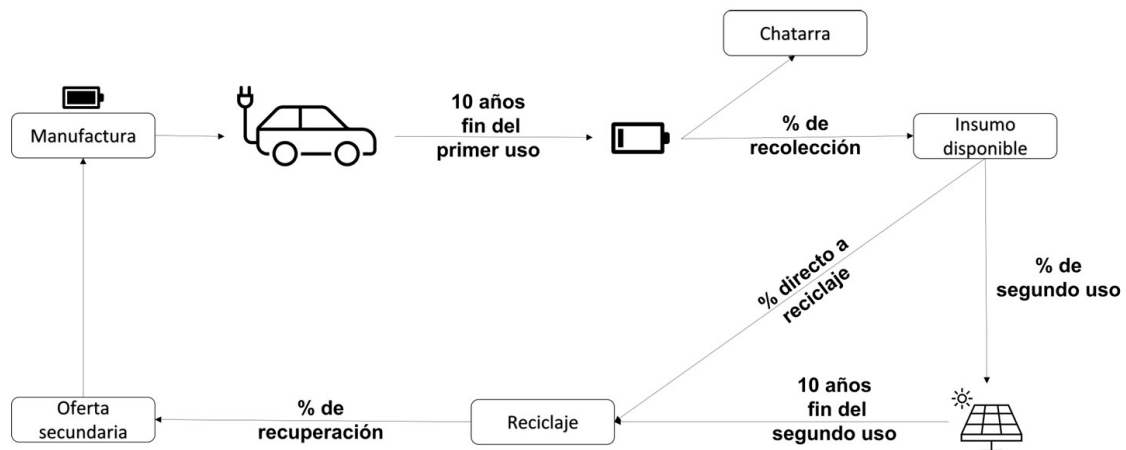
La etapa de tratamiento mecánico tiene como objetivo separar componentes y materiales de acuerdo con diferentes propiedades físicas como forma, densidad, conductividad, propiedades magnéticas, etc. Con la ayuda de esta etapa, los componentes, materiales y desechos metálicos con propiedades físicas similares se pueden separar con lo que resulta en una mejor tasa de recuperación y una reducción del consumo de energía de los siguientes procesos, ya sea pirometalúrgicos o hidrometalúrgicos.

Figura 104. Procesamiento reciclaje.



Fuente: (Cadiz, 2022).

Figura 105. Ciclo del reciclaje.



Fuente: (Cadiz, 2022).

Comparación de la minería del litio vs extracciones de petróleo

La minería de litio es una fuente de contaminación y puede tener efectos ambientales negativos. Sin embargo, no hay motivos para pensar que tendrá un impacto peor que el que se está produciendo actualmente al extraer petróleo de las profundidades del suelo, refinándolo y transportándolo a los usuarios de todo el mundo. Todo ello, al final, para utilizar solo el 30 % de la energía del petróleo.

El bombeo de petróleo o el fracking tiene un enorme impacto negativo cuando se producen derrames. Desafortunadamente, cada año se vierten millones de litros y se ponen en peligro muchas especies.

Antes de llegar al comprador, el crudo tiene que ser tratado, más concretamente calentado a 350°C , lo que conlleva grandes emisiones de gases de efecto invernadero. Cada día se calientan alrededor de 100 millones de barriles de petróleo, siendo las refinerías las mayores fuentes de contaminación en el mundo.

Las mineras han ido mejorando técnica de extracción de litio como por ejemplo mediante energía geotérmica que, se espera tenga mejores rendimientos en energía en la extracción.

Resultados

4.0.1 Análisis e interpretación

4.0.1.1 Generación de viajes:

De lo evaluado en la etapa se considero en base a la regresión lineal multiple asumiendo los parámetros poblacionales, empleo, vacantes, etc.

En la producción de viajes en el grupo trabajadores se tiene que las zonas más pobladas tienen mayor población de trabajadores y por lo tanto generan mayores cantidades de viajes como las zonas 6 (Nery) y zona 8 (Javier pérez de cuellar) y las menos pobladas menores viajes como las zonas zona 7 (UNSCH) y la zona 20 (Aeropuerto)

En la atracción en el grupo de los trabajadores se realizó en base a los puestos de trabajo por tamaño de zona y el VATU (Valor Arancelario de terrenos urbanos) promedio de la cada zona ya que se asumió que zonas mas con mayores valores de terreno son económicamente más activas por lo tanto mayores puestos de trabajo. Por lo tanto se obtuvieron que la mayor cantidad de viajes atraídos se dan en la zona 1 (centro histórico) y zona 4 (Puente nuevo)

Tabla 20: Matriz de producciones y atracciones para trabajadores (W)

ZONA	PRODUCCIONES	ATRACCIONES
Z01	400	3284
Z02	1215	1641
Z03	654	1501
Z04	1015	2529
Z05	1268	1199
Z06	2051	1701
Z07	5	71
Z08	2982	842
Z09	1479	793
Z10	233	563
Z11	737	733
Z12	1144	563
Z13	1020	1450
Z14	1099	1429
Z15	823	1148
Z16	1889	1216
Z17	565	612
Z18	692	514
Z19	1486	283
Z20	4	39
Z21	185	648
Z22	712	1205
Z23	1370	1267
Z24	978	820
Z25	1734	991
Z26	1171	648
Z27	869	911
Z28	699	760
Z29	764	676
Z30	1268	474

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Matriz de producciones y atracciones para estudiantes (S)

ZONA	PRODUCCIONES	ATRACCIONES
Z01	294	3215
Z02	839	1369
Z03	464	991
Z04	706	152
Z05	875	766
Z06	1399	2699
Z07	3	3018
Z08	2023	505
Z09	1017	90
Z10	182	104
Z11	520	425
Z12	792	757
Z13	709	396
Z14	762	1617
Z15	577	471
Z16	1291	790
Z17	405	201
Z18	489	4
Z19	1021	234
Z20	3	0
Z21	150	0
Z22	503	610
Z23	943	709
Z24	681	355
Z25	1187	834
Z26	810	271
Z27	608	125
Z28	494	223
Z29	537	4
Z30	875	221

Fuente: Elaboración propia.

En la producción en el grupo de los estudiantes se realizó en base a la variable población por zonas ya que se conoce que en base a mayor población mayor cantidad de estudiantes de lo cual en la producción se produjeron mayores viajes de las zonas: zona 6 (Nery) y zona 8 (Javier Pérez de Cuellar) que tienen mayores poblaciones.

En la atracción en el grupo de los estudiantes se realizó en base a las vacantes por zona esta información obtenida de la plataforma ESCALE con información detallada de vacantes por ubicación nos da que las zonas: zona 1 (Centro histórico), zona 6 (residencia) y zona 7 (módulos) atraigan los mayores viajes.

Tabla 22: Matriz de producciones y atracciones para otros (O)

ZONA	PRODUCCIONES	ATRACCIONES
Z01	172	195
Z02	569	595
Z03	296	319
Z04	472	419
Z05	595	734
Z06	976	767
Z07	15	15
Z08	1430	1464
Z09	698	725
Z10	91	112
Z11	336	360
Z12	534	560
Z13	474	460
Z14	513	551
Z15	378	371
Z16	898	946
Z17	253	212
Z18	314	257
Z19	701	729
Z20	15	15
Z21	68	174
Z22	324	355
Z23	644	617
Z24	453	441
Z25	822	782
Z26	548	310
Z27	401	435
Z28	318	350
Z29	349	345
Z30	595	637

Fuente: Elaboración propia.

En la producción en el grupo de otros es un parámetro que se considero como ajuste para justificar los viajes por otras razones que no sean trabajo y estudio se realizó en base a la variable población por zonas y esta en proporción al tamaño poblacional.

En la atracción en el grupo de los estudiantes se realizó en base a hogares por zona también es considerado como un parámetro de ajuste de viajes la atracción fue distribuida en proporción al tamaño de las zonas igualmente.

4.0.1.2 Distribución de viajes:

De lo observado en la etapa de distribución de viajes se consideró el modelo gravitacional para evaluar la distribución.

Matriz de distancias

Tabla 23: Matriz de distancias

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	0.80	1.17	1.20	0.59	1.76	1.56	2.24	3.08	1.98	5.90	2.72	2.42	1.15	2.24	2.12	2.32	2.82	5.83	7.79	3.36	3.51	3.94	2.91	3.07	4.02	4.75	3.44	5.15	7.74	6.97
Z02	1.17	0.65	0.98	1.74	2.39	1.56	2.36	2.88	1.12	4.73	1.55	2.93	2.19	2.88	3.17	3.36	3.39	6.41	7.59	4.40	4.55	4.98	3.96	4.12	5.06	5.79	4.08	5.79	8.78	7.61
Z03	1.20	0.98	0.73	1.58	2.94	2.11	2.91	3.63	2.53	6.45	3.27	1.79	1.48	1.73	2.58	2.78	3.94	6.96	8.34	3.82	3.96	4.39	3.37	3.01	4.47	5.20	2.94	4.64	8.19	6.46
Z04	0.59	1.74	1.58	0.62	1.33	1.94	2.08	3.49	2.55	6.48	3.30	2.87	1.08	2.16	1.79	1.98	2.47	4.02	8.17	3.02	3.17	3.60	2.58	2.74	3.68	4.41	3.37	5.07	7.40	6.89
Z05	1.76	2.39	2.94	1.33	0.90	1.86	1.28	2.96	2.85	7.13	3.94	4.16	2.55	3.63	3.26	3.46	1.10	4.12	7.64	4.24	4.64	5.07	4.05	4.21	5.16	5.88	4.84	6.55	8.88	8.37
Z06	1.56	1.56	2.11	1.94	1.86	1.30	1.30	1.41	1.30	6.29	3.11	3.58	2.84	3.52	3.54	3.74	2.33	5.35	6.09	4.78	4.93	5.36	4.33	4.49	5.44	6.17	4.73	6.43	9.16	8.25
Z07	2.24	2.36	2.91	2.08	1.28	1.30	0.45	1.91	1.80	7.09	3.91	4.38	3.03	4.11	3.73	3.93	0.97	3.67	6.59	4.99	5.12	5.55	4.52	4.68	5.63	6.36	5.31	7.02	9.35	8.84
Z08	3.08	2.88	3.63	3.49	2.96	1.41	1.91	0.60	1.56	6.85	3.67	5.10	4.39	5.04	5.09	5.29	3.26	5.95	5.20	6.67	6.48	6.91	5.88	6.04	6.99	7.72	6.25	7.95	10.71	9.77
Z09	1.98	1.12	2.53	2.55	2.85	1.30	1.80	1.56	0.45	5.09	1.91	4.00	3.26	3.94	4.23	4.43	3.23	6.25	6.27	5.47	5.61	6.04	5.02	5.18	6.12	6.85	5.15	6.85	9.84	8.67
Z10	5.90	4.73	6.45	6.48	7.13	6.29	7.09	6.85	5.09	0.45	3.19	7.92	7.18	7.86	8.15	8.35	8.12	11.14	11.56	9.39	9.54	9.96	8.94	9.10	10.05	10.77	9.07	10.78	13.77	12.60
Z11	2.72	1.55	3.27	3.30	3.94	3.11	3.91	3.67	1.91	3.19	0.55	4.74	4.00	4.68	4.97	5.17	4.94	7.96	8.38	6.21	6.35	6.78	5.76	5.92	6.86	7.59	5.89	7.59	10.59	9.41
Z12	2.42	2.95	1.79	2.87	4.16	3.59	4.39	5.11	4.01	7.94	4.75	0.70	2.76	3.02	3.86	4.06	5.22	8.23	9.82	5.10	5.25	5.67	4.65	4.29	5.76	6.48	4.22	5.93	9.48	7.75
Z13	1.15	2.19	1.48	1.08	2.55	2.84	3.03	4.39	3.26	7.19	4.00	2.76	0.35	1.62	1.59	1.79	3.61	6.62	9.07	2.83	2.98	3.41	2.38	2.54	3.49	4.22	2.82	4.53	7.21	6.35
Z14	2.24	2.89	1.73	2.16	3.63	3.53	4.11	5.06	3.95	7.88	4.70	3.02	1.62	0.60	1.54	3.21	4.69	7.71	9.76	4.25	4.08	4.51	2.67	1.32	4.59	5.32	1.66	2.96	8.31	4.78
Z15	2.12	3.17	2.58	1.79	3.26	3.54	3.73	5.09	4.23	8.16	4.97	3.86	1.59	1.54	0.85	1.78	4.31	7.33	9.77	2.82	2.65	3.08	1.24	1.06	3.16	3.89	2.41	3.71	6.88	5.53
Z16	2.32	3.36	2.77	1.98	3.46	3.74	3.93	5.29	4.43	8.35	5.17	4.06	1.79	3.21	1.78	1.00	4.51	6.65	9.97	1.09	2.71	3.14	2.47	2.73	3.22	3.95	4.08	5.38	6.94	7.20
Z17	2.82	3.39	3.94	2.47	1.10	2.33	0.97	3.26	3.23	8.12	4.94	5.22	3.61	4.69	4.32	4.51	0.90	2.70	7.12	5.38	5.70	6.13	5.11	5.27	6.21	6.94	5.90	7.60	9.93	9.42
Z18	5.84	6.41	6.96	4.02	4.12	5.35	3.67	5.95	6.25	11.14	7.96	8.24	6.63	7.71	7.33	6.65	2.70	1.30	9.82	6.93	8.72	9.14	8.12	8.28	9.23	9.96	8.91	10.62	12.95	12.44
Z19	7.79	7.59	8.34	8.17	7.64	6.09	6.59	5.20	6.27	11.56	8.38	9.81	9.07	9.75	9.77	9.97	7.12	9.82	2.15	11.35	11.16	11.58	10.56	10.72	11.67	12.40	10.96	12.66	15.39	14.48
Z20	3.36	4.40	3.81	3.02	4.24	4.78	4.99	6.67	5.47	9.39	6.21	5.10	2.83	4.25	2.82	1.09	5.38	6.93	11.35	0.60	4.21	4.63	3.61	3.77	4.72	5.44	5.12	6.42	8.44	8.24
Z21	3.51	4.55	3.96	3.17	4.64	4.93	5.12	6.48	5.62	9.54	6.36	5.25	2.98	4.08	2.65	2.71	5.70	8.71	11.16	4.21	0.85	1.21	3.28	3.60	3.53	1.76	4.95	6.25	6.61	8.08
Z22	3.94	4.98	4.39	3.60	5.07	5.36	5.55	6.91	6.04	9.97	6.79	5.67	3.41	4.51	3.08	3.14	6.12	9.14	11.58	4.63	1.21	0.70	2.66	4.03	1.98	2.20	5.38	6.68	5.06	8.38
Z23	2.91	3.96	3.37	2.58	4.05	4.33	4.52	5.88	5.02	8.95	5.76	4.65	2.38	2.67	1.24	2.47	5.10	8.12	10.56	3.61	3.28	2.66	1.10	2.19	1.47	4.52	3.54	4.84	5.19	6.66
Z24	3.07	4.12	3.01	2.74	4.21	4.49	4.68	6.04	5.18	9.11	5.92	4.29	2.54	1.32	1.06	2.73	5.26	8.28	10.72	3.77	3.60	4.03	2.19	0.93	4.11	4.84	2.19	3.49	7.83	5.32
Z25	4.02	5.06	4.47	3.68	5.16	5.44	5.63	6.99	6.13	10.05	6.87	5.76	3.49	4.59	3.16	3.22	6.21	9.23	11.67	4.72	3.53	1.98	1.47	4.11	1.30	4.52	5.46	6.77	3.59	6.90
Z26	4.75	5.79	5.20	4.41	5.88	6.17	6.36	7.72	6.86	10.78	7.60	6.48	4.22	5.32	3.89	3.95	6.94	9.95	12.40	5.44	1.76	2.20	4.52	4.84	4.52	1.30	6.19	7.49	7.60	9.31
Z27	3.44	4.10	2.94	3.37	4.84	4.74	5.31	6.26	5.16	9.08	5.90	4.22	2.82	1.66	2.41	4.08	5.89	8.91	10.97	5.12	4.95	5.38	3.54	2.19	5.46	6.19	1.10	2.03	9.01	3.85
Z28	5.15	5.80	4.64	5.07	6.55	6.45	7.02	7.97	6.87	10.79	7.61	5.93	4.53	2.96	3.71	5.38	7.60	10.62	12.68	6.42	6.25	6.68	4.84	3.49	6.77	7.49	2.03	1.40	8.41	3.26
Z29	7.74	8.78	8.19	7.40	8.88	9.16	9.35	10.71	9.85	13.77	10.59	9.48	7.21	8.31	6.88	6.94	9.93	12.95	15.39	8.44	6.61	5.06	5.19	7.83	3.59	7.60	9.01	8.41	1.33	4.97
Z30	6.97	7.62	6.46	6.89	8.37	8.27	8.84	9.79	8.69	12.61	9.43	7.75	6.35	4.78	5.53	7.20	9.42	12.44	14.50	8.24	8.08	8.38	6.66	5.32	6.90	9.31	3.85	3.26	4.97	1.32

Fuente: Elaboración propia

La matriz de distancias se obtiene de las distancias de recorrido vial entre los centroides de las zonas propuestas para el modelamiento, en el eje de las ordinales se encuentran las zonas de origen y en el eje de las abscisas los destinos entonces de lo cual cada celda representa la distancia entre una zona de origen y una zona de destino.

Esta matriz es requerida para la distribución de viajes que según se asume en esta investigación se hará en función al tamaño poblacional de las zonas y las distancias entre ellas que requiere el modelo gravitacional.

Tabla 24: Matriz O/D para el grupo trabajadores (W)

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	34	18	16	26	14	20	1	12	9	11	9	7	15	17	14	15	8	10	8	1	9	18	17	11	15	11	13	13	17	11
Z02	99	47	44	86	42	61	3	32	24	27	23	21	49	53	44	48	24	31	20	2	30	59	54	36	49	35	40	42	56	33
Z03	54	26	24	44	24	36	2	22	17	21	18	10	25	25	22	24	14	18	14	1	15	30	27	17	25	18	19	19	28	16
Z04	79	45	44	61	31	47	2	29	24	29	24	20	41	46	36	39	18	19	18	1	25	48	44	29	40	29	34	36	46	29
Z05	106	53	52	70	32	50	2	29	27	34	29	24	55	60	50	47	17	20	18	2	34	67	61	40	56	40	45	47	64	38
Z06	166	83	81	147	63	84	3	42	39	53	45	37	86	93	77	84	34	43	26	3	53	104	95	63	86	62	69	73	98	59
Z07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z08	247	120	121	208	89	104	5	48	49	70	60	55	129	140	117	127	47	57	28	5	80	157	143	95	131	95	105	111	150	89
Z09	121	55	59	109	49	58	3	30	25	31	27	27	63	68	57	61	26	33	19	2	38	76	69	46	63	46	51	53	72	43
Z10	19	8	9	17	8	11	0	6	4	2	3	4	10	11	9	10	5	6	4	0	6	12	11	7	10	7	8	8	12	7
Z11	59	26	29	54	25	34	1	18	13	11	10	13	31	33	28	30	15	19	11	1	19	38	34	23	31	23	25	26	36	21
Z12	92	56	39	75	42	62	3	38	30	37	31	13	43	43	39	42	25	32	25	2	26	52	48	29	43	31	32	34	50	27
Z13	91	52	42	67	38	55	2	34	28	34	29	18	36	40	32	35	22	28	22	1	22	42	39	26	35	25	30	31	40	25
Z14	102	59	43	75	43	63	3	39	32	39	33	19	40	36	31	41	25	32	25	1	25	48	40	22	40	29	25	25	46	20
Z15	78	45	39	57	33	48	2	30	24	30	25	17	31	30	23	27	19	24	19	1	16	31	26	16	26	19	21	21	29	17
Z16	174	101	87	128	76	108	5	67	55	66	56	39	69	82	55	53	43	47	42	2	35	68	66	44	57	41	58	58	64	46
Z17	48	24	23	33	13	21	1	12	11	16	13	11	25	27	22	22	7	7	7	1	15	30	28	18	25	18	20	21	29	17
Z18	60	30	30	34	16	27	1	15	14	20	17	14	32	34	28	23	7	5	8	1	19	37	34	23	31	23	26	27	36	22
Z19	123	60	61	104	44	51	2	23	24	36	30	28	65	70	59	64	21	26	5	2	40	80	73	48	66	48	53	56	77	45
Z20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z21	18	10	9	13	7	11	0	7	6	7	6	4	7	8	5	6	4	6	4	0	2	5	6	4	5	3	6	6	5	5
Z22	70	41	35	51	29	43	2	27	22	27	22	16	27	31	21	22	17	22	17	1	9	17	22	17	16	10	22	22	16	18
Z23	133	77	66	97	56	82	4	51	42	51	43	30	52	54	36	44	33	42	32	2	26	45	39	29	32	31	38	38	35	30
Z24	95	55	42	69	40	59	3	36	30	36	31	19	38	32	25	32	24	30	23	1	19	38	31	18	31	23	23	22	36	18
Z25	170	99	85	124	72	106	5	66	54	66	55	38	67	76	51	54	42	54	42	2	30	46	45	41	35	34	55	55	32	35
Z26	113	66	57	82	48	70	3	44	36	44	36	25	44	51	34	36	28	36	28	1	14	28	40	27	32	14	36	36	33	29
Z27	83	48	35	61	35	51	2	32	26	32	27	15	32	28	24	32	21	26	20	1	19	38	31	17	31	23	17	15	35	12
Z28	69	40	29	50	29	43	2	27	22	27	22	13	27	21	19	25	17	22	17	1	15	30	24	13	25	18	12	9	21	7
Z29	78	46	39	57	33	49	2	30	25	30	25	18	30	35	23	25	19	25	19	1	13	19	20	19	13	14	25	19	7	7
Z30	129	76	53	94	55	81	3	50	41	50	42	24	50	40	35	47	32	41	32	2	28	55	46	25	37	34	22	17	19	8

Fuente: Elaboración propia.

La matriz O/D del grupo de trabajadores es el resultado de la distribución de viajes totales de cada zona en las diferentes zonas origen y zonas destino considerados formando una matriz ij de la cual tenemos los viajes interzonales donde i representa la zona de origen y j la zona de destino.

Tabla 25: Matriz O/D para el grupo estudiantes (S)

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	32	14	10	1	9	33	39	9	1	3	6	11	4	21	6	10	3	0	14	0	0	12	11	5	16	6	2	6	0	9
Z02	85	34	25	5	26	95	120	20	2	6	12	29	13	61	19	33	9	0	29	0	0	38	34	18	54	21	6	17	1	27
Z03	46	19	14	2	16	60	70	17	2	7	12	12	6	26	9	16	5	0	26	0	0	18	16	8	25	10	3	7	0	11
Z04	68	35	28	3	18	71	82	19	3	8	15	30	10	55	16	27	6	0	29	0	0	31	28	15	44	17	6	16	1	25
Z05	95	41	33	4	17	69	69	17	3	10	18	37	16	77	24	33	4	0	25	0	0	50	45	23	70	27	8	23	1	36
Z06	150	64	52	9	38	120	134	23	4	15	28	55	24	117	36	64	11	1	32	0	0	75	67	35	104	41	12	34	1	54
Z07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z08	225	91	79	13	52	132	162	22	4	19	34	87	38	184	58	102	15	1	28	0	0	120	107	55	167	66	19	54	2	87
Z09	109	40	38	7	32	81	99	16	2	7	14	41	18	87	27	48	9	0	23	0	0	56	50	26	78	31	9	25	1	40
Z10	17	6	6	1	6	18	22	4	0	0	1	7	3	15	5	8	2	0	6	0	0	10	9	4	14	5	2	4	0	7
Z11	51	17	18	3	16	51	64	10	1	2	5	20	9	42	13	23	6	0	16	0	0	27	24	13	38	15	4	12	1	20
Z12	74	46	20	4	27	102	119	29	4	12	21	13	10	43	15	27	9	0	45	0	0	31	28	13	44	17	4	12	1	20
Z13	79	43	25	3	24	89	103	25	3	11	19	25	9	41	12	21	8	0	38	0	0	23	21	11	32	12	4	11	0	17
Z14	88	49	23	4	27	102	120	29	4	13	23	24	9	31	10	25	9	0	45	0	0	27	20	8	37	15	3	7	1	10
Z15	67	38	24	3	21	78	91	22	3	10	17	25	7	28	7	14	7	0	34	0	0	15	12	6	21	8	3	6	0	10
Z16	145	81	52	6	47	168	197	47	7	21	37	55	15	83	18	26	15	1	74	0	0	31	31	16	43	17	8	20	1	31
Z17	45	19	16	2	7	30	26	7	1	5	9	18	8	37	12	17	2	0	8	0	0	24	22	11	34	13	4	11	0	18
Z18	57	24	20	1	8	36	26	8	2	6	11	23	10	48	14	15	1	0	10	0	0	29	26	14	41	16	5	14	1	23
Z19	113	45	40	6	26	61	78	9	2	10	17	45	19	96	30	53	6	0	2	0	0	64	56	29	89	35	10	29	1	47
Z20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z21	17	10	6	1	5	20	24	6	1	3	5	7	2	9	2	3	2	0	9	0	0	2	3	2	4	1	1	2	0	4
Z22	59	33	21	3	18	69	82	20	3	9	16	23	6	31	6	11	6	0	32	0	0	5	9	6	9	3	3	8	0	12
Z23	111	63	41	5	34	130	153	37	5	17	29	43	11	49	11	23	12	1	58	0	0	18	16	10	20	13	5	11	0	18
Z24	82	46	24	4	25	96	113	27	4	12	21	25	8	26	7	17	9	0	43	0	0	18	14	5	25	10	2	6	0	9
Z25	139	80	51	6	44	165	194	47	6	21	37	54	14	75	15	26	15	1	75	0	0	15	16	15	18	12	7	18	0	18
Z26	93	53	34	4	29	111	130	32	4	14	25	36	9	50	10	17	10	0	51	0	0	9	18	10	21	3	5	12	0	19
Z27	71	41	19	3	22	84	99	24	3	11	19	19	7	22	8	19	8	0	38	0	0	20	15	5	28	11	2	3	0	5
Z28	59	34	15	3	19	71	83	20	3	9	16	16	6	16	6	14	6	0	33	0	0	15	11	4	21	8	1	2	0	2
Z29	64	37	24	3	20	77	91	22	3	10	18	26	6	34	7	12	7	0	36	0	0	6	7	7	5	5	3	5	0	2
Z30	106	62	27	5	34	128	151	37	5	17	29	29	10	28	10	26	12	1	60	0	0	27	20	7	25	15	2	3	0	2

Fuente: Elaboración propia.

La matriz O/D del grupo de estudiantes es el resultado de la distribución de viajes totales de cada zona en las diferentes zonas origen y zonas destino considerados formando una matriz ij de la cual tenemos los viajes interzonales donde i representa la zona de origen y j la zona de destino.

Tabla 26: Matriz O/D para el grupo otros (O)

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	2	6	3	4	8	9	0	18	8	2	4	7	5	6	4	11	3	4	10	0	2	5	7	5	10	4	5	5	5	9
Z02	6	18	10	16	28	30	1	58	24	5	13	22	17	22	15	38	9	12	34	1	7	15	26	18	34	14	18	15	16	29
Z03	3	10	5	8	15	16	0	32	15	3	8	10	8	10	7	19	5	6	18	0	4	8	13	9	17	7	9	8	8	15
Z04	5	18	10	10	21	23	0	49	23	4	12	19	14	18	12	31	7	9	28	0	6	13	21	15	28	11	15	13	13	24
Z05	8	23	13	14	23	28	1	58	29	5	15	24	19	24	16	40	7	11	34	1	8	16	27	20	36	14	19	16	17	30
Z06	12	36	20	28	46	45	1	87	42	9	25	39	31	38	26	67	14	19	55	1	13	27	45	32	59	24	32	27	28	51
Z07	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
Z08	19	57	32	42	71	64	1	105	62	12	36	59	47	58	39	101	21	28	77	2	19	39	67	48	87	35	47	39	41	74
Z09	9	24	15	20	35	32	1	64	25	6	16	28	22	28	19	49	10	14	40	1	9	19	32	23	42	17	23	19	20	36
Z10	1	4	2	3	5	5	0	9	4	0	2	4	3	4	2	6	1	2	5	0	1	2	4	3	5	2	3	2	2	4
Z11	4	12	7	10	17	17	0	34	15	2	6	13	11	13	9	23	5	7	19	0	4	9	15	11	20	8	11	9	9	17
Z12	7	22	10	15	27	29	1	57	27	5	14	15	16	19	14	35	8	11	31	1	7	14	23	16	30	12	16	14	14	26
Z13	6	19	9	12	24	25	0	52	25	4	13	18	10	16	11	29	7	10	29	0	6	12	20	14	27	11	14	12	13	24
Z14	7	22	10	14	27	28	1	57	27	5	14	20	14	14	12	33	8	10	31	1	6	13	21	13	29	12	14	12	14	24
Z15	5	16	8	10	20	21	0	42	20	3	10	16	11	13	8	22	6	8	23	0	4	9	14	10	21	8	11	9	10	18
Z16	12	38	20	24	47	49	1	98	47	8	24	36	25	34	20	47	14	18	53	1	10	22	36	26	48	20	28	23	24	44
Z17	3	10	6	7	10	12	0	25	12	2	6	10	8	10	7	17	3	4	14	0	3	7	12	8	15	6	8	7	7	13
Z18	4	13	7	8	15	16	0	31	16	3	8	13	10	12	8	21	4	4	17	0	4	8	14	10	18	7	10	8	8	15
Z19	9	29	16	21	36	36	1	67	34	6	18	28	23	28	19	48	10	13	29	1	9	18	32	23	40	16	22	18	18	34
Z20	0	1	0	0	1	1	0	2	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Z21	1	3	2	2	4	4	0	7	4	1	2	3	2	3	2	4	1	1	4	0	1	1	3	2	4	1	2	2	2	3
Z22	4	14	7	9	17	18	0	36	17	3	9	13	10	12	8	20	5	7	19	0	3	6	13	10	15	6	10	8	8	16
Z23	9	28	14	18	34	36	1	72	35	6	18	27	19	23	14	40	10	13	39	1	8	15	22	18	30	14	19	16	16	31
Z24	6	19	10	13	24	25	0	50	24	4	12	18	14	14	9	28	7	9	27	0	5	11	18	11	25	10	12	11	12	21
Z25	11	35	19	23	43	46	1	91	44	7	22	34	25	32	20	51	13	17	48	1	10	18	29	25	36	18	26	21	19	39
Z26	7	23	12	16	28	30	1	59	29	5	14	22	17	21	13	34	8	11	31	1	5	12	23	16	29	9	17	14	14	26
Z27	5	17	8	11	21	22	0	44	21	4	11	16	12	13	9	26	6	8	24	0	5	10	17	11	23	9	10	9	11	17
Z28	4	14	7	9	17	18	0	35	17	3	8	13	10	11	8	21	5	6	18	0	4	8	13	9	18	7	8	6	8	13
Z29	5	15	8	10	18	19	0	38	18	3	9	14	11	14	9	23	5	7	19	0	4	8	14	11	17	8	11	9	6	15
Z30	8	26	13	17	31	33	1	65	32	5	16	24	19	22	15	40	9	12	34	1	7	15	26	18	33	13	17	13	14	20

Fuente: Elaboración propia.

La matriz O/D del grupo de otros es el resultado de la distribución de viajes totales de cada zona en las diferentes zonas origen y zonas destino considerados formando una matriz ij de la cual tenemos los viajes interzonales donde i representa la zona de origen y j la zona de destino.

4.0.1.3 Partición modal de viajes:

La partición modal de viajes entre los diferentes medios de transporte considerado en este caso: el transporte publico (TPu), transporte privado (TPr) y el transporte a pie (Walk) se relizaran por el modelo logit multinomial mediante la función de utilidad que esta en base a dos factores considerados el tiempo de viaje en un medio de transporte y el costo de viaje de un medio de transporte.

Tabla 27: Matriz de costo TPu

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
Z02	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
Z03	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
Z04	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
Z05	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Z06	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
Z07	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	1.5	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
Z08	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
Z09	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
Z10	1.5	2	2	2	2.5	2	2	2	1.5	1.5	1.5	4	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.5
Z11	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4
Z12	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4	3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3.5	3.5	1.5	1.5	3	3	1.5	1.5	3	3	3	3	4
Z13	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
Z14	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	3	3	3	3	1.5	3	3	1.5	1.5	3	3.5
Z15	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2
Z16	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	1.5	2
Z17	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	3	1.5	3	1.5	3	1.5	1.5	1.5	3	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	1.5	3	3	3.5
Z18	2	2	2	2	1.5	2	1.5	1.5	1.5	2.5	2	3.5	2	3.5	2	2	1.5	1.5	3	2	2	2	2	3.5	2	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5
Z19	2	2	2	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	4	3.5	3.5	2	2	2	2	3	3	1.5	3.5	2	2	2	3.5	2	3.5	3.5	3.5	3.5	2
Z20	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	3	1.5	3	1.5	1.5	1.5	3	2	1.5	1.5	1.5	3	3	3	1.5	3	3	3	3.5
Z21	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	3	1.5	3	1.5	1.5	2	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	3	1.5	1.5	3	3	1.5	3.5
Z22	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	3	1.5	3	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	3	3
Z23	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	3	1.5	3	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	1.5	2
Z24	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	3	1.5	3	1.5	1.5	1.5	2	2	3	3	3	1.5	1.5	1.5	3	1.5	1.5	1.5	2
Z25	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	3	1.5	3	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	1.5	2
Z26	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.5	1.5	3	1.5	3	1.5	1.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	3	3	1.5	3	3	3	3.5
Z27	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4	3.5	3	1.5	1.5	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1.5	1.5	3	1.5
Z28	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4	1.5	3	1.5	1.5	3	3	3	3.5	2	3	3	3	3	1.5	3	3	1.5	1.5	3	1.5
Z29	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	4	3	3	1.5	3	1.5	3	3	3.5	3.5	3	3	3	1.5	3	1.5	3	3	3	1.5	1.5
Z30	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4.5	3.5	3.5	2	3.5	2	4	4	4.5	4	3.5	3.5	3	1.5	1.5	3	3	3.5	3.5	1.5	1.5

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de costo del transporte público (TPu) se ensambla de acuerdo a los costos de transporte obtenido de las empresa de transporte entre las diferentes zonas en transporte publico el costo 1.5 soles entre ciertas zonas, 2 soles entre zonas alejadas y 2.5 entre zonas más alejadas y hay viajes compuestos que se realizan trasbordos de acuerdo a aquello se hará el ensamblado de la matriz.

Tabla 28: Matriz de costo TPr

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	0.62	0.91	0.93	0.45	1.37	1.21	1.74	2.39	1.54	4.58	2.11	1.88	0.90	1.74	1.65	1.80	2.19	4.53	6.05	2.61	2.72	3.06	2.26	2.39	3.12	3.68	2.67	4.00	6.01	5.41
Z02	0.91	0.50	0.76	1.35	1.86	1.21	1.83	2.24	0.87	3.67	1.20	2.28	1.70	2.23	2.46	2.61	2.63	4.97	5.89	3.42	3.53	3.86	3.07	3.19	3.93	4.49	3.17	4.49	6.82	5.91
Z03	0.93	0.76	0.56	1.23	2.28	1.64	2.26	2.82	1.96	5.01	2.54	1.39	1.15	1.34	2.00	2.15	3.06	5.40	6.47	2.96	3.08	3.41	2.61	2.33	3.47	4.04	2.28	3.60	6.36	5.02
Z04	0.45	1.35	1.23	0.48	1.03	1.51	1.61	2.71	1.98	5.03	2.56	2.22	0.84	1.68	1.39	1.54	1.92	3.12	6.34	2.35	2.46	2.79	2.00	2.12	2.86	3.42	2.61	3.94	5.75	5.35
Z05	1.37	1.86	2.28	1.03	0.70	1.45	0.99	2.30	2.21	5.53	3.06	3.23	1.98	2.82	2.53	2.68	0.85	3.20	5.93	3.29	3.60	3.94	3.14	3.27	4.00	4.57	3.76	5.08	6.89	6.49
Z06	1.21	1.21	1.64	1.51	1.45	1.01	1.01	1.09	1.01	4.89	2.42	2.78	2.20	2.73	2.75	2.90	1.81	4.15	4.73	3.71	3.83	4.16	3.37	3.49	4.22	4.79	3.67	4.99	7.11	6.41
Z07	1.74	1.83	2.26	1.61	0.99	1.01	0.35	1.48	1.39	5.50	3.03	3.40	2.35	3.19	2.90	3.05	0.75	2.85	5.11	3.87	3.97	4.31	3.51	3.64	4.37	4.93	4.13	5.45	7.26	6.86
Z08	2.39	2.24	2.82	2.71	2.30	1.09	1.48	0.47	1.21	5.32	2.85	3.96	3.41	3.91	3.95	4.11	2.53	4.62	4.04	5.18	5.03	5.36	4.57	4.69	5.43	5.99	4.85	6.17	8.31	7.59
Z09	1.54	0.87	1.96	1.98	2.21	1.01	1.39	1.21	0.35	3.95	1.48	3.10	2.53	3.06	3.28	3.44	2.51	4.85	4.87	4.24	4.36	4.69	3.90	4.02	4.75	5.32	3.99	5.32	7.64	6.73
Z10	4.58	3.67	5.01	5.03	5.53	4.89	5.50	5.32	3.95	0.35	2.47	6.15	5.57	6.10	6.33	6.48	6.31	8.65	8.98	7.29	7.40	7.73	6.94	7.07	7.80	8.36	7.04	8.36	10.69	9.78
Z11	2.11	1.20	2.54	2.56	3.06	2.42	3.03	2.85	1.48	2.47	0.43	3.68	3.10	3.63	3.86	4.01	3.84	6.18	6.50	4.82	4.93	5.26	4.47	4.59	5.33	5.89	4.57	5.89	8.22	7.31
Z12	1.88	2.29	1.39	2.22	3.23	2.79	3.41	3.97	3.11	6.16	3.69	0.54	2.15	2.34	3.00	3.15	4.05	6.39	7.62	3.96	4.07	4.40	3.61	3.33	4.47	5.03	3.28	4.60	7.36	6.02
Z13	0.90	1.70	1.15	0.84	1.98	2.20	2.35	3.41	2.53	5.58	3.11	2.15	0.27	1.26	1.24	1.39	2.80	5.14	7.04	2.20	2.31	2.64	1.85	1.97	2.71	3.27	2.19	3.52	5.60	4.93
Z14	1.74	2.24	1.34	1.68	2.82	2.74	3.19	3.92	3.07	6.12	3.64	2.34	1.26	0.47	1.19	2.49	3.64	5.98	7.58	3.30	3.17	3.50	2.07	1.03	3.57	4.13	1.29	2.30	6.45	3.71
Z15	1.65	2.46	2.00	1.39	2.53	2.75	2.90	3.95	3.29	6.33	3.86	3.00	1.24	1.19	0.66	1.38	3.35	5.69	7.59	2.19	2.06	2.39	0.96	0.82	2.46	3.02	1.87	2.88	5.34	4.29
Z16	1.80	2.61	2.15	1.54	2.68	2.90	3.05	4.11	3.44	6.48	4.01	3.15	1.39	2.49	1.38	0.78	3.50	5.16	7.74	0.85	2.10	2.43	1.92	2.12	2.50	3.06	3.17	4.18	5.39	5.59
Z17	2.19	2.63	3.06	1.92	0.85	1.81	0.75	2.53	2.51	6.31	3.84	4.05	2.80	3.64	3.35	3.50	0.70	2.10	5.53	4.18	4.42	4.76	3.96	4.09	4.82	5.39	4.58	5.90	7.71	7.31
Z18	4.53	4.97	5.40	3.12	3.20	4.15	2.85	4.62	4.85	8.65	6.18	6.39	5.14	5.98	5.69	5.16	2.10	1.01	7.62	5.38	6.77	7.10	6.31	6.43	7.16	7.73	6.92	8.24	10.05	9.66
Z19	6.05	5.89	6.47	6.34	5.93	4.73	5.11	4.04	4.87	8.98	6.50	7.61	7.04	7.57	7.59	7.74	5.53	7.62	1.67	8.81	8.66	8.99	8.20	8.32	9.06	9.62	8.50	9.83	11.95	11.24
Z20	2.61	3.42	2.96	2.35	3.29	3.71	3.87	5.18	4.25	7.29	4.82	3.96	2.20	3.30	2.19	0.85	4.18	5.38	8.81	0.47	3.26	3.60	2.80	2.93	3.66	4.23	3.98	4.99	6.55	6.40
Z21	2.72	3.53	3.07	2.46	3.60	3.83	3.97	5.03	4.36	7.41	4.94	4.07	2.31	3.17	2.06	2.10	4.42	6.76	8.66	3.26	0.66	0.94	2.55	2.80	2.74	1.37	3.84	4.86	5.13	6.27
Z22	3.06	3.86	3.41	2.79	3.94	4.16	4.31	5.36	4.69	7.74	5.27	4.40	2.64	3.50	2.39	2.43	4.75	7.10	8.99	3.60	0.94	0.54	2.06	3.13	1.54	1.71	4.18	5.19	3.93	6.50
Z23	2.26	3.07	2.61	2.00	3.14	3.37	3.51	4.57	3.90	6.95	4.47	3.61	1.85	2.07	0.96	1.92	3.96	6.30	8.20	2.80	2.55	2.06	0.85	1.70	1.14	3.51	2.75	3.76	4.03	5.17
Z24	2.39	3.19	2.33	2.12	3.27	3.49	3.64	4.69	4.02	7.07	4.60	3.33	1.97	1.03	0.82	2.12	4.09	6.43	8.32	2.93	2.80	3.13	1.70	0.72	3.19	3.76	1.70	2.71	6.08	4.13
Z25	3.12	3.93	3.47	2.86	4.00	4.22	4.37	5.43	4.76	7.80	5.33	4.47	2.71	3.57	2.46	2.50	4.82	7.16	9.06	3.66	2.74	1.54	1.14	3.19	1.01	3.51	4.24	5.25	2.79	5.36
Z26	3.68	4.49	4.04	3.42	4.57	4.79	4.93	5.99	5.32	8.37	5.90	5.03	3.27	4.13	3.02	3.06	5.38	7.73	9.62	4.23	1.37	1.71	3.51	3.76	3.51	1.01	4.81	5.82	5.90	7.23
Z27	2.67	3.18	2.28	2.61	3.76	3.68	4.13	4.86	4.01	7.05	4.58	3.28	2.19	1.29	1.87	3.17	4.57	6.92	8.52	3.98	3.84	4.18	2.75	1.70	4.24	4.81	0.85	1.58	6.99	2.99
Z28	4.00	4.50	3.60	3.94	5.08	5.00	5.45	6.18	5.33	8.38	5.90	4.60	3.52	2.30	2.88	4.18	5.90	8.24	9.84	4.99	4.86	5.19	3.76	2.71	5.25	5.82	1.58	1.09	6.53	2.53
Z29	6.01	6.82	6.36	5.75	6.89	7.11	7.26	8.31	7.65	10.69	8.22	7.36	5.60	6.45	5.34	5.39	7.71	10.05	11.95	6.55	5.13	3.93	4.03	6.08	2.79	5.90	6.99	6.53	1.03	3.86
Z30	5.41	5.92	5.02	5.35	6.49	6.42	6.86	7.60	6.74	9.79	7.32	6.02	4.93	3.71	4.29	5.59	7.31	9.65	11.25	6.40	6.27	6.50	5.17	4.13	5.36	7.23	2.99	2.53	3.86	1.02

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de costo del transporte privado (TPr) que representa los costos de los diferentes viajes interzonales que se realiza con los datos evaluados de costo por km del vehículo promedio considerado $C_p = 0,7763$ soles/km y con la matriz de distancias y del producto de estos se obtuvo la matriz.

Tabla 29: Matriz de costo Walk

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de costos de transporte a pie (Walk) se considera cero en todas las celdas esto debido a que no tiene un costo económico el caminar es más un desgaste físico que es difícil cuantificar por medios económicos.

Tabla 30: Matriz de tiempo TPr

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	1.60	2.02	2.04	0.70	3.27	3.05	4.12	6.11	3.53	11.44	4.99	5.12	1.89	4.37	3.91	4.41	5.38	11.63	17.13	6.37	6.46	7.37	5.48	5.82	7.70	9.43	7.25	10.04	15.34	13.97
Z02	2.03	1.30	1.46	3.50	4.80	3.05	4.54	5.19	1.67	8.94	2.50	6.31	4.35	6.15	6.36	6.86	6.69	12.94	16.21	8.83	8.92	9.83	7.94	8.28	10.16	11.89	9.03	11.82	17.80	15.75
Z03	2.04	1.46	1.45	3.41	6.07	4.32	5.80	7.38	4.80	12.71	6.26	3.86	2.82	3.71	5.26	5.76	7.96	14.21	18.40	7.73	7.81	8.72	6.83	6.57	9.05	10.78	6.59	9.37	16.69	13.30
Z04	0.70	3.50	3.40	1.24	2.24	3.46	3.66	6.74	5.02	12.92	6.48	6.34	1.86	4.35	3.54	4.04	4.52	7.84	17.70	6.01	6.09	7.01	5.11	5.45	7.33	9.06	7.22	10.01	14.97	13.94
Z05	3.27	4.80	6.07	2.24	1.80	3.07	2.05	5.44	5.24	14.22	7.77	9.15	5.10	7.58	6.78	7.28	1.77	8.02	16.40	8.08	9.33	10.24	8.35	8.69	10.57	12.30	10.46	13.25	18.21	17.18
Z06	3.06	3.05	4.32	3.46	3.07	2.60	1.85	2.13	1.93	12.47	6.03	8.00	5.43	7.84	7.10	7.60	4.01	10.26	13.09	9.57	9.66	10.57	8.68	9.02	10.90	12.63	10.72	13.51	18.54	17.44
Z07	4.12	4.54	5.80	3.66	2.05	1.85	0.90	3.15	2.96	13.58	7.13	9.48	5.95	8.43	7.62	8.12	1.52	7.13	14.12	9.49	10.18	11.09	9.20	9.54	11.42	13.14	11.31	14.10	19.05	18.03
Z08	6.12	5.19	7.38	6.74	5.44	2.13	3.15	1.20	2.61	13.23	6.79	11.06	8.70	10.90	10.38	10.88	6.07	11.68	11.51	12.89	12.94	13.85	11.95	12.30	14.18	15.90	13.78	16.57	21.81	20.50
Z09	3.54	1.67	4.80	5.02	5.24	1.93	2.96	2.61	0.90	9.71	3.26	8.48	6.52	8.32	8.53	9.03	6.01	12.26	13.63	11.00	11.09	12.00	10.11	10.45	12.33	14.06	11.20	13.99	19.97	17.92
Z10	11.45	8.94	12.71	12.92	14.22	12.47	13.58	13.23	9.71	0.90	5.99	16.39	14.42	16.23	16.44	16.94	16.11	22.36	24.25	18.91	18.99	19.91	18.01	18.35	20.24	21.96	19.11	21.90	27.87	25.83
Z11	5.01	2.50	6.26	6.48	7.77	6.03	7.13	6.79	3.26	5.99	1.10	9.94	7.98	9.78	10.00	10.49	9.66	15.91	17.81	12.46	12.55	13.46	11.57	11.91	13.79	15.52	12.66	15.45	21.43	19.38
Z12	5.12	6.35	3.86	6.34	9.15	8.04	9.52	11.10	8.52	16.42	9.98	1.40	5.76	6.65	8.19	8.69	11.26	17.51	22.12	10.66	10.75	11.66	9.77	9.51	11.99	13.72	9.52	12.31	19.63	16.24
Z13	1.89	4.35	2.82	1.86	5.10	5.43	5.95	8.70	6.53	14.43	7.99	5.76	0.70	2.99	2.75	3.25	7.21	13.46	19.67	5.22	5.31	6.22	4.32	4.66	6.55	8.27	5.86	8.65	14.18	12.58
Z14	4.37	6.19	3.71	4.35	7.58	7.88	8.43	10.94	8.36	16.26	9.82	6.65	2.99	1.20	2.97	6.39	9.69	15.94	21.96	8.35	7.81	8.72	5.19	2.52	9.05	10.78	2.85	5.32	16.69	9.25
Z15	3.91	6.36	5.25	3.54	6.78	7.10	7.62	10.38	8.55	16.45	10.01	8.19	2.75	2.97	1.70	3.31	8.89	15.14	21.34	5.27	4.73	5.64	2.11	1.80	5.97	7.70	4.57	7.04	13.61	10.97
Z16	4.41	6.86	5.75	4.04	7.28	7.60	8.12	10.88	9.04	16.95	10.51	8.69	3.25	6.39	3.31	2.00	9.39	13.18	21.84	1.87	5.12	6.04	4.76	5.22	6.36	8.09	7.99	10.46	14.00	14.39
Z17	5.38	6.69	7.96	4.53	1.77	4.01	1.52	6.07	6.01	16.11	9.66	11.27	7.21	9.70	8.89	9.39	1.80	5.27	15.37	10.37	11.45	12.36	10.46	10.81	12.69	14.41	12.58	15.37	20.32	19.30
Z18	11.63	12.94	14.21	7.84	8.02	10.26	7.13	11.68	12.26	22.36	15.91	17.52	13.46	15.95	15.14	13.18	5.27	2.60	20.98	13.68	17.70	18.61	16.71	17.06	18.94	20.66	18.83	21.62	26.57	25.55
Z19	17.15	16.21	18.40	17.70	16.40	13.09	14.12	11.51	13.63	24.25	17.81	22.08	19.67	21.93	21.34	21.84	15.37	20.98	4.30	23.85	23.90	24.81	22.92	23.26	25.14	26.87	24.80	27.59	32.78	31.52
Z20	6.37	8.83	7.72	6.01	8.08	9.57	9.49	12.89	11.01	18.92	12.47	10.66	5.22	8.35	5.27	1.87	10.36	13.68	23.85	1.20	7.83	8.74	6.85	7.19	9.07	10.79	9.96	12.43	16.70	16.36
Z21	6.46	8.92	7.81	6.09	9.33	9.66	10.18	12.94	11.10	19.01	12.56	10.75	5.31	7.81	4.73	5.12	11.44	17.69	23.90	7.83	1.70	1.93	5.88	6.65	6.77	2.95	9.42	11.88	13.13	15.82
Z22	7.37	9.83	8.72	7.01	10.24	10.57	11.09	13.85	12.01	19.92	13.47	11.66	6.22	8.72	5.64	6.04	12.35	18.60	24.81	8.74	1.93	1.40	4.88	7.56	3.64	3.94	10.33	12.80	10.00	16.60
Z23	5.48	7.94	6.83	5.11	8.35	8.68	9.20	11.95	10.12	18.02	11.58	9.77	4.32	5.19	2.11	4.76	10.46	16.71	22.92	6.85	5.88	4.88	2.20	4.02	2.48	8.85	6.79	9.26	10.11	13.19
Z24	5.82	8.28	6.57	5.45	8.69	9.02	9.54	12.30	10.46	18.36	11.92	9.51	4.66	2.52	1.80	5.22	10.80	17.05	23.26	7.19	6.65	7.56	4.02	1.85	7.89	9.61	4.13	6.59	15.52	10.52
Z25	7.70	10.16	9.05	7.33	10.57	10.90	11.42	14.18	12.34	20.25	13.80	11.99	6.55	9.05	5.97	6.36	12.68	18.93	25.14	9.07	6.77	3.64	2.48	7.89	2.60	8.78	10.66	13.13	6.89	13.49
Z26	9.43	11.89	10.78	9.06	12.30	12.63	13.14	15.90	14.07	21.97	15.53	13.72	8.27	10.78	7.70	8.09	14.41	20.66	26.87	10.79	2.95	3.94	8.85	9.61	8.78	2.60	12.38	14.85	15.14	18.78
Z27	7.25	9.07	6.59	7.22	10.46	10.75	11.31	13.81	11.24	19.14	12.70	9.52	5.86	2.85	4.57	7.99	12.57	18.82	24.84	9.96	9.42	10.33	6.79	4.13	10.66	12.38	2.20	3.33	17.94	7.27
Z28	10.04	11.85	9.37	10.01	13.25	13.54	14.10	16.60	14.02	21.93	15.48	12.31	8.65	5.32	7.04	10.46	15.36	21.61	27.63	12.43	11.88	12.80	9.26	6.59	13.13	14.85	3.33	2.80	16.60	5.93
Z29	15.34	17.80	16.69	14.97	18.21	18.54	19.05	21.81	19.98	27.88	21.44	19.63	14.18	16.69	13.61	14.00	20.32	26.57	32.78	16.70	13.13	10.00	10.11	15.52	6.89	15.14	17.94	16.60	2.65	9.94
Z30	13.97	15.78	13.30	13.94	17.18	17.47	18.03	20.53	17.95	25.86	19.41	16.24	12.58	9.25	10.97	14.39	19.29	25.54	31.56	16.36	15.82	16.60	13.19	10.52	13.49	18.78	7.27	5.93	9.94	2.64

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de tiempo del transporte privado (TPr) se obtuvo del tiempo de recorrido del transporte privado de acuerdo a la matriz de distancia y las velocidades de recorrido de las vías de acuerdo a su categoría y considerando la función de volumen - demora.

Tabla 31: Matriz de tiempo TPu

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	4.45	11.38	10.43	8.80	15.57	14.02	19.35	23.28	17.23	38.32	21.53	18.78	12.58	18.05	17.17	17.05	21.33	38.68	50.05	24.20	27.38	27.32	21.75	22.22	27.72	32.87	24.87	36.87	48.82	43.70
Z02	11.38	3.62	12.08	13.80	17.63	12.77	18.57	21.37	11.65	32.30	15.52	21.63	18.38	21.62	22.53	22.42	23.05	40.40	48.13	29.57	32.75	32.68	27.12	27.58	33.08	38.23	28.43	40.43	54.18	47.27
Z03	10.43	12.08	4.04	11.87	19.58	14.72	20.52	23.98	17.93	39.02	22.23	13.18	13.02	13.17	17.60	17.48	25.00	42.35	50.75	24.63	27.82	27.75	22.18	19.73	28.15	33.30	19.98	31.98	49.25	38.82
Z04	8.80	13.80	11.87	3.45	12.35	16.43	17.63	24.73	19.65	40.73	23.95	19.98	10.88	16.35	13.98	13.87	18.58	27.80	51.37	21.02	24.20	24.13	18.57	19.03	24.53	29.68	23.17	35.17	45.63	42.00
Z05	15.57	17.63	19.58	12.35	5.01	17.87	13.22	22.00	21.20	44.57	27.78	27.75	19.60	25.07	22.70	22.58	11.15	28.50	48.63	28.32	32.92	32.85	27.28	27.75	33.25	38.40	31.88	43.88	54.35	50.72
Z06	14.02	12.77	14.72	16.43	17.87	7.24	16.12	15.95	13.03	39.70	22.92	24.27	21.02	24.25	25.17	25.05	20.60	37.95	42.58	32.20	35.38	35.32	29.75	30.22	35.72	40.87	31.07	43.07	56.82	49.90
Z07	19.35	18.57	20.52	17.63	13.22	16.12	2.50	18.28	17.48	45.50	28.72	30.07	23.38	28.85	26.48	26.37	10.18	25.77	43.10	33.52	36.70	36.63	31.07	31.53	37.03	42.18	35.67	47.67	58.13	54.50
Z08	23.28	21.37	23.98	24.73	22.00	15.95	18.28	3.34	14.60	43.60	26.82	33.53	30.28	33.52	33.47	33.35	23.35	38.93	35.43	40.50	43.68	43.62	38.05	38.52	44.02	49.17	40.33	52.33	65.12	59.17
Z09	17.23	11.65	17.93	19.65	21.20	13.03	17.48	14.60	2.50	33.88	17.10	27.48	24.23	27.47	28.38	28.27	23.23	40.58	41.37	35.42	38.60	38.53	32.97	33.43	38.93	44.08	34.28	46.28	60.03	53.12
Z10	38.32	32.30	39.02	40.73	44.57	39.70	45.50	43.60	33.88	2.50	22.15	48.57	45.32	48.55	49.47	49.35	49.98	67.33	70.37	56.50	59.68	59.62	54.05	54.52	60.02	65.17	55.37	67.37	81.12	74.20
Z11	21.53	15.52	22.23	23.95	27.78	22.92	28.72	26.82	17.10	22.15	3.06	31.78	28.53	31.77	32.68	32.57	33.20	50.55	53.58	39.72	42.90	42.83	37.27	37.73	43.23	48.38	38.58	50.58	64.33	57.42
Z12	18.78	21.63	13.18	19.98	27.75	24.27	30.07	33.53	27.48	48.57	31.78	3.90	21.13	21.28	25.72	25.60	33.52	50.87	60.30	32.75	35.93	35.87	30.30	27.85	36.27	41.42	28.10	40.10	57.37	46.93
Z13	12.58	18.38	13.02	10.88	19.60	21.02	23.38	30.28	24.23	45.32	28.53	21.13	1.95	15.15	13.92	13.80	25.37	42.72	57.00	20.95	24.13	24.07	18.50	18.97	24.47	29.62	21.97	33.97	45.57	40.80
Z14	18.05	21.62	13.17	16.35	25.07	24.25	28.85	33.52	27.47	48.55	31.77	21.28	15.15	3.34	12.28	20.70	30.83	48.18	60.28	27.85	29.27	29.20	19.07	11.17	29.60	34.75	14.42	23.42	50.70	30.25
Z15	17.17	22.53	17.60	13.98	22.70	25.17	26.48	33.47	28.38	49.47	32.68	25.72	13.92	12.28	4.73	12.92	28.47	45.82	60.10	20.07	21.48	21.42	11.28	9.55	21.82	26.97	18.62	27.43	42.92	34.27
Z16	17.05	22.42	17.48	13.87	22.58	25.05	26.37	33.35	28.27	49.35	32.57	25.60	13.80	20.70	12.92	5.57	28.35	41.43	59.98	9.80	21.67	21.60	17.50	17.97	22.00	27.15	27.03	35.85	43.10	42.68
Z17	21.33	23.05	25.00	18.58	11.15	20.60	10.18	23.35	23.23	49.98	33.20	33.52	25.37	30.83	28.47	28.35	5.01	19.75	45.65	34.55	38.68	38.62	33.05	33.52	39.02	44.17	37.65	49.65	60.12	56.48
Z18	38.68	40.40	42.35	27.80	28.50	37.95	25.77	38.93	40.58	67.33	50.55	50.87	42.72	48.18	45.82	41.43	19.75	7.24	61.23	43.77	56.03	55.97	50.40	50.87	56.37	61.52	55.00	67.00	77.47	73.83
Z19	50.05	48.13	50.75	51.37	48.63	42.58	43.10	35.43	41.37	70.37	53.58	60.30	57.00	60.28	60.10	59.98	45.65	61.23	11.97	67.13	70.32	70.25	64.68	65.15	70.65	75.80	67.10	79.10	91.75	85.93
Z20	24.20	29.57	24.63	21.02	28.32	32.20	33.52	40.50	35.42	56.50	39.72	32.75	20.95	27.85	20.07	9.80	34.55	43.77	67.13	3.34	30.28	30.22	24.65	25.12	30.62	35.77	34.18	43.00	51.72	49.83
Z21	27.38	32.75	27.82	24.20	32.92	35.38	36.70	43.68	38.60	59.68	42.90	35.93	24.13	29.27	21.48	21.67	38.68	56.03	70.32	30.28	4.73	12.63	26.07	26.53	25.42	16.65	35.60	44.42	42.95	51.25
Z22	27.32	32.68	27.75	24.13	32.85	35.32	36.63	43.62	38.53	59.62	42.83	35.87	24.07	29.20	21.42	21.60	38.62	55.97	70.25	30.22	12.63	3.90	22.25	26.47	17.17	17.65	35.53	44.35	34.70	51.18
Z23	21.75	27.12	22.18	18.57	27.28	29.75	31.07	38.05	32.97	54.05	37.27	30.30	18.50	19.07	11.28	17.50	33.05	50.40	64.68	24.65	26.07	22.25	6.12	16.33	13.68	31.55	25.40	34.22	34.78	41.05
Z24	22.22	27.58	19.73	19.03	27.75	30.22	31.53	38.52	33.43	54.52	37.73	27.85	18.97	11.17	9.55	17.97	33.52	50.87	65.15	25.12	26.53	26.47	16.33	5.15	26.87	32.02	17.50	26.32	47.97	33.15
Z25	27.72	33.08	28.15	24.53	33.25	35.72	37.03	44.02	38.93	60.02	43.23	36.27	24.47	29.60	21.82	22.00	39.02	56.37	70.65	30.62	25.42	17.17	13.68	26.87	7.24	30.43	35.93	44.75	26.07	44.47
Z26	32.87	38.23	33.30	29.68	38.40	40.87	42.18	49.17	44.08	65.17	48.38	41.42	29.62	34.75	26.97	27.15	44.17	61.52	75.80	35.77	16.65	17.65	31.55	32.02	30.43	7.24	41.08	49.90	47.97	56.73
Z27	24.87	28.43	19.98	23.17	31.88	31.07	35.67	40.33	34.28	55.37	38.58	28.10	21.97	14.42	18.62	27.03	37.65	55.00	67.10	34.18	35.60	35.53	25.40	17.50	35.93	41.08	6.12	19.78	56.08	26.62
Z28	36.87	40.43	31.98	35.17	43.88	43.07	47.67	52.33	46.28	67.37	50.58	40.10	33.97	23.42	27.43	35.85	49.65	67.00	79.10	43.00	44.42	44.35	34.22	26.32	44.75	49.90	19.78	7.79	54.33	24.87
Z29	48.82	54.18	49.25	45.63	54.35	56.82	58.13	65.12	60.03	81.12	64.33	57.37	45.57	50.70	42.92	43.10	60.12	77.47	91.75	51.72	42.95	34.70	34.78	47.97	26.07	47.97	56.08	54.33	7.37	32.53
Z30	43.70	47.27	38.82	42.00	50.72	49.90	54.50	59.17	53.12	74.20	57.42	46.93	40.80	30.25	34.27	42.68	56.48	73.83	85.93	49.83	51.25	51.18	41.05	33.15	44.47	56.73	26.62	24.87	32.53	7.35

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de tiempo del transporte público (TPu) se obtuvo del tiempo de recorrido del transporte privado de acuerdo a la matriz de distancia y las velocidades de recorrido de las vías de acuerdo a su categoría considerada en la tabla de atributos de las vías y considerando la función de volumen - demora de acuerdo a la Tabla 35

Tabla 32: Matriz de tiempo TWalk

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	12.00	9.75	10.10	0.00	17.28	14.90	22.58	36.50	19.85	79.75	30.67	27.52	7.52	24.60	23.38	28.25	33.23	77.52	106.20	41.75	40.20	50.25	34.90	37.97	51.88	61.00	42.47	59.77	107.05	96.70
Z02	9.75	9.75	3.62	19.63	28.98	16.85	26.70	32.70	6.13	61.30	12.22	34.83	22.78	33.87	38.65	43.52	44.12	88.40	102.40	57.02	55.47	65.52	50.17	53.23	67.15	76.27	51.73	69.03	122.32	105.97
Z03	10.10	3.62	10.89	18.77	37.13	25.00	34.85	46.60	29.95	89.85	40.77	21.32	14.35	20.35	33.48	38.35	52.27	96.55	116.30	51.85	50.30	60.35	45.00	40.28	61.98	71.10	38.22	55.52	117.15	92.45
Z04	0.00	19.63	18.77	9.30	12.07	17.20	21.53	43.90	29.73	89.63	40.55	36.18	8.38	25.47	20.30	25.17	29.28	51.63	113.13	38.67	37.12	47.17	31.82	34.88	48.80	57.92	43.33	60.63	103.97	97.57
Z05	17.28	28.98	37.13	12.07	13.50	15.65	9.47	35.55	34.20	98.98	49.90	54.80	29.63	46.72	41.55	46.42	8.50	52.78	104.78	56.10	58.37	68.42	53.07	56.13	70.05	79.17	64.58	81.88	125.22	118.82
Z06	14.90	16.85	25.00	17.20	15.65	19.50	5.38	8.23	6.88	86.85	37.77	46.32	29.55	45.35	41.47	46.33	22.80	67.08	77.47	59.83	58.28	68.33	52.98	56.05	69.97	79.08	63.22	80.52	125.13	117.45
Z07	22.58	26.70	34.85	21.53	9.47	5.38	6.75	16.42	15.07	95.12	46.03	56.17	34.93	52.02	46.85	51.72	6.92	46.37	85.65	65.22	63.67	73.72	58.37	61.43	75.35	84.47	69.88	87.18	130.52	124.12
Z08	36.50	32.70	46.60	43.90	35.55	8.23	16.42	9.00	13.95	94.00	44.92	67.92	55.87	66.95	68.17	73.03	40.53	79.98	67.72	86.53	84.98	95.03	79.68	82.75	96.67	105.78	84.82	102.12	151.83	139.05
Z09	19.85	6.13	29.95	29.73	34.20	6.88	15.07	13.95	6.75	67.43	18.35	51.27	39.22	50.30	54.00	58.87	40.08	84.37	83.65	72.37	70.82	80.87	65.52	68.58	82.50	91.62	68.17	85.47	137.67	122.40
Z10	79.75	61.30	89.85	89.63	98.98	86.85	95.12	94.00	67.43	6.75	40.67	111.17	99.12	110.20	113.90	118.77	114.12	158.40	163.70	132.27	130.72	140.77	125.42	128.48	142.40	151.52	128.07	145.37	197.57	182.30
Z11	30.67	12.22	40.77	40.55	49.90	37.77	46.03	44.92	18.35	40.67	8.25	62.08	50.03	61.12	64.82	69.68	65.03	109.32	114.62	83.18	81.63	91.68	76.33	79.40	93.32	102.43	78.98	96.28	148.48	133.22
Z12	27.52	34.83	21.32	36.18	54.80	46.32	56.17	67.92	51.27	111.17	62.08	10.50	31.77	37.77	50.90	55.77	70.75	115.03	137.62	69.27	67.72	77.77	62.42	57.70	79.40	88.52	55.63	72.93	134.57	109.87
Z13	7.52	22.78	14.35	8.38	29.63	29.55	34.93	55.87	39.22	99.12	50.03	31.77	5.25	14.47	15.87	20.73	45.58	89.87	125.48	34.23	32.68	42.73	27.38	30.45	44.37	53.48	32.33	49.63	99.53	86.57
Z14	24.60	33.87	20.35	25.47	46.72	45.35	52.02	66.95	50.30	110.20	61.12	37.77	14.47	9.00	17.10	40.95	62.67	106.95	136.65	57.08	50.80	60.85	33.20	13.73	62.48	71.60	16.27	33.28	117.65	65.90
Z15	23.38	38.65	33.48	20.30	41.55	41.47	46.85	68.17	54.00	113.90	64.82	50.90	15.87	17.10	12.75	19.27	57.50	101.78	137.40	35.40	29.12	39.17	11.52	10.00	40.80	49.92	27.77	44.78	95.97	77.40
Z16	28.25	43.52	38.35	25.17	46.42	46.33	51.72	73.03	58.87	118.77	69.68	55.77	20.73	40.95	19.27	15.00	62.37	92.67	142.27	10.53	30.15	40.20	28.52	33.85	41.83	50.95	51.62	68.63	97.00	101.25
Z17	33.23	44.12	52.27	29.28	8.50	22.80	6.92	40.53	40.08	114.12	65.03	70.75	45.58	62.67	57.50	62.37	13.50	33.05	97.15	73.32	74.32	84.37	69.02	72.08	86.00	95.12	80.53	97.83	141.17	134.77
Z18	77.52	88.40	96.55	51.63	52.78	67.08	46.37	79.98	84.37	158.40	109.32	115.03	89.87	106.95	101.78	92.67	33.05	19.50	136.60	95.67	118.60	128.65	113.30	116.37	130.28	139.40	124.82	142.12	185.45	179.05
Z19	106.20	102.40	116.30	113.13	104.78	77.47	85.65	67.72	83.65	163.70	114.62	137.62	125.48	136.65	137.40	142.27	97.15	136.60	32.25	155.77	154.22	164.27	148.92	151.98	165.90	175.02	154.52	171.82	221.07	208.75
Z20	41.75	57.02	51.85	38.67	56.10	59.83	65.22	86.53	72.37	132.27	83.18	69.27	34.23	57.08	35.40	10.53	73.32	95.67	155.77	9.00	52.22	62.27	46.92	49.98	63.90	73.02	67.75	84.77	119.07	117.38
Z21	40.20	55.47	50.30	37.12	58.37	58.28	63.67	84.98	70.82	130.72	81.63	67.72	32.68	50.80	29.12	30.15	74.32	118.60	154.22	52.22	12.75	8.80	36.50	43.70	43.83	15.47	61.47	78.48	89.40	111.10
Z22	50.25	65.52	60.35	47.17	68.42	68.33	73.72	95.03	80.87	140.77	91.68	77.77	42.73	60.85	39.17	40.20	84.37	128.65	164.27	62.27	8.80	10.50	28.05	53.75	20.03	24.27	71.52	88.53	65.60	115.45
Z23	34.90	50.17	45.00	31.82	53.07	52.98	58.37	79.68	65.52	125.42	76.33	62.42	27.38	33.20	11.52	28.52	69.02	113.30	148.92	46.92	36.50	28.05	16.50	26.10	13.32	57.30	43.87	60.88	68.48	93.50
Z24	37.97	53.23	40.28	34.88	56.13	56.05	61.43	82.75	68.58	128.48	79.40	57.70	30.45	13.73	10.00	33.85	72.08	116.37	151.98	49.98	43.70	53.75	26.10	13.88	55.38	64.50	24.40	41.42	110.55	74.03
Z25	51.88	67.15	61.98	48.80	70.05	69.97	75.35	96.67	82.50	142.40	93.32	79.40	44.37	62.48	40.80	41.83	86.00	130.28	165.90	63.90	43.83	20.03	13.32	55.38	19.50	59.30	73.15	90.17	44.12	93.97
Z26	61.00	76.27	71.10	57.92	79.17	79.08	84.47	105.78	91.62	151.52	102.43	88.52	53.48	71.60	49.92	50.95	95.12	139.40	175.02	73.02	15.47	24.27	57.30	64.50	59.30	19.50	82.27	99.28	104.87	131.90
Z27	42.47	51.73	38.22	43.33	64.58	63.22	69.88	84.82	68.17	128.07	78.98	55.63	32.33	16.27	27.77	51.62	80.53	124.82	154.52	67.75	61.47	71.52	43.87	24.40	73.15	82.27	16.50	17.02	125.78	49.63
Z28	59.77	69.03	55.52	60.63	81.88	80.52	87.18	102.12	85.47	145.37	96.28	72.93	49.63	33.28	44.78	68.63	97.83	142.12	171.82	84.77	78.48	88.53	60.88	41.42	90.17	99.28	17.02	21.00	114.27	38.12
Z29	107.05	122.32	117.15	103.97	125.22	125.13	130.52	151.83	137.67	197.57	148.48	134.57	99.53	117.65	95.97	97.00	141.17	185.45	221.07	119.07	89.40	65.60	68.48	110.55	44.12	104.87	125.78	114.27	19.88	66.78
Z30	96.70	105.97	92.45	97.57	118.82	117.45	124.12	139.05	122.40	182.30	133.22	109.87	86.57	65.90	77.40	101.25	134.77	179.05	208.75	117.38	111.10	115.45	93.50	74.03	93.97	131.90	49.63	38.12	66.78	19.80

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de tiempo del transporte a pie (Walk) se obtuvo del tiempo de recorrido a pie de acuerdo a la matriz de distancia y asumiendo la velocidad promedio que se realiza a pie $4km/h$.

Tabla 33: Matriz modal TPr

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	14	8	6	6	6	12	8	8	4	3	4	5	5	9	5	7	3	3	7	0	2	6	7	4	8	4	4	5	4	6
Z02	38	21	16	22	20	33	22	20	10	7	9	16	16	29	16	25	8	9	18	0	7	22	23	15	27	14	15	15	14	19
Z03	21	11	9	12	12	22	15	14	7	6	8	7	8	13	8	12	5	5	14	0	4	11	12	7	14	7	7	7	7	9
Z04	30	20	17	16	14	27	16	19	10	8	10	15	13	24	12	18	6	6	17	0	6	17	18	11	21	11	12	12	11	15
Z05	41	24	20	17	15	28	14	20	11	10	12	19	18	35	17	23	6	6	17	0	8	24	25	16	30	16	16	17	15	21
Z06	68	38	32	33	28	52	26	29	16	15	19	30	30	56	29	46	11	12	25	1	13	41	43	27	51	27	27	28	25	36
Z07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z08	100	50	48	49	40	57	32	37	23	19	24	45	45	85	45	70	16	16	31	1	20	63	65	41	78	41	40	42	38	54
Z09	47	23	22	28	22	32	19	21	11	8	11	21	21	39	21	32	9	9	19	1	9	29	30	19	36	19	19	20	18	25
Z10	7	3	3	4	4	6	4	3	2	0	1	3	3	6	3	5	2	2	3	0	1	5	5	3	6	3	3	3	3	4
Z11	22	10	11	13	12	18	12	11	6	3	4	10	10	19	10	15	5	5	10	0	4	14	14	9	17	9	9	9	9	12
Z12	37	27	15	21	22	41	27	26	13	12	15	9	14	23	15	23	10	10	26	0	7	21	22	13	25	14	13	13	14	17
Z13	35	24	16	17	17	33	21	22	11	10	12	13	12	20	11	17	8	8	21	0	5	14	15	10	18	10	10	10	10	13
Z14	40	27	16	19	20	39	25	25	13	11	14	14	13	17	11	20	9	9	24	0	6	18	17	9	22	12	8	8	12	11
Z15	30	20	14	14	15	28	19	18	10	8	10	12	10	15	8	13	6	6	18	0	4	10	10	6	13	7	7	7	7	9
Z16	66	46	32	32	32	64	41	42	22	19	24	27	22	40	18	26	15	13	40	0	9	24	26	17	30	16	19	20	17	24
Z17	19	11	9	8	6	12	5	8	5	4	5	9	8	17	8	11	2	2	7	0	4	12	12	8	15	7	8	8	7	10
Z18	24	13	12	9	7	15	5	10	6	5	7	11	10	21	9	11	2	2	8	0	4	13	13	9	16	9	10	10	8	13
Z19	59	30	28	29	24	33	18	23	14	12	15	28	27	51	27	41	9	9	7	1	12	38	39	25	47	26	24	26	23	31
Z20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z21	7	4	3	3	3	6	5	4	2	2	2	3	2	4	2	3	1	1	4	0	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2
Z22	25	17	12	12	12	24	16	15	8	7	9	11	8	15	7	10	5	5	15	0	2	6	8	6	8	4	7	7	5	9
Z23	49	34	24	23	25	47	31	31	16	14	18	21	16	26	12	21	11	11	30	0	6	15	16	11	16	11	13	13	10	15
Z24	36	25	17	17	18	34	23	22	12	10	13	15	11	16	8	15	8	8	21	0	5	13	12	7	16	9	7	7	9	9
Z25	61	43	30	30	31	60	39	39	20	18	22	27	20	37	17	26	14	14	37	1	8	16	18	15	19	12	17	18	10	17
Z26	42	29	21	20	21	41	27	26	14	12	15	18	14	26	11	18	9	9	25	0	4	9	16	11	16	5	12	12	9	15
Z27	34	23	14	16	17	33	22	21	11	10	13	12	11	12	9	16	8	8	20	0	5	13	13	7	16	9	6	5	9	7
Z28	25	17	10	12	13	25	16	15	8	8	9	9	8	9	6	12	6	6	15	0	4	10	10	5	12	7	4	4	6	4
Z29	27	19	13	13	14	27	17	17	9	9	10	12	9	17	7	12	6	6	17	0	3	7	8	7	7	5	7	6	3	5
Z30	48	33	19	23	24	47	31	29	15	15	18	17	15	18	12	23	11	11	30	0	7	19	17	10	18	12	8	7	7	6

Fuente: Elaboración propia.

La matriz modal TPr) define la cantidad de viajes interzonal realizadas por el medio de transporte privado obtenido de la repartición modal con las matrices anteriores de costo y tiempo del transporte público reemplazadas en la función de utilidad en el modelo logit multinomial.

La matriz modal (TPu) define la cantidad de viajes interzonal realizadas por el medio de transporte publico obtenido de la repartición modal con las matrices anteriores de costo y tiempo del transporte público reemplazadas en la función de utilidad en el modelo logit multinomial.

Tabla 34: Matriz modal TPu

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	26	14	11	11	11	23	15	15	7	6	7	9	9	16	9	14	5	5	12	0	4	13	13	8	16	8	8	9	9	11
Z02	71	38	29	39	36	69	47	42	19	14	18	27	29	50	29	45	16	16	31	1	14	44	43	28	53	27	24	28	29	35
Z03	38	20	16	20	21	40	26	26	13	11	14	12	15	23	15	23	9	9	21	0	7	22	22	13	26	13	11	13	15	16
Z04	56	36	30	29	26	53	31	37	19	16	19	25	24	44	24	38	12	10	28	1	12	36	36	23	43	22	20	24	24	30
Z05	76	44	37	33	28	54	26	40	22	19	24	31	34	58	34	46	10	12	29	1	16	52	51	32	63	32	26	31	33	41
Z06	121	68	58	68	54	97	50	56	32	29	37	49	52	92	52	81	22	23	42	2	24	78	77	49	95	48	42	50	51	63
Z07	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Z08	184	102	89	100	81	109	62	67	43	39	50	76	80	143	81	127	32	33	49	3	38	124	121	77	150	75	64	77	78	98
Z09	89	44	43	50	44	63	38	41	20	17	21	36	39	68	39	61	18	18	29	1	18	59	58	37	72	36	31	37	38	47
Z10	15	6	7	8	7	13	9	7	3	1	2	5	6	11	6	10	3	3	5	0	3	9	8	5	11	5	4	5	5	7
Z11	43	20	21	25	22	39	25	24	11	6	8	18	19	33	19	30	10	10	16	1	9	29	29	18	35	18	15	18	19	21
Z12	64	44	26	35	36	70	45	46	22	18	22	16	25	39	26	40	15	15	33	1	13	35	35	22	46	22	18	21	24	25
Z13	64	42	28	30	32	63	40	42	21	18	23	23	21	36	21	32	14	14	33	1	10	30	30	19	36	19	18	20	21	25
Z14	73	47	28	35	36	72	46	47	23	21	26	23	23	31	20	38	16	16	37	1	11	32	29	16	39	20	16	16	23	19
Z15	56	37	27	26	28	55	35	36	18	16	20	22	18	27	15	24	12	12	29	1	8	21	19	12	26	13	13	14	16	18
Z16	124	83	61	60	66	124	77	83	41	37	45	49	42	77	35	49	28	25	65	1	17	46	50	33	57	29	34	36	35	49
Z17	36	20	17	16	11	23	10	17	9	9	11	13	15	25	15	20	4	4	11	0	7	23	23	13	26	14	11	14	13	17
Z18	45	26	22	16	15	29	11	21	12	12	14	17	19	32	19	23	5	4	13	0	9	30	29	17	36	17	14	17	17	21
Z19	89	50	43	49	39	54	30	36	23	18	22	34	39	70	40	62	13	14	14	1	18	62	60	35	74	34	29	35	35	49
Z20	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z21	13	9	6	6	6	13	9	8	4	4	5	5	4	7	3	5	3	3	7	0	1	3	5	3	5	2	3	3	3	4
Z22	51	34	25	24	25	51	32	33	16	15	18	19	17	27	14	20	11	11	26	0	5	11	16	13	15	7	13	14	9	17
Z23	95	63	46	45	47	94	60	62	31	28	34	35	31	44	23	41	21	22	49	1	13	29	30	22	30	22	22	23	20	31
Z24	69	46	28	33	34	69	44	45	22	20	25	21	23	25	16	30	15	15	36	1	9	25	24	13	32	15	14	15	20	19
Z25	122	82	60	59	62	122	77	80	40	37	45	45	41	66	33	50	28	28	64	1	15	29	34	32	35	25	32	34	19	36
Z26	80	54	39	39	40	80	51	53	26	24	29	30	27	44	22	33	18	18	42	1	7	18	31	19	29	10	21	23	17	28
Z27	59	38	23	28	29	59	38	38	19	16	19	17	19	24	14	28	12	13	30	1	9	25	22	12	30	15	11	10	17	13
Z28	49	32	19	23	25	49	32	31	15	13	18	14	16	18	11	22	10	10	25	0	7	20	17	10	23	12	8	7	11	9
Z29	58	39	29	28	29	58	38	37	19	17	20	21	19	31	16	22	12	12	28	1	6	12	16	14	13	10	15	12	5	9
Z30	94	62	36	45	47	95	61	60	30	26	31	27	30	32	23	40	19	19	45	1	13	37	37	20	35	24	14	11	13	12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Matriz modal Walk

	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	Z19	Z20	Z21	Z22	Z23	Z24	Z25	Z26	Z27	Z28	Z29	Z30
Z01	27	16	13	13	13	27	17	17	8	7	9	10	11	19	10	15	6	6	13	0	5	15	15	9	17	9	8	10	9	12
Z02	81	40	35	45	40	84	55	47	22	17	21	30	34	56	33	49	17	18	34	1	16	47	48	30	57	29	26	32	29	37
Z03	44	24	17	22	22	48	30	31	15	13	16	13	16	25	16	24	10	10	23	0	8	23	23	13	27	14	12	15	15	17
Z04	66	40	35	30	30	61	36	41	21	17	22	29	28	50	27	42	13	12	30	1	13	39	40	25	47	24	23	28	25	32
Z05	92	49	41	38	29	65	31	45	25	21	27	34	39	67	38	51	12	13	30	1	18	57	57	35	68	35	30	37	34	42
Z06	139	76	63	82	65	100	62	68	37	33	41	53	59	100	59	89	26	27	47	2	28	86	86	54	103	53	45	56	52	64
Z07	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Z08	208	116	96	113	90	134	74	70	50	44	56	81	89	154	88	133	35	36	53	3	42	130	130	81	157	79	67	85	77	99
Z09	103	52	47	58	49	75	45	48	21	19	25	40	44	75	43	65	19	20	33	1	20	63	63	39	76	38	33	42	37	48
Z10	16	7	7	9	8	14	10	8	4	1	3	6	6	12	6	10	3	3	6	0	3	10	10	6	12	6	5	7	6	8
Z11	49	24	23	29	25	44	29	27	13	6	8	19	21	36	21	31	11	11	19	1	10	30	31	19	36	19	16	20	18	25
Z12	72	53	28	38	39	82	51	52	26	24	29	16	29	43	28	42	18	18	41	1	14	41	42	23	47	26	22	26	27	31
Z13	77	49	32	35	36	73	45	47	24	21	26	26	22	42	24	35	16	16	35	1	12	33	34	22	40	21	20	24	22	28
Z14	84	56	31	38	40	82	51	52	27	24	29	25	27	33	22	41	17	17	39	1	14	38	35	18	46	24	18	19	26	24
Z15	65	42	30	30	31	63	40	39	20	18	22	24	21	30	15	27	13	13	30	1	9	23	22	13	28	15	15	16	16	19
Z16	140	91	66	66	71	137	85	88	45	39	48	53	46	82	39	51	30	27	66	1	19	50	56	36	61	32	41	45	36	50
Z17	42	22	18	17	13	28	11	19	10	10	12	16	18	32	18	25	4	5	12	0	8	26	26	17	33	16	14	17	16	20
Z18	52	28	23	19	16	35	12	23	13	12	15	21	22	41	22	24	5	4	14	0	10	33	32	21	39	21	17	22	20	26
Z19	97	54	45	53	43	61	33	40	24	22	27	40	42	73	42	63	15	16	14	1	20	62	62	40	75	40	33	42	38	46
Z20	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z21	16	10	7	7	7	15	11	9	4	4	5	6	5	9	4	6	3	3	7	0	1	3	5	4	5	2	4	4	3	5
Z22	57	37	27	26	27	56	35	34	18	16	19	23	18	33	15	22	12	12	27	1	5	11	19	14	17	8	16	17	11	19
Z23	109	71	51	51	52	107	67	67	34	31	37	43	35	55	26	45	23	23	51	1	15	34	31	24	35	25	28	30	22	33
Z24	78	51	30	36	37	77	49	47	24	22	27	26	25	32	18	32	16	16	36	1	11	30	26	14	34	19	16	17	20	20
Z25	137	89	65	65	66	135	84	84	43	39	47	55	45	79	36	55	29	29	64	1	17	34	39	34	36	27	38	42	22	39
Z26	91	59	43	43	44	90	56	56	28	26	31	36	30	52	24	36	19	19	43	1	9	21	34	23	36	10	25	28	20	32
Z27	67	44	25	30	31	65	41	41	21	20	25	21	22	27	18	34	14	14	31	1	11	30	28	15	36	19	11	12	20	15
Z28	58	39	22	27	27	57	37	35	18	18	20	18	19	21	15	27	13	13	28	1	9	24	22	11	29	15	10	7	13	10
Z29	61	40	29	29	29	60	38	37	19	19	22	24	20	35	16	25	13	14	30	1	7	14	17	15	15	12	17	14	5	10
Z30	102	68	38	47	48	100	63	62	32	31	38	32	33	39	25	49	23	23	51	1	16	42	37	20	41	26	18	15	14	12

Fuente: Elaboración propia.

La matriz modal (Walk) define la cantidad de viajes interzonal realizadas por el transporte a pie obtenido de la repartición modal con las matrices anteriores de costo y tiempo del transporte público reemplazadas en la función de utilidad en el modelo logit multinomial. Del cual se tenía la matriz de costo cero debido pero que se descompensa con la matriz de tiempo que fue muy elevada.

Finalmente de la evaluación de la partición modal del procesamiento en resumen obtenemos la selección modal las probabilidades de selección TPu.37.70 % TPr: 20.36 % y Walk: 41.94 % y las matrices modales por tipo de transporte.

4.0.1.4 Asignación de viajes:

Con la asignación de viajes se obtiene los flujos de viajes asignados a las vías buscando un costo menor en el caso del transporte privado mediante el método de asignación incremental y en el público en base a la asignación basada en horarios (Timetable - Based) en base a la rutas propuestas.

Estos viajes obtenidos probablemente serían poco reales ya que se obtienen de conjeturas, presunciones y simplificaciones de la realidad en los parámetros utilizados en el procesamiento que se ha ido considerando en las diferentes etapas del modelamiento.

Para lo cual existe la herramienta de calibración que es un ajuste que se realiza en base a mínimos cuadrados a los viajes del modelo aproximando a los conteos de pasajeros en las estaciones de conteo en este 11 puntos asumidos en las principales vías.

Los resultados de la calibración se muestran a continuación:

Tabla 36: Calibración del transporte público (TPu).

Estacion de conteo	Conteo	Modelo	%-Desviacion	GEH
E1: Puente Apurímac (S1)	4486	4551	1 %	1
E1: Puente Apurímac (S2)	1915	2004	4 %	2
E2: Vía de evitamiento (S1)	560	560	0 %	0
E2: Vía de evitamiento (S2)	245	245	0 %	0
E3: Av. Cusco cuadra 6 (S1)	2406	2442	1 %	0.7
E3: Av. Cusco cuadra 6 (S2)	1021	1096	7 %	2.3
E4: Av. Arenales cuadra 8 (S2)	720	723	0 %	0.1
E4: Av. Arenales cuadra 8 (S1)	1697	1700	0 %	0.1
E5: Av. Ramon castilla cuadra 1 (S1)	4137	4221	2 %	1.3
E5: Av. Ramon castilla cuadra 1 (S2)	1858	2069	10 %	4.8
E6: Av. Carmen alto cuadra 3 (S2)	870	1067	18 %	6.3
E6: Av. Carmen alto cuadra 3 (S1)	2020	2193	8 %	3.8
E7: Jr. Sol cuadra 4 (S1)	1891	1891	0 %	0
E8: Av. Independencia cuadra 5 (S2)	1687	1724	2 %	0.9
E8: Av. Independencia cuadra 5 (S1)	3918	3986	2 %	1.1
E9: Av. Javier Pérez de Cuellar cuadra 1 (S1)	1341	1341	0 %	0
E9: Av. Javier Pérez de Cuellar cuadra 1 (S2)	3109	3440	10 %	5.8
E10: Jr. Libertad cuadra 6 (S1)	3421	3494	2 %	1.2
E11: Via libertadores (Grifo Ayacucho) (S2)	1085	1085	0 %	0
E11: Via libertadores (Grifo Ayacucho) (S1)	2234	2234	0 %	0

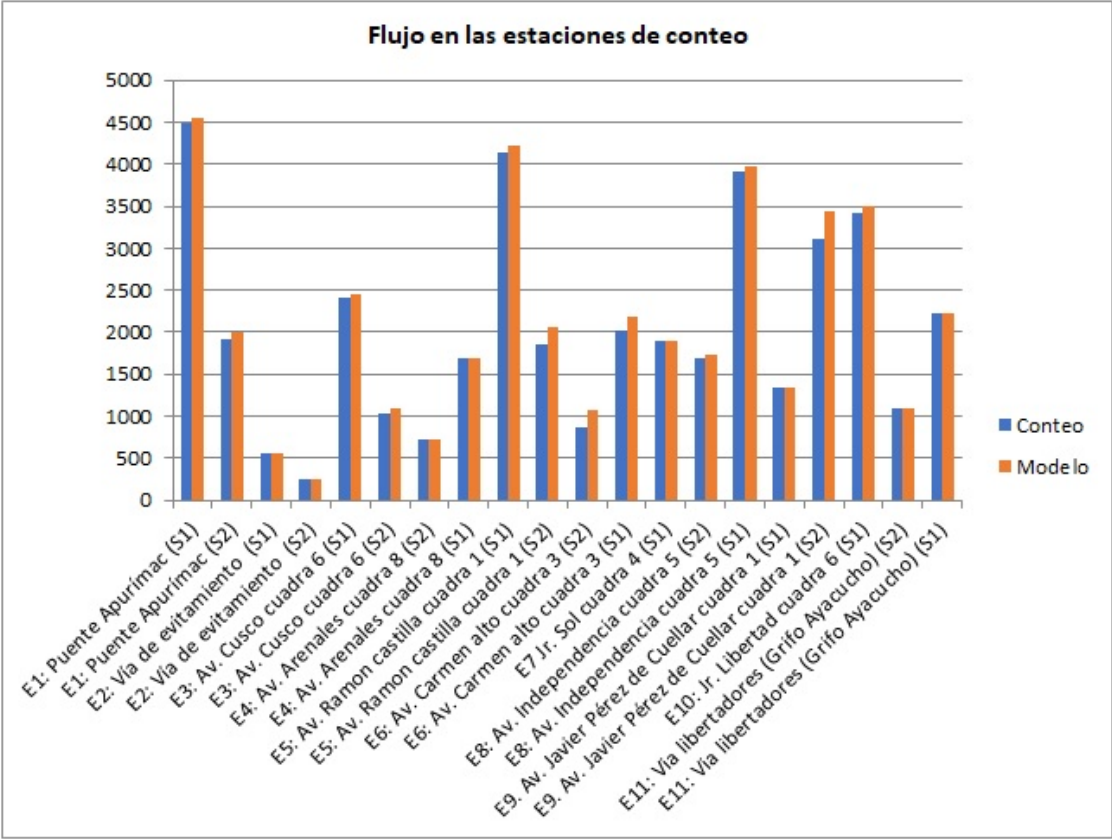
Fuente: Elaboración propia.**Tabla 37:** Resumen calibración del TPu.

Evaluación agregada	
GEH: Prom.	1.6
GEH:<5.0	90 %
Desviación: Prom.	3 %
Desviación: Prom. Ponderado	3 %

Fuente: Elaboración propia.

4.0.1.5 Calibración del transporte público (TPu)

Figura 106. Gráfica de comparación conteo vs modelo.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38: Calibración del transporte privado (TPr).

Estacion de conteo	Conteo	Modelo	%-Desviacion	GEH
E1: Puente Apurímac (S1)	1705	1555	-9 %	3.7
E1: Puente Apurímac (S2)	777	746	-4 %	1.1
E2: Vía de evitamiento (S1)	682	969	30 %	10
E2: Vía de evitamiento (S2)	420	613	31 %	8.5
E3: Av. Cusco cuadra 6 (S1)	957	917	-4 %	1.3
E3: Av. Cusco cuadra 6 (S2)	419	419	0 %	0
E4: Av. Arenales cuadra 8 (S2)	413	413	0 %	0
E4: Av. Arenales cuadra 8 (S1)	906	906	0 %	0
E5: Av. Ramon castilla cuadra 1 (S1)	1588	1481	-7 %	2.7
E5: Av. Ramon castilla cuadra 1 (S2)	674	756	11 %	3.1
E6: Av. Carmen alto cuadra 3 (S2)	440	405	-8 %	1.7
E6: Av. Carmen alto cuadra 3 (S1)	987	1088	9 %	3.1
E7: Jr. Sol cuadra 4 (S1)	387	507	24 %	5.7
E8: Av. Independencia cuadra 5 (S2)	385	280	-27 %	5.7
E8: Av. Independencia cuadra 5 (S1)	893	869	-3 %	0.8
E9: Av. Javier Pérez de Cuellar cuadra 1 (S2)	573	991	42 %	15
E9: Av. Javier Pérez de Cuellar cuadra 1 (S1)	1347	1644	18 %	7.7
E10: Jr. Libertad cuadra 6 (S1)	856	984	13 %	4.2
E11: Via libertadores (Grifo Ayacucho) (S2)	578	665	13 %	3.5
E11: Via libertadores (Grifo Ayacucho) (S1)	1314	1460	10 %	3.9

Fuente: Elaboración propia.

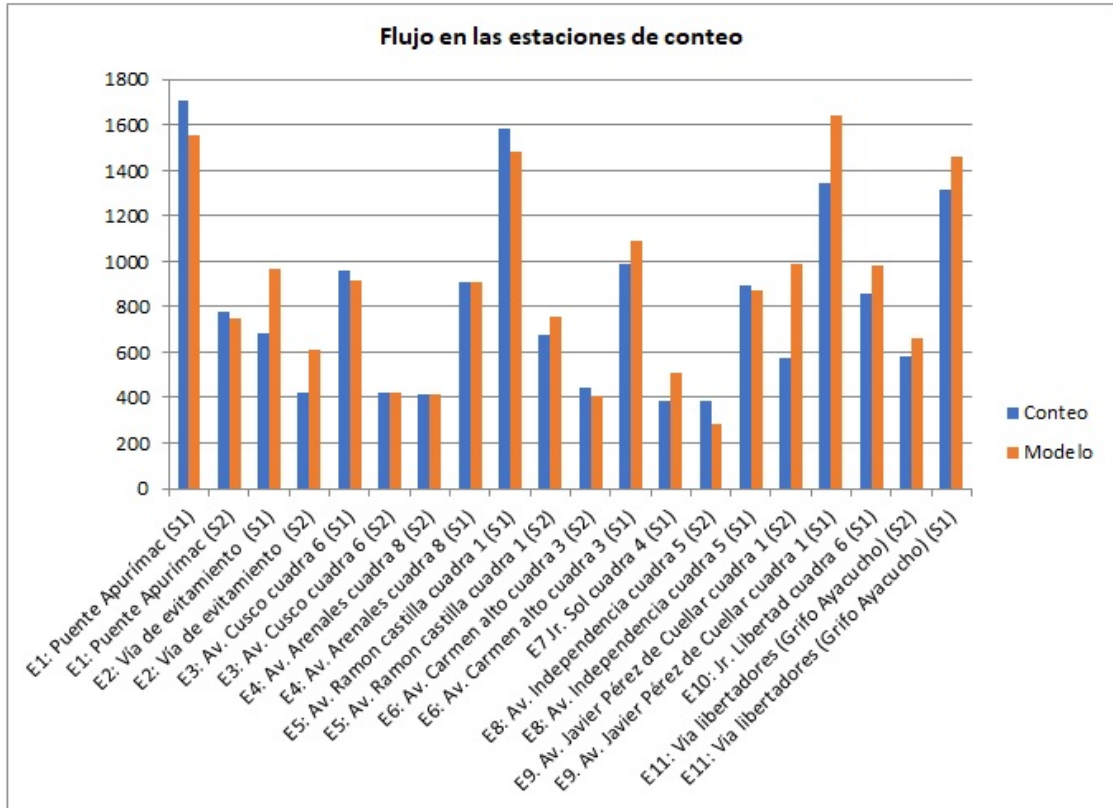
Tabla 39: Resumen calibración del TPr.

Evaluación agregada	
GEH: Prom.	4.1
GEH:<5.0	70 %
Desviación: Prom.	13 %
Desviación: Prom. Ponderado	12 %

Fuente: Elaboración propia.

4.0.1.6 Calibración del transporte privado (TPPr)

Figura 107. Gráfica de comparación conteo vs modelo.



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente con el modelo ya calibrado obtenemos los volúmenes de pasajeros de la asignación en la red vial.

Tabla 40: Resultados de la asignación

PARADERO	Num Lineas	HORA PUNTA DE LA MAÑANA			
		Pas. Abordo	Pas. Por Sentido	BUS	FREC
JR. MARIA PARADO DE BELLIDO	1	1031	515	8.59	6.98
AV. FINLANDIA	1	2663	1332	22.19	2.70
JR. WARI	1	3427	1714	28.56	2.10
CAPILLA SR. DE AREQUIPA	2	5495	1374	22.90	2.62
CONTROL	3	5519	920	15.33	3.91
PUENTE APURIMAC	4	6186	773	12.89	4.66
PUENTE EJERCITO	5	7074	707	11.79	5.09
PARADERO CARMEN ALTO	4	5779	722	12.04	4.98
PUENTE NUEVO	7	2788	199	3.32	18.08
JR. CUSCO	7	1431	102	1.70	35.23
AV. MARISCAL CACERES	7	2114	151	2.52	23.84
JR. MANCO CAPAC	7	2026	145	2.41	24.87
RESIDENCIA UNIVERSITARIA	7	4963	355	5.91	10.16
HOSPITAL CONTINGENCIA COVID -19	7	4612	329	5.49	10.93
COLEGIO MARISCAL CACERES	7	5350	382	6.37	9.42
CIUDAD UNIVERSITARIA	4	5605	701	11.68	5.14
AV. LOS PINOS	4	5605	701	11.68	5.14
JR. LOS ALAMOS	4	5710	714	11.89	5.04
AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR CUADRA 1	4	5538	692	11.54	5.20
PARQUE DEL ADULTO MAYOR	2	1341	335	5.59	10.74
PARQUE LAS PALMERAS	2	692	173	2.88	20.80
JR. BALTAZAR AZPUR	2	692	173	2.88	20.80
TERRAPUERTO WARI	2	2103	526	8.76	6.85
ASOC. SAN FELIPE	2	1309	327	5.45	11.00
PARQUE DE LAS PALMERAS	2	1237	309	5.15	11.64
PARQUE DEL ADULTO MAYOR	2	3109	777	12.95	4.63
AV. 26 DE ENERO	2	4463	1116	18.60	3.23
JR. QUINUA	7	3210	229	3.82	15.70
AV. MARISCAL CACERES	7	3295	235	3.92	15.30
JR. CALLAO	7	3124	223	3.72	16.13
JR. SAN MARTIN	7	3421	244	4.07	14.73
CALLE EL NAZARENO	7	3206	229	3.82	15.72
MERCADO CENTRAL	6	1140	95	1.58	37.90
CINCO ESQUINAS	6	1149	96	1.60	37.60
JR TARAPACA	2	2211	553	9.21	6.51
JR. ALFONSO UGARTE	2	2211	553	9.21	6.51
PARQUE DE LAS BANDERAS	2	2211	553	9.21	6.51
PIO MAX	2	353	88	1.47	40.81
JR. TEOFILO JAUREGUI	2	353	88	1.47	40.81
REPARTICION VIA DE EVITAMIENTO	2	964	241	4.02	14.94
VIA A MOLLEPATA	2	2103	526	8.76	6.85
PARQUE MOLLEPATA	2	2103	526	8.76	6.85
MOLLEPATA PRIMERA ETAPA	2	2103	526	8.76	6.85
JR. LOS ANDES	2	2103	526	8.76	6.85
CHIQUINTIRCA	2	2103	526	8.76	6.85
MOLLEPATA SEGUNDA ETAPA	2	2103	526	8.76	6.85
JR. MOQUEGUA	1	2497	1249	20.81	2.88
JR. 9 DE DICIEMBRE	1	858	429	7.15	8.39
HOSPITAL REGIONAL DE AYACUCHO	1	920	460	7.67	7.82
AV. PRIMAVERA	1	822	411	6.85	8.76
IE SAN JOSE	1	835	417	6.96	8.62
ENTRADA A VIA TOTORILLA	1	835	417	6.96	8.62

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41: Resultados de la asignación

PARADERO	Num Lineas	HORA PUNTA DE LA MAÑANA			
		Pas. Abordo	Pas. Por Sentido	BUS	FREC
URB SAN JOSE SEG. ETAPA	1	835	417	6.96	8.62
IE YANAMILLA	1	835	417	6.96	8.62
LLAMA GAS	1	1028	514	8.57	7.00
JR. LOS PINOS	1	1143	572	9.53	6.30
GRIFO AMERICA	1	1243	622	10.36	5.79
JR. LOS ANGELES	1	1243	622	10.36	5.79
WARPA PICCHU	1	1243	622	10.36	5.79
ASOC. LOS LICENCIADOS	1	1243	622	10.36	5.79
JR. AMAUTA	1	777	389	6.48	9.26
JR. ALFONSO UGARTE	1	2095	1047	17.46	3.44
PUENTE LAS AMERICAS	1	1310	655	10.92	5.49
AV. SAN FRANCISCO Y AV. MELENDEZ LOPEZ	1	1716	858	14.30	4.20
JR. LORETO	1	1714	857	14.28	4.20
JR. HUALLAGA	1	1359	680	11.33	5.30
AV. UNIVERSITARIA	2	3692	923	15.38	3.90
AV. SEÑOR DE LOS MILAGROS	3	1330	222	3.70	16.24
AV. GUAMAN POMA DE AYALA	3	1712	285	4.76	12.61
CALLE MEDELLIN	2	1038	259	4.32	13.88
CALLE CABUYALES	2	1038	259	4.32	13.88
PROLONG. LOS INCAS	2	1040	260	4.33	13.85
JR. TENIENTE ARANCIBIA	2	1040	260	4.33	13.85
CALLE PROGRESO	2	1050	262	4.37	13.72
ENTRADA VILLA SAN CRISTOBAL	2	1050	262	4.37	13.72
CALLE SAN MIGUEL	2	1050	262	4.37	13.72
TERMINAL VRAEM	2	1050	262	4.37	13.72
MERCADO TOTORILLA	2	1050	262	4.37	13.72
ASOC. INMACULADA	2	1050	262	4.37	13.72
JR. TENERIA	2	1772	443	7.38	8.13
RIO SECO	2	1772	443	7.38	8.13
ALAMEDA VALDELIRIOS	2	2271	568	9.46	6.34
AV. PERU	2	1732	433	7.22	8.32
JR. HUANCAMELICA	1	791	396	6.60	9.10
CEMENTERIO CARMEN ALTO	1	1030	515	8.59	6.99
JR. HUASCAR	1	1307	654	10.89	5.51
JR. IQUITOS	1	1307	654	10.89	5.51
ESTADIO CHOLO SOTIL	1	1054	527	8.78	6.83
AV. ENACE	1	1076	538	8.97	6.69
AV. HEROES DEL CENEP	1	1076	538	8.97	6.69
JR. LAS LAGUNAS	1	1076	538	8.97	6.69
GRIFO AYACUCHO	2	3319	830	13.83	4.34
ENTRADA MIRADOR	2	3319	830	13.83	4.34
JR. PACHACUTEC	2	3319	830	13.83	4.34
PSJ LOS ANGELES	2	2678	669	11.16	5.38
JR. MIRAFLORES	2	3525	881	14.69	4.08
PROLONG. SAN MARTIN	2	3525	881	14.69	4.08
JR. ABRAHAM VALDELOMAR	1	295	148	2.46	24.37
AV. UNIVERSITARIA Y AV. INCAS	3	1683	281	4.68	12.83
JR. CHORRO	2	1394	348	5.81	10.33
JR. BOLOGNESI	1	1353	677	11.28	5.32
COLEGIO SAN RAMON	1	1353	677	11.28	5.32
JR. POKRA	1	2417	1209	20.14	2.98
JR. GIRASOLES	1	2417	1209	20.14	2.98
PSJ. LOS PINOS	1	2417	1209	20.14	2.98
REPARTICION SANTA ELENA	1	2417	1209	20.14	2.98

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42: Resultados de la asignación

PARADERO	Num Lineas	HORA PUNTA DE LA MAÑANA			
		Pas. Abordo	Pas. Por Sentido	BUS	FREC
AV. PRIMAVERA	1	1164	582	9.70	6.18
CAMPO FERIAL CANAAN BAJO	1	1165	582	9.70	6.18
JR. LOS CABITOS	1	193	96	1.61	37.31
ESCUELA SUPERIOR PNP	1	0	0	0.00	0.00
ENCI	1	2416	1208	20.14	2.98
PUERTA 2 UNSCH	3	4118	686	11.44	5.25
EL DANTE	3	4213	702	11.70	5.13
AV. VIRGEN DEL PPILAR	2	1079	270	4.50	13.34
ENTRADA	1	789	394	6.57	9.13
AV. ESTEBAN QUISPE CAMPOS	1	789	394	6.57	9.13
AV. RENE GAMBOA	1	789	394	6.57	9.13
PARQUE YANAMA	1	789	394	6.57	9.13
ESTADIO CARMEN ALTO	1	976	488	8.13	7.38
JR. PROGRESO	1	977	488	8.14	7.37
AV. SAN FRANCISCO	3	1139	190	3.16	18.96
PROL. LOS INCAS	3	1139	190	3.16	18.96
OVALO LA FAMILIA	1	400	200	3.34	17.99
PARADERO CHAMANAPATA	2	1815	454	7.56	7.93
ENTRADA PILLACCATA	1	1838	919	15.32	3.92
JR. NEMESIO PRETEL	1	1838	919	15.32	3.92
JR YURACC YURACC	2	1815	454	7.56	7.93
PARQUE LAS PALMERAS	1	1165	582	9.70	6.18
JR. OSCAR R. BENAVIDES	1	1165	582	9.70	6.18
JR. CHORRO	2	1238	309	5.16	11.63
ALAMEDA VALDELIRIOS	1	284	142	2.37	25.35
ARCO DE LA ALAMEDA	1	284	142	2.37	25.35
JR. PARIS	1	1353	677	11.28	5.32
JR. MARTE	1	1353	677	11.28	5.32
CS. SANTA ANA	1	1353	677	11.28	5.32

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados se obtiene la frecuencia de viajes que satisfacería la demanda en el horario determinado de la cual se toma la minima de todas para la hora punta de la mañana igualmente se realiza para las otras franjas horarias (horas punta y valle) y se obtiene una tabla de frecuencias de salidas de las unidades vehiculares.

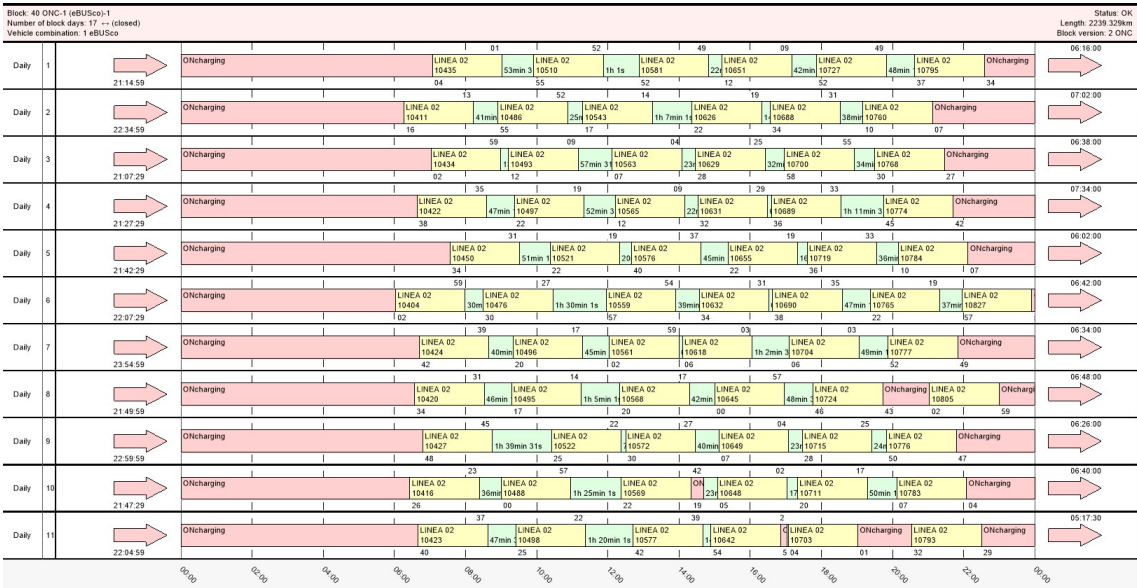
Tabla 43: Recorridos y frecuencia de salidas.

LINEA	RECORRIDO	FRECUENCIA SALIDAS HORA VA- HORA PUN- LLE LE TA
LINEA 01	21.327 km	2.5 min
LINEA 02	21..126 km	2.5 min
LINEA 03	24.662 km	2.5 min
LINEA 04	25.765 km	2.5 min
LINEA 05	33.559 km	2.5 min
LINEA 06	25.575 km	2.5 min
LINEA 07	31.218 km	2.5 min

Fuente: Elaboración propia.

4.0.1.7 Escenario propuesto de lineas de buses eléctricos:

Figura 108. Diagrama de bloques de operación de los buses eléctricos.



Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Bloques rojos: Bus recargando (estado de recarga)

Bloques amarillos: Bus en recorrido (estado de descarga)

Bloques verdes: Bus estacionado en depósito (estado pasivo)

Este cronograma es dinámico - adaptativo puede ser aplicado a una central de operaciones para el control general de los buses y en casos de contingencias tales como el cierre de vías o restricciones de pase vehicular, se puede modificar, actualizar el recorrido de las rutas de transporte público y obtener un nuevo itinerario considerando las diferentes condiciones o imprevistos en el transporte.

Línea 01:

Del proceso de optimización después de 177 iteraciones ya no se ven cambios importantes en las últimas 50 generaciones por lo tanto se asume como valor final de unidades mínimas requeridos que son 75 unidades de buses al día. Cada una con capacidad para 60 pasajeros (22 sentados y 38 parados) con frecuencia de salidas en horas punta cada 2 minutos y en horas valle 2.5 minutos.

Figura 109. Diagrama de bloques de la línea 01.

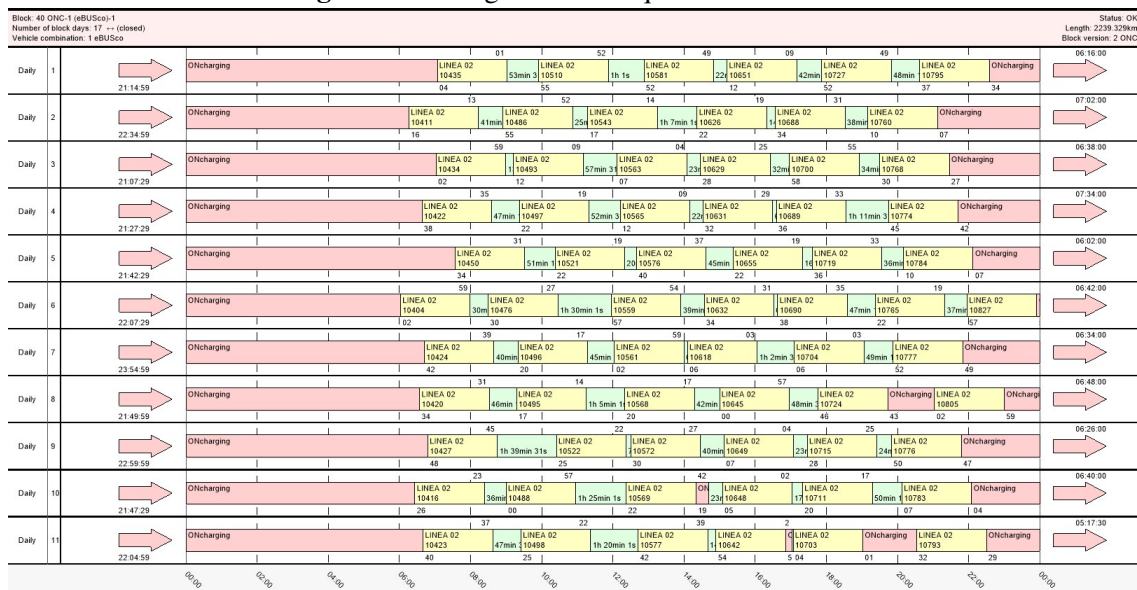


Fuente: Elaboración propia.

Línea 02:

Del proceso de optimización después de 133 iteraciones ya no se ven cambios importantes en las últimas 50 generaciones por lo tanto se asume como valor final de unidades mínimas requeridos que son 69 unidades de buses al día. Cada una con capacidad para 60 pasajeros (22 sentados y 40 parados) con frecuencia de salidas en horas punta cada 2 minutos y en horas valle 2.5 minutos.

Figura 110. Diagrama de bloques de la línea 02.

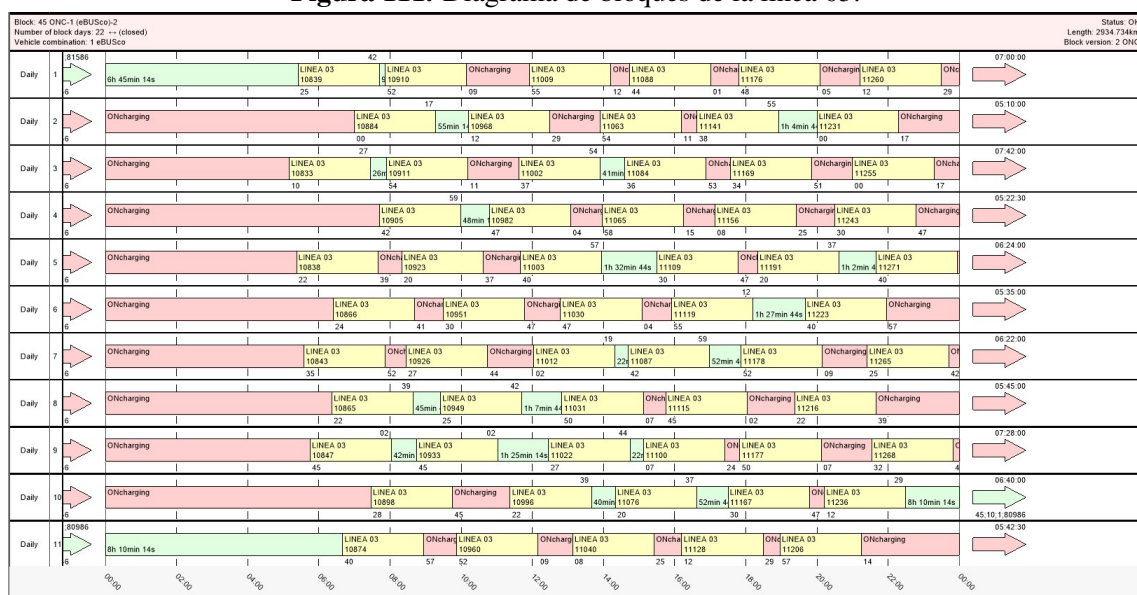


Fuente: Elaboración propia.

Línea 03:

Del proceso de optimización después de 238 iteraciones ya no se ven cambios importantes en las últimas 50 generaciones por lo tanto se asume como valor final de unidades mínimos requeridos que son 85 unidades de buses al día. Cada una con capacidad para 60 pasajeros (22 sentados y 40 parados) con frecuencia de salidas en horas punta cada 2 minutos y en horas valle 2.5 minutos.

Figura 111. Diagrama de bloques de la línea 03.

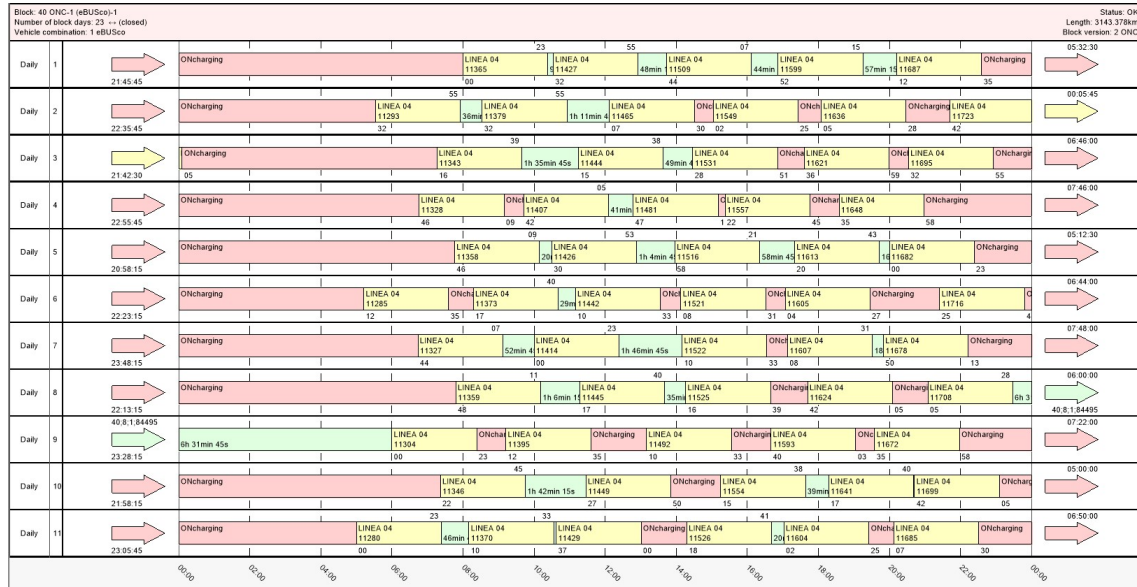


Fuente: Elaboración propia.

Línea 04:

Del proceso de optimización después de 355 iteraciones ya no se ven cambios importantes en las últimas 50 generaciones por lo tanto se asume como valor final de unidades mínimos requeridos que son 85 unidades de buses al día. Cada una con capacidad para 60 pasajeros (22 sentados y 40 parados) con frecuencia de salidas en horas punta cada 2 minutos y en horas valle 2.5 minutos.

Figura 112. Diagrama de bloques de la línea 04.

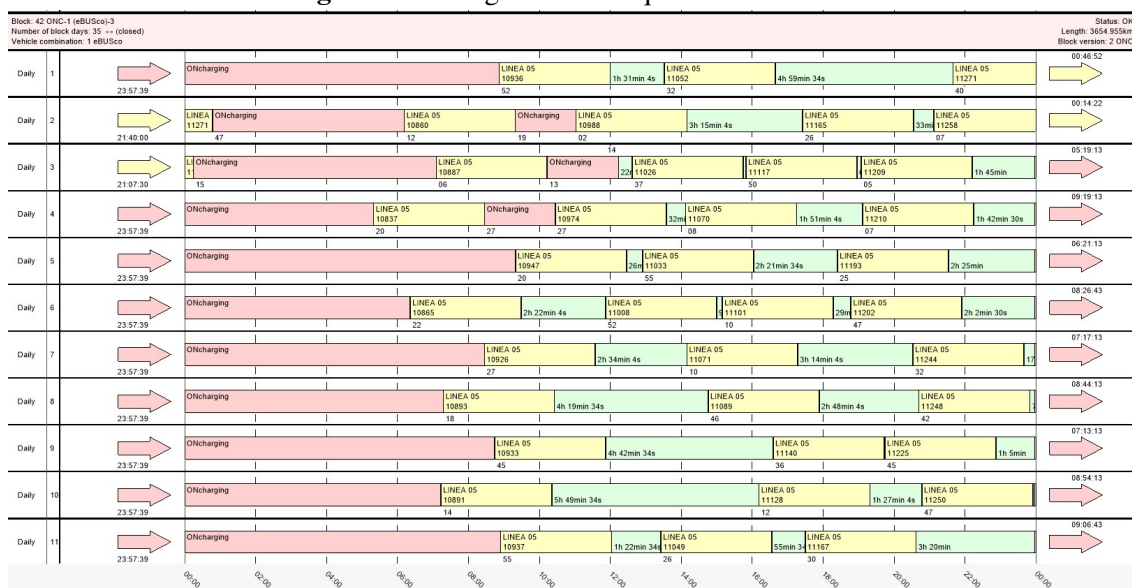


Fuente: Elaboración propia.

Línea 05:

Del proceso de optimización después de 100 iteraciones ya no se ven cambios importantes en las últimas 50 generaciones por lo tanto se asume como valor final de unidades mínimos requeridos que son 138 unidades de buses al día. Cada una con capacidad para 60 pasajeros (22 sentados y 40 parados) con frecuencia de salidas en horas punta cada 2 minutos y en horas valle 2.5 minutos.

Figura 113. Diagrama de bloques de la línea 05.

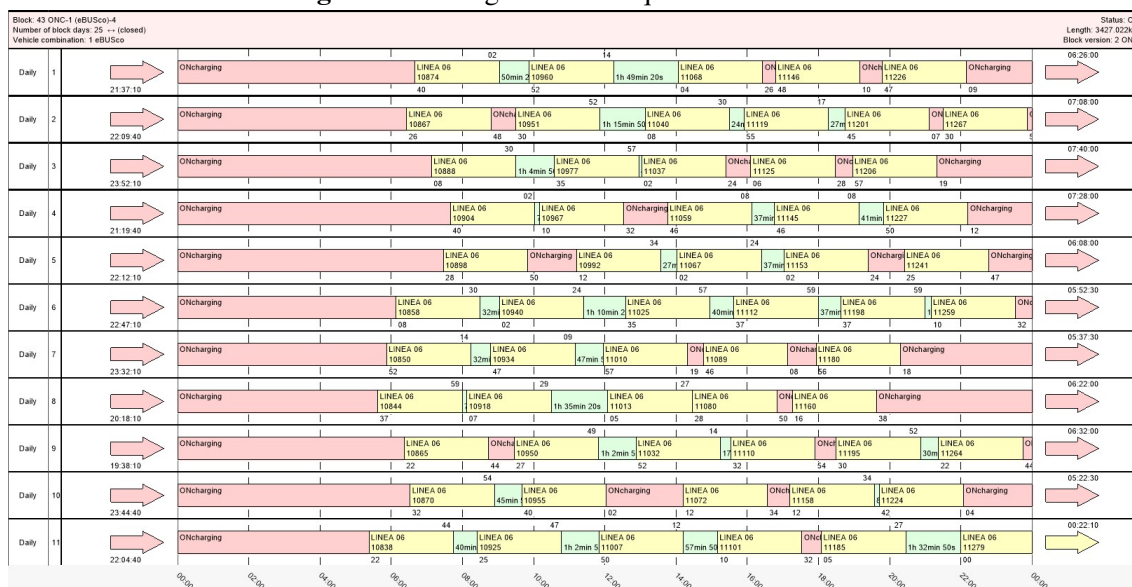


Fuente: Elaboración propia.

Línea 06

Del proceso de optimización después de 306 iteraciones ya no se ven cambios importantes en las últimas 50 generaciones por lo tanto se asume como valor final de unidades mínimas requeridos que son 83 unidades de buses al día. Cada una con capacidad para 60 pasajeros (22 sentados y 40 parados) con frecuencia de salidas en horas punta cada 2 minutos y en horas valle 2.5 minutos.

Figura 114. Diagrama de bloques de la línea 06.

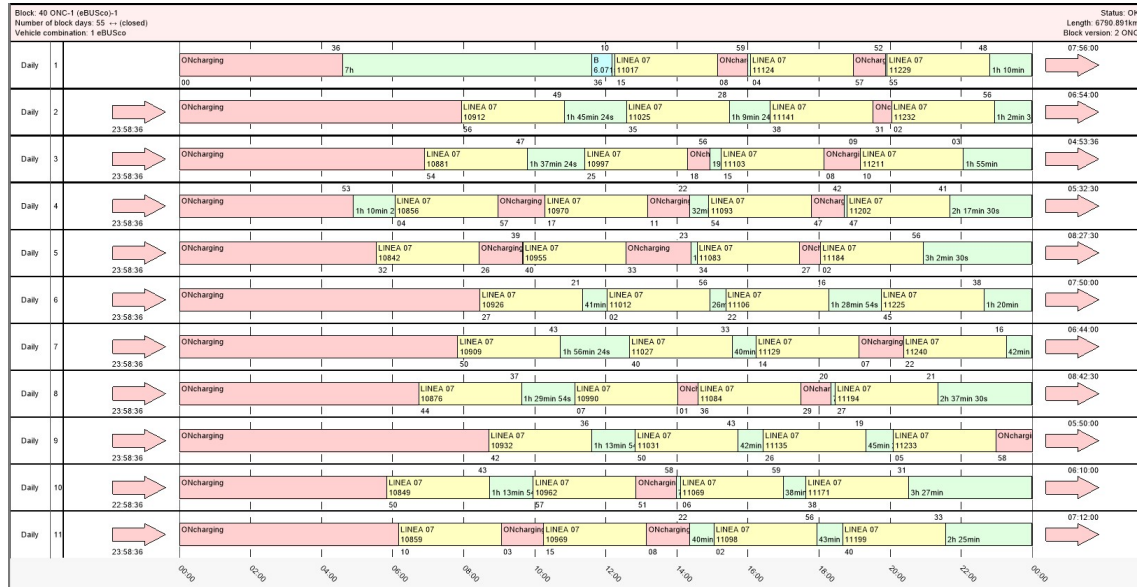


Fuente: Elaboración propia.

Linea 07

Del proceso de optimización después de 174 iteraciones ya no se ven cambios importantes en las últimas 50 generaciones por lo tanto se asume como valor final de unidades mínimos requeridos que son 113 unidades de buses al día. Cada una con capacidad para 60 pasajeros (22 sentados y 40 parados) con frecuencia de salidas en horas punta cada 2 minutos y en horas valle 2.5 minutos.

Figura 115. Diagrama de bloques de la línea 07.



Fuente: Elaboración propia.

4.0.1.8 Evaluación de costos en buses a combustión

Tabla 44: Cálculo de costos de buses a combustión.

Línea	Nº Unidades	Recorrido (km)	Intervalo de salidas (min)	Viajes (cant)	Recorrido día (km)	Costo día (soles)
LINEA 01	22	16.04	5	223	3577.14	4991.96
LINEA 02	16	14.26	10	139	1982.14	2766.11
LINEA 03	28	23.38	5	223	5212.85	7274.61
LINEA 04	21	26.13	7	167	4371.84	6100.98
LINEA 05	21	30.34	5	223	6765.60	9441.50
LINEA 06	26	29.03	5	223	6472.80	9032.90
LINEA 07	22	21.55	5	223	4804.98	6705.43
LINEA 08	39	28.13	5	223	6272.99	8754.06
LINEA 09	14	22.20	5	223	4950.38	6908.33
LINEA 10	31	22.20	3	341	7569.86	10563.86
LINEA 11	7	21.13	30	35	739.69	1032.25
LINEA 12	27	20.20	5	223	4505.05	6286.87
LINEA 13	25	20.41	5	223	4550.54	6350.35
LINEA 14	19	21.87	5	223	4875.90	6804.39
LINEA 15	23	44.25	10	103	4558.16	6360.99
LINEA 16	18	29.73	15	69	2051.37	2862.72
LINEA 17	5	33.68	35	30	1015.33	1416.91
LINEA 18	-	-	-	-	-	-
LINEA 19	-	-	-	-	-	-
LINEA 20	14	31.75	10	103	3270.46	4563.97
LINEA 21	27	24.99	5	223	5573.44	7777.82
LINEA 22	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

En total se obtiene que por día un recorrido aproximado de las rutas de transporte público de 83 120.50 km. Con el costo unitario obtenido por las encuestas se obtuvo un costo diario de 115 996.02 soles en combustible.

4.0.1.9 Evaluación de costos en buses eléctricos

Tabla 45: Costos de las líneas de buses eléctricos

Línea	buses (und)	recorrido (km)	recorrido día (km)	Costo prime- ra carga (so- les)	Costo diario operación (soles)	Consumo electrico pri- mera carga (KhW)	Consumo electrico diario (KhW)
LINEA 01	75	21.33	9106.49	9162.11	5327.29	8022.16	4664.47
LINEA 02	69	21.12	9400.96	10043.52	5499.56	4813.29	4815.31
LINEA 03	85	24.66	11147.06	10884.34	6521.03	5707.29	5709.68
LINEA 04	85	25.77	11723.25	11621.61	6858.11	6002.31	6004.82
LINEA 05	138	33.56	15839.66	15370.7	9266.19	8109.90	8113.29
LINEA 06	83	25.58	11610.96	11644.12	6792.4	5944.81	5947.29
LINEA 07	113	31.22	14578.93	13099.311	9202.369	7464.41	8057.41

Fuente: Elaboración propia.

En total se obtiene que por día un recorrido aproximado de las rutas de transporte público propuesto eléctrico de 83 407.297 km. Con el costo unitario obtenido por las encuestas se obtuvo un costo diario de S/.43 312.27 soles en consumo eléctrico.

4.0.1.10 Viabilidad económica

Se evalúa para la viabilidad económica en el tiempo se evalúa mediante los indicadores económicos:

Ingreso neto anual en el vehículo a combustión:

El costo de adquisición promedio de las unidades a combustion rondan a los S/. 284 569 las unidades convencionales a combustion , considerando una inflación de 3 %s anuales, un ingreso promedio de S/. 200.00 soles el ingreso por pago de alquiler por día según entrevistas, los egresos de los conductores S/. 80 y cobradores S/.50 y los egresos extra, considerando la operación con fines de semana con descanso, los costos de mantenimiento y tarifas igual al sistema eléctrico para simplificar la evaluación.

De lo cual se obtiene un ingreso S\$7 600.00 soles anuales

En la evaluación de costos se considera ingresos promedios descontando costos de conductor, cobrador y mantenimiento.

Tabla 46: Ingresos y egresos en operación de unidades a combustion

N	INGRESO	EGRESO
0	0	284569
1	57600	0
2	57600	0
3	57600	0
4	57600	0
5	57600	0
6	57600	0
7	57600	0
8	57600	0
9	57600	0
10	57600	0

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo un TIR para el periodo de 2 años de -43.77 % el cual indica perdida a corto plazo.

Para el vehículo a combustion se obtuvo un VAN = 0 a los 7.154 años de operación, indica que se recuperaría el valor de la inversion en 7.154 años.

Ingreso neto anual en el vehículo eléctrico:

El costo de adquisición promedio de la unidad eléctrica rondan a los S/. 711 422.50 de precio, considerando una inflación de 3 %s anuales, tasa de interés de 10 % un ingreso promedio de S/. 200.00 soles el ingreso por pago de alquiler por día según entrevistas más el ingreso de ahorro por uso de la electricidad, los egresos de los conductores S/. 80 y cobradores S/.50 y los egresos extra, considerando la operación con fines de semana con descanso, los costos de mantenimiento y tarifas igual al sistema a combustión para simplificar la evaluación.

De lo cual se obtiene un ingreso S/ 118 100.75 soles anuales

En la evaluación de costos se considera ingresos promedios descontando costos de conductor, cobrador y mantenimiento.

Tabla 47: Ingresos y egresos en operación de unidades electricas

N	INGRESO	EGRESO
0	0	711422.5
1	118100.75	0
2	118100.75	0
3	118100.75	0
4	118100.75	0
5	118100.75	0
6	118100.75	0
7	118100.75	0
8	118100.75	0
9	118100.75	0
10	118100.75	0

Fuente: Elaboración propia.

Para el corto plazo se obtuvo un TIR para el periodo de 2 años de -50.12 % el cual indica perdida a corto plazo.

Para el largo plazo se obtuvo un VAN = 0 a los 9.687 años de operación, indica que se recuperaría el valor de la inversion en 9.687 años.

Se resume que a corto plazo (2 años) con la evaluación del TIR se obtiene un -43. 76 % en el sistema convencional mientras que en sistema electrico -50.12 % de lo que se deduce que ambos sistemas estan en perdida en los ingresos pero con el sistema convencional con mejores expectativas que con el vehículo eléctrico en el corto plazo.

Finalmente a largo plazo de acuerdo al VAN se obtuvo el periodo de recuperacion de sistema a convencional 7.154 años y para el sistema electrico 9.687 años se concluye que el periodo de recuperación en el sistema eléctrico incrementa en 135.40 %. Del cual concluye que a largo plazo el impacto económico no es tan cuantioso como se esperaría. esto podría mejorar con

subsidios de parte del estado como se están realizando en varios países del mundo que deciden implementar un sistema eléctrico o evaluar la implementación para un escenario futuro ya que dada la tendencia evaluada en los costos de las baterías con proximidad al año 2030 se pronostica una similitud en precios del sistema eléctrico al sistema a combustión.

4.0.1.11 Evaluación de emisiones

Tabla 48: Resultados en (g-eq) de emisiones obtenidas del software IVE

DIA	CO2	N2O	CO	VOC	NOx	SOx	MP	1.3 Butadieno	Acetaldehido	Formaldehido	NH3	Benzeno
LINEA 01	7027186.46	125.53	46643.02	8868.44	143615.74	70.45	86742.4	128.24	605.42	1643.89	220.23	93.12
LINEA 02	3707436.04	66.86	24686.56	4696.48	75759.94	37.17	47043.65	70.76	334.06	907.05	116.2	49.31
LINEA 03	10169822.6	178.85	67427.76	12875.78	207537.26	101.96	123548.61	185.09	873.82	2372.67	318.71	135.2
LINEA 04	8533374.72	153.18	56794.71	10816.51	174311.35	85.55	107664.59	162.33	766.41	2081	267.44	113.57
LINEA 05	13758402.7	234.87	87632.54	16716.55	268993.26	132.1	164811.31	246.43	1177.59	3197.49	412.93	175.52
LINEA 06	12497380.4	212.43	82571.17	15888.88	254361.26	125.29	145357.56	221.55	1045.96	2840.07	391.61	166.83
LINEA 07	9530411.58	175.1	63442.16	11980.43	195231.23	95.55	121803.85	177.44	837.74	837.74	298.71	125.79
LINEA 08	12385232.7	226.98	82500.82	15610.1	253556.02	124.17	158909.83	234.08	1105.12	3000.71	388.18	163.91
LINEA 09	9420692.93	147.2	61221.79	12017.82	1900727.31	94.43	95857.84	147.78	697.7	1894.45	295.12	126.19
LINEA 10	14471198.7	216.82	93631.82	18353.24	292597.25	145.06	133148.17	197.57	932.76	2532.69	453.26	192.71
LINEA 11	1457306.27	26.9	9726.7	1840.2	29836.33	14.61	19033.94	28.28	133.5	362.49	45.68	19.32
LINEA 12	8692014.32	181.2	58738.33	10754.63	179945.31	87.16	130794.13	181.45	856.85	2326.04	272.54	112.92
LINEA 13	8979222.5	166.56	59960.27	11331.02	183908.88	90.03	117961.08	174.81	825.32	2240.97	281.44	118.98
LINEA 14	9537794.07	172.35	63521.74	12078.93	194932.56	95.62	121327.97	182.29	860.62	2336.81	298.93	126.83
LINEA 15	8576371.18	136.22	56427.49	11037.89	173573.38	85.97	92807.22	149.98	708.06	1922.57	268.7	115.9
LINEA 16	4024796.8	73.4	26829.8	5090.82	82319.37	40.35	51779.44	77.42	365.51	992.47	126.15	53.45
LINEA 17	1943674.81	32.79	12858.83	2483.5	39511.8	19.49	22696.93	35.41	167.19	453.97	60.91	26.08
LINEA 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LINEA 19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LINEA 20	6298685.13	108.37	41748.7	8028.06	128235.81	63.15	75369.91	116.34	549.25	1491.36	197.38	84.29
LINEA 21	10919257.9	198.24	72756.74	13819.66	223251.99	109.47	139713.06	209.39	988.55	2684.18	342.23	145.11
LINEA 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones diarias de dióxido de carbono es 161.9302 tCO₂-eq de toda la flota de buses de transporte publico de la ciudad de Ayacucho.

Tabla 49: Emisiones de toneladas de CO₂ equivalente del sistema eléctrico

LINEA	EMISIONES UNIDADES ELECTRICAS (tco2-eq)
LINEA 01	0.81
LINEA 02	0.83
LINEA 03	0.99
LINEA 04	1.04
LINEA 05	1.4
LINEA 06	1.03
LINEA 07	1.39

Fuente: Elaboración propia.

Las emisiones diarias de dióxido de carbono es 7.49 tCO₂-eq de toda la flota de buses de transporte publico de propulsion eléctrica propuesta en la ciudad de Ayacucho.

4.0.1.12 Análisis de la contaminación de las baterías

El coste de las baterías de litio de un estudio realizado afirma que ronda los 73 kg de CO₂ equivalente/kWh. La producción de una sola batería con una autonomía de 40 kWh (p. ej. Nissan Leaf) y 100 kWh (p. ej. Tesla) emite 2920 kg y 7300 kg de CO₂, respectivamente (Dai et al. 2019).

El aluminio es importante para el componente del paquete (por su peso ligero), pero es un material que consume mucha energía y representa el 17 % de la huella de carbono total de la batería (12,4 kg de CO₂/kWh).

Las celdas representan la mayor parte de la energía y la huella de carbono de la producción de baterías de litio. En concreto, el 40 % del impacto climático total de la batería proviene de la etapa de extracción, conversión y refinación de los materiales activos de las celdas, donde el níquel, el manganeso, el cobalto (NCM) y el litio se procesan para formar polvo de cátodo NCM: 28,5 kg de CO₂/kWh.

La producción de células es otra actividad que más energía consume y representa el 20 % del CO₂ total/kWh aproximadamente 14 kg de CO₂/kWh. Esta cifra depende en gran medida de la capacidad de la planta, ya que muchas de las actividades que consumen mucha energía en la producción de células están relacionadas con el secado y el calentamiento, que se llevan a cabo en grandes salas donde la energía utilizada sigue siendo la misma sin importar si se producen una o varios miles de células.

Las emisiones de carbono restantes varia de acuerdo a la proporción del diseño o modelo de batería que generalmente es de un paquete de baterías NCM un tercio de níquel, un tercio de cobalto y un tercio de manganeso en el cátodo (Dai et al. 2019).

4.0.1.13 Cálculo de emisiones

La generación de emisiones en promedio en la fabricación de baterías se tiene un aproximado de emisión de 73 kgCO₂-eq por cada kwh en capacidad de una batería de litio de lo cual obtenemos:

Para la fabricación de la flota vehicular propuesta de 645 unidades con baterías de capacidad de 255.48 kwh tenemos una emisión de 12 029. 28 tco₂ en total.

La flota vehicular total de la ciudad de Ayacucho genera al día 161.93 tCO₂-eq al día lo que mientras de lo calculado del sistema vehicular eléctrico que genera 7.49 tCO₂-eq.

Haciendo la suposición que el sistema vehicular eléctrico estuviera en marcha notamos que se compensaría la emisión vehicular en 77.89 días de funcionamiento de la propuesta con respecto al sistema vehicular a combustion.

De lo cual en un periodo de servicio de 10 años de la batería se daría que para un tiempo de servicio de 2%. ya empezaría a emitir menos que el sistema a combustion por lo tanto se podría considerar factible.

4.1 Contrastación de hipótesis

La contrastación de hipótesis es un procedimiento para evaluar si una propiedad que se supone en una población estadística es compatible con lo observado en una muestra de dicha población. Mediante esta teoría, se aborda el problema estadístico considerando una hipótesis nula H_0 y una hipótesis alternativa H_1 , y se intenta dirimir cuál de las dos es la hipótesis verdadera, tras aplicar el problema estadístico a un cierta cantidad de datos. Los tipos más importantes son los test centrados, de hipótesis y alternativa simple, aleatorizados, etc.

Una vez realizado el contraste de hipótesis, se habrá optado por una de las dos hipótesis, H_0 , o H_1 , y la decisión escogida coincidirá o no con la que en realidad es cierta.

4.1.1 Contrastación de hipótesis general

4.1.1.1 Contrastación de la hipótesis específica 01

1. Planteando la hipótesis nula y la hipótesis alternativa.

H_0 : El número de unidades de buses de la propuesta inicial de buses eléctricos es igual al número después de la optimización de buses eléctricos.

Tabla 50: Unidades de buses eléctricos sin optimizar vs. unidades optimizadas

Nº	BUSES ELECTRICOS INICIALES (Und.)	BUSES ELECTRICOS OPTIMIZADOS (Und.)
LINEA 01	150	75
LINEA 02	239	66
LINEA 03	125	85
LINEA 04	225	85
LINEA 05	279	138
LINEA 06	173	83
LINEA 07	220	113

Fuente: Elaboración propia.

H_1 : El número de unidades de buses eléctricos de la optimización es menor al de la propuesta inicial.

- Se establece un nivel de confianza del 95% y por tanto el nivel de significancia es $\alpha = 0,05$.
- Se realiza la prueba de normalidad, al tratarse de una muestra menor a 30 datos usaremos la prueba de Shapiro-Wilk

Planteando la hipótesis de Normalidad:

H_0 : Los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 51: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk las unidades sin optimizar y optimizadas

Variable	P valor	α	Aceptación
Propuesta inicial	0.843	>0.05	Ho no se acepta
Propuesta optimizada	0.176	<0.05	Ho se acepta

Fuente: Elaboración propia.

- El resultado de la prueba de normalidad no se cumplió en uno de los casos entonces podemos usar una prueba no paramétrica como el Test U de Mann - Whitney.

Tabla 52: Test U de Mann - Whitney

P valor	α	Aceptación
0.003	<0.05	Ho no se acepta

Fuente: Elaboración propia.

5. De lo cual se concluye que al ser el valor de significancia menor que 0.05 se rechaza la hipótesis nula H_0 y por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa H_1 , de lo cual se puede afirmar que las unidades optimizadas si son significativamente representativas.

4.1.1.2 Contrastación de la hipótesis específica 02

La prueba de la hipótesis específica se contrastan los costos de operación entre el sistema de propulsión a combustión y con el sistema de propulsión eléctrico modelado.

Tabla 53: Costos de operación actuales: combustible

LINEA	COSTOS DIARIO DE COMBUSTI- BLES (Soles)
LINEA 01	4991.96
LINEA 02	2766.11
LINEA 03	7274.61
LINEA 04	6100.98
LINEA 05	9441.5
LINEA 06	9032.9
LINEA 07	6705.43
LINEA 08	8754.06
LINEA 09	6908.33
LINEA 10	10563.86
LINEA 11	1032.25
LINEA 12	6286.87
LINEA 13	6350.35
LINEA 14	6804.39
LINEA 15	6360.99
LINEA 16	2862.72
LINEA 17	1416.91
LINEA 18	-
LINEA 19	-
LINEA 20	4563.97
LINEA 21	7777.82
LINEA 22	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54: Costos de operación de la propuesta: electricidad

LINEA	COSTOS DIARIO ELECTRICIDAD (Soles)
LINEA 01	5327.29
LINEA 02	5499.56
LINEA 03	6521.03
LINEA 04	6858.11
LINEA 05	9266.19
LINEA 06	6792.4
LINEA 07	9202.369

Fuente: Elaboración propia.

1. Planteando la hipótesis nula y la hipótesis alternativa.

H_0 : El costo de operación en el sistema de buses eléctricos de la propuesta es igual con respecto al sistema de buses a combustion.

H_1 : El costo de operación en el sistema de buses eléctricos de la propuesta es menor con respecto al sistema de buses a combustion.

2. Se establece un nivel de confianza del 95 % y por tanto el nivel de significancia es $\alpha = 0,05$.
3. Se realiza la prueba de normalidad, al tratarse de una muestra menor a 30 datos usaremos la prueba de Shapiro-Wilk.

Planteando la hipótesis de Normalidad:

H_0 : Los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 55: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Variable	P valor	α	Aceptación
Costo Sist. Comb.	0.433	<0.05	Ho no se acepta
Costo Sist. Elect.	0.147	<0.05	Ho no se acepta

Fuente: Elaboración propia.

4. El resultado de la prueba de normalidad no se cumplió en ambos casos entonces podemos usar una prueba no paramétrica como el Test U de Mann - Whitney.
5. De lo cual se concluye que al ser el valor de significancia menor que 0.05 se rechaza la hipótesis nula H_0 y por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa H_1 . De lo cual

Tabla 56: Test U de Mann - Whitney

P valor	α	Aceptación
0.470	<0.05	Ho no se acepta

Fuente: Elaboración propia.

se puede afirmar que la reducción de costos de operación si son significativamente representativas.

4.1.1.3 Contratación de la hipótesis específica 03

Para la prueba de la hipótesis se contrastan las emisiones de toneladas de dióxido de carbono equivalente tCO_2 .

Tabla 57: Emisiones de toneladas de CO_2 equivalente del sistema a combustión

LINEA	EMISIONES UNI- DADES A COM- BUSTION (tco2-eq)
LINEA 01	7.03
LINEA 02	3.71
LINEA 03	10.17
LINEA 04	8.53
LINEA 05	13.76
LINEA 06	12.5
LINEA 07	9.53
LINEA 08	12.39
LINEA 09	9.42
LINEA 10	14.47
LINEA 11	1.46
LINEA 12	8.69
LINEA 13	8.98
LINEA 14	9.54
LINEA 15	8.58
LINEA 16	4.02
LINEA 17	1.94
LINEA 18	-
LINEA 19	-
LINEA 20	6.3
LINEA 21	10.92
LINEA 22	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58: Emisiones de toneladas de CO_2 equivalente del sistema eléctrico

LINEA	EMISIONES UNIDADES ELECTRICAS (tco2-eq)
LINEA 01	0.81
LINEA 02	0.83
LINEA 03	0.99
LINEA 04	1.04
LINEA 05	1.4
LINEA 06	1.03
LINEA 07	1.39

Fuente: Elaboración propia.

1. Planteando la hipótesis nula y la hipótesis alternativa.

H_0 : Las emisiones del sistema de buses eléctricos de la propuesta es igual con respecto a las emisiones del sistema de buses a combustion.

H_1 : Las emisiones del sistema de buses eléctricos de la propuesta es menor con respecto a las emisiones del sistema de buses a combustion.

2. Se establece un nivel de confianza del 95 % y por tanto el nivel de significancia es $\alpha = 0,05$.
3. Se realiza la prueba de normalidad, al tratarse de una muestra menor a 30 datos usaremos la prueba de Shapiro-Wilk.

Planteando la hipótesis de Normalidad:

H_0 : Los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 59: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Variable	P valor	α	Aceptación
Emisiones Sist.	0.399	<0.05	Ho no se acepta
Emisiones Comb.	0.145	<0.05	Ho no se acepta
Emisiones Elect.			

Fuente: Elaboración propia.

4. El resultado de la prueba de normalidad no se cumplió en ambos casos entonces podemos usar una prueba no paramétrica como el Test U de Mann - Whitney.

Tabla 60: Test U de Mann - Whitney

P valor	α	Aceptación
0.001	<0.05	Ho no se acepta

Fuente: Elaboración propia.

5. De lo cual se concluye que al ser el valor de significancia menor que 0.05 se rechaza la hipótesis nula H_0 y por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa H_1 . De lo cual se puede afirmar que la reducción de emisiones de dióxido de carbono equivalente si son significativamente representativas.

Conclusiones

En el modelamiento del transporte mediante el modelo basado en viajes empleando el software PTV VISUM se simula el sistema de buses eléctricos a nivel macro de forma representativa las líneas de transporte público con una confiabilidad GEH promedio 1.6. Se hizo el modelado de transporte publico de 7 líneas para buscar reducir recorridos (anterior 19 lineas), del cual se obtuvo la demanda de pasajeros se propuso una flota inicial que posteriormente fue incrementado por lo obtenido de la optimización mediante algoritmos genéticos evaluando las variables: costos de carga, autonomía y costo de operación del cual se tuvo la flota vehicular de 645 buses optimizando la flota de buses eléctricos a casi un 46 % de la propuesta sin optimizar mediante el modelo, consecuentemente también la reducción de los costos operativos a un 50 % y las emisiones de gases contaminantes a un 5 %.

- En cuanto la capacidad de las unidades con igual capacidad de pasajeros (40 pasajeros) al sistema existente, pero debido a las al alto número frecuencias de salidas requeridas y reducir el problema de congestión vehicular en las vías evaluadas se decidió por unidades de mayor capacidad (60 pasajeros) reduciendo frecuencias de salidas. Posteriormente se optimizó el numero de unidades mediante iteración basado en algoritmos genéticos en la búsqueda de minimizar los costos de operación de los buses eléctricos nos encontramos una reducción con la propuesta inicial de buses eléctricos pero con incremento de unidades con respecto al transporte a combustion debido a las características de las unidades vehiculares de propulsión eléctrica como los largos periodos de recarga de baterías y la baja autonomía existentes, condición que lleva al incremento de unidades a pesar de la optimización realizada en el modelo de transporte.
- En cuanto a los costos de operación del sistema actual se obtiene un total de S\\$. 115 996.02 soles al día en consumo de combustible en toda la flota existente en el sistema de transportea combustion.Por otro lado de la tabla de costos de operación del sistema propuesto se obtiene un consumo total de S\\$. 49 466.95 soles al día en consumo eléctrico de toda la flota propuesta a pesar de que por el sistema de carga lento y menor

autonomía hizo que se incrementaran las unidades el consumo es aproximadamente menor a un 50 % del costo del sistema a propulsion a combustion. Pero debido a los altos costos actuales de los vehículos eléctricos que rondan entre el 200 % - 250 % del costo de adquisición de un vehículo de características similares al de uno a combustion el servicio seria rentable solo a largo plazo 9.68 años, o una proyección futura en años proximos al 2030 siguiendo la tendencia de reducción de precios de las unidades.

- En cuanto a la evaluación de emisiones vehiculares se realizado en base al modelo de emisiones vehiculares IVE se tiene los resultados que en el sistema de buses a combustion a combustion genera un promedio de 161.93 tCO_2eq . mientras que el sistema de buses eléctricos que se realizó con la informacion de de generación de gases por generación eléctrica del MINAM, del cual tenemos que el sistema propuesto genera solo 7.49 tCO_2eq que es aproximadamente un 5 % de las emisiones del sistema actual lo cual seria una reducción significativamente alta de las emisiones de gases de efecto invernadero.

5.1 Recomendaciones

- En el muestreo con encuestas se recomienda tomar mas muestras a nivel hogar o familiar en el aspecto socio económico debido a que son mas representativos para zonas grandes o de variada composición.
- En la ámbito de la zonificación incrementar el número de zonas y más pequeñas en sectores densamente pobladas; mayor dimensión y menor número en zonas poco pobladas esto mejora la evaluación de las características de las zonas a evaluar; pero demandara mayor capacidad computacional.
- En la generación de viajes mientras mayores sean los parámetros considerados (económicos, sociales y de la realidad local) para la investigación tendrán mejor aproximación a la realidad generando un modelo más prolífico y que tienda ser más real. Pero siempre tendrá una brecha con la realidad debido a la aleatoriedad de muchos viajes ya que no se puede cuantificar todas las variables y condiciones existentes en la realidad que se puedan tener en cuenta para realizar un viaje.
- En la distribución de viajes en la investigación se considera las distancias como función de impedancia esto quiere decir que se asume se distribuye de acuerdo a las zonas más pobladas y de acuerdo a la distancia entre estas. Se puede asumir más consideraciones como tiempo de acceso, tiempo de espera o el valor del tiempo para mayor precisión, pero amplia la complejidad en la toma de datos.
- En la partición modal se obtienen las funciones de utilidad en base a consideraciones reales como es los costos de transporte, los tiempos de viaje y comodidad en el viaje que condicionan la elección del viajero seria mas conveniente realizar un una partición modal anidada con distinción de los subtipos del transporte privado (autos, camionetas, motocicletas, etc) y transporte público (Buses, taxis, mototaxis) pero como se menciono anteriormente la complejidad en la obtención de datos requeridos se amplia de forma cuantiosa.
- La asignación de viajes donde se busca minimizar el costo generalizado eligiendo el camino más óptimo basándose en la función volumen demora que es una relación entre el tiempo de viaje y flujo de trafico en el presente estudio solo se consideró las vías principales, pero teniendo a disponibilidad una licencia completa del software se puede considerar toda la red vial secundaria para una evaluación correcta en el transporte privado principalmente.

- En la optimización de unidades debido al sistema de propulsión eléctrico se realiza con un complemento basado en algoritmos genéticos que buscan mediante iteración la minimización de los costos en la operación de los sistemas se puede optimizar otros tipos de sistemas como trolebuses, teleféricos, etc ya que el complemento sirve para diferentes limitaciones.

5.2 Trabajos futuros

- Se puede utilizar esta metodología también para evaluar nuevas opciones viales de transportes como anillos viales, puentes, vías expresas y nuevas vías de evitamiento contrastando los escenarios la realidad actual versus la propuesta vial en un entorno macro como impacta las modificaciones viales en los flujos de tráfico.
- Se puede realizar el modelamiento también a otros tipos de transporte como teleféricos, BRT (Bus Rapid Transit), trenes etc. También la optimización de costos a estos sistemas la metodología es aplicable de manera general.
- Actualmente hay modelos de transporte más recientes como los modelos basados en actividades que consideran el comportamiento a lo largo del día del individuo en vez de viajes aislados. Este tipo de modelos se caracterizan por representar el comportamiento cada individuo realiza al día, desde su lugar de origen hasta su lugar de destino, pasando por diferentes actividades a lo largo del día. pero que también tienen sus inconvenientes en la toma de datos requiere un monitoreo de actividades que necesiten softwares como una aplicación de celular que tome datos constantemente y el trabajo con big data que requiere grandes capacidades computacionales ya que se manejara extensa cantidad de información.
- Un análisis de la congestión sectorizado a nivel distrital o en zonas pequeñas como barrios o asentamientos sería una alternativa posible de realizar ya que a nivel de la ciudad requiere una extensa recopilación de datos y evaluación de la información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, B. (2012). The traditional four steps transportation modeling using a simplified transport network: A case study of Dhaka City, Bangladesh. *International Journal of Advanced Scientific Engineering and Technological Research*, 1(1), 19-40.
- Alée, J. (2017). Electromovilidad en el sistema de transporte publico de Santiago.
- AMECH. (2019). *Motores eléctricos vs a combustión*.
- Barreno Vereau, E. et al. (2008). Metodologia de modelamiento de un sistema de transporte urbano.
- Barton & Cambridge. (1997). Model Validation and Reasonableness Checking Manual.
- Berthold, K. (2019). *Techno - ökonomische Auslegungsmethodik für die Elektrifizierung urbaner Busnetze* (Vol. 74). KIT Scientific Publishing.
- Bole, B., Kulkarni, C. S. & Daigle, M. (2014). Adaptation of an electrochemistry-based li-ion battery model to account for deterioration observed under randomized use. En *Annual conference of the PHM society*.
- BOSCH. (2020). Migrando hacia la movilidad eléctrica urbana.
- Calderon, A. & Bolaños, C. (2015). Estudio para la implementacion de vehículos electricos en la ciudad de Ibarra. *Ecos de la Academia-Universidad Técnica del Norte*, 1(02), 42-55.
- Ceder, A. A. & Jiang, Y. (2020). Route guidance ranking procedures with human perception consideration for personalized public transport service. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 118, 102667.
- Chatterjee, A. & Venigalla, M. M. (2004). Travel demand forecasting for urban transportation planning. *Handbook of transportation engineering*, 1.
- Chen, X., Liu, Z., Zhang, K. & Wang, Z. (2020). A parallel computing approach to solve traffic assignment using path-based gradient projection algorithm. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 120, 102809.
- Chmielewski, J. (2019). Transport demand model management system. En *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing.

- Coelho, F. J., Santos, A. L., Coimbra, J., Almeida, A., Cunha, Â., Cleary, D. F., Calado, R. & Gomes, N. C. (2013). Interactive effects of global climate change and pollution on marine microbes: the way ahead. *Ecology and Evolution*, 3(6), 1808-1818.
- Comercio, E. (2022). Parque Automotor genera el 58 % de la contaminacion del aire, indica el MTC. *El Comercio*.
- Dai, Q., Kelly, J. C., Gaines, L. & Wang, M. (2019). Life cycle analysis of lithium-ion batteries for automotive applications. *Batteries*, 5(2), 48.
- De Automocion, S. D. T. (2011). *El Vehiculo Electrico. Desafios tecnologicos, infraestructuras y oportunidades de negocio*. Libbooks.
- Decourtye, A., Alaux, C., Le Conte, Y. & Henry, M. (2019). Toward the protection of bees and pollination under global change: present and future perspectives in a challenging applied science. *Current opinion in insect science*, 35, 123-131.
- Dialogue, A. (2022). Electric Vehicle.
- Electropedia. (2014). Battery Management and Monitoring Systems BMS.
- Energia16. (2017). Entérate como funciona el motor de un coche eléctrico.
- ENERGIMINAS. (2021). Petroperú y Enel X inician implementación de red de electrolineras en estaciones de servicios.
- GARCÍA, G. (2022). Nuevos inversores de 800 voltios: más potencia y más autonomía para los coches eléctricos.
- Giugale, M., Cibils, V. F. & Newman, J. L. (2006). *Perú: la oportunidad de un pais diferente: próspero, equitativo y gobernable*. Banco Mundial.
- Gómez-Mejía, A. (2020). Modelo de máxima verosimilitud. *Libre empresa*, 17(2), 121-138.
- Hayes, J. G. & Goodarzi, G. A. (2018). Electric powertrain: energy systems, power electronics and drives for hybrid, electric and fuel cell vehicles.
- Inche, J. (2001). Estimacion de emisiones en vehiculos en circulacion. *Industrial Data*, 4(1), 11-16.
- IVE. (2008). *Manual del Usuario del Modelo IVE*.
- JICA. (2013). ENCUESTA DE RECOLECCION DE INFORMACION BASICA DEL TRANSPORTE URBANO EN EL AREA METROPOLITANA DE LIMA Y CALLAO.

- Kyaw, T., Oo, N. N. & Zaw, W. (2019). Building travel speed estimation model for Yangon City from public transport trajectory data. En *Big Data Analysis and Deep Learning Applications: Proceedings of the First International Conference on Big Data Analysis and Deep Learning 1st*. Springer.
- Le Quéré, C., Jackson, R. B., Jones, M. W., Smith, A. J., Abernethy, S., Andrew, R. M., De-Gol, A. J., Willis, D. R., Shan, Y., Canadell, J. G. et al. (2020). Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nature climate change*, 10(7), 647-653.
- Machedon-Pisu, M. & Borza, P. N. (2019). Are personal electric vehicles sustainable? A hybrid E-bike case study. *Sustainability*, 12(1), 32.
- Machedon-Pisu, M. & Borza, P. N. (2022). Impact of the Light-Duty Vehicles' Storage and Travel Demand on the Sustainable Exploitation of Available Resources and Air Pollution Abatement. *Sustainability*, 14(14), 8571.
- Miñano, C. P. L. (2017). Modelacion y asignacion de vehiculos en el centro historico de Lima con restricciones de trafico e impacto en la movilidad.
- MINEM. (2019). *Reporte Anual De Gases De Efecto Invernadero del Sector Energía 2019 Categoría: Combustión estacionaria y emisiones fugitivas*. Ministerio de Energía y Minas.
- MMA. (2022). Calidad del aire. MMA.
- Murray, E. G. & DiGiorgio, A. L. (2021). Will individual actions do the trick? comparing climate change mitigation through geoengineering versus reduced vehicle emissions. *Earth's Future*, 9(3), e2020EF001734.
- Ortuzar, J. & Willumsen, L. (2008). *Modelos de transporte* (Vol. 1). Ed. Universidad de Cantabria.
- Ortuzar, J. d. D. (2015). *Modelos de demanda de transporte*. Alpha Editorial.
- Padhye, P., Nagakumar, M., Sunil, S. & Reddy, A. M. (2020). Activity-Based Travel Demand Models to Evaluate Transport Policies. En *Transportation Research: Proceedings of CTRG 2017*. Springer.
- Ponce de Leon, E. C. F. (2020). Comparacion del uso de buses con motor electrico, motor diesel y motor híbrido para el transporte publico.
- Power, I. (2022). The Battery Show 2022.

- Rafael, S., Correia, L. P., Lopes, D., Bandeira, J., Coelho, M. C., Andrade, M., Borrego, C. & Miranda, A. I. (2020). Autonomous vehicles opportunities for cities air quality. *Science of the Total Environment*, 712, 136546.
- Rathi, A. (2023). How China left the world far behind in the battery race.
- Rodriguez, J. M. J., Mora Catala, R. et al. (2001). Anàlisis de regresion simple.
- Ruiz, M. (2017). Modelacion de una red de transporte universitaria mediante el software VISUM 15. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU. LIMA, PERU*.
- Seinfeld, J. H. & Pandis, S. N. (2016). *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. John Wiley & Sons.
- Statista. (2022). Precio baterias de vehiculos electricos a lo largo de los años.
- Trashorras Montecelos, J. (2019). *Vehiculos electricos*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Visum. (2022). PTV Visum 2022 Manual. *PTV*.
- Von Schneidemesser, E., Steinmar, K., Weatherhead, E. C., Bonn, B., Gerwig, H. & Quedenau, J. (2019). Air pollution at human scales in an urban environment: Impact of local environment and vehicles on particle number concentrations. *Science of the Total Environment*, 688, 691-700.
- Vozzi, L. M. & Acquaviva, L. A. (2011). Modelizacion del Sistema de Transporte de Rosario. *Mecánica computacional*, 30(37), 2891-2903.
- Xue, F. & Xue, B. (2020). Research on Evaluation Model for Urban Intelligent Transport System. En *International Conference on Construction and Real Estate Management 2020*. American Society of Civil Engineers Reston, VA.
- Yadav, G. & Ghodmare, S. D. (2021). Transportation planning using conventional four stage modeling: an attempt for identification of problems in a transportation system. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 556-567.
- Yajima, K. (2005). Characteristics of incremental assignment method. En *Optimization Techniques: Proceedings of the 9th IFIP Conference on Optimization Techniques Warsaw, September 4–8, 1979*. Springer.

ANEXO

A

Figura 117. Encuestas OD de preferencias.

N°	Destino	¿Cuál es el motivo de viaje?					¿En que modo realiza su viaje?										¿Por qué razón eligió usar este modo?			
		Trabajo	Estudio	Compras	Volver a Casa	Otros	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Mototaxi	Taxi	Colectivo	Combi	Auto Particular	Microbús	Taxi Moto	Otros	Costo	Tiempo de viaje	Otros
111	COLEGIO (SEÑOR DE LOS MIL)	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
112	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
113	TAMBILLO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
114	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
115	UNIVERSIDAD (UAP)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
116	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
117	EX PENAL	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
118	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
119	MUYURINA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
120	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
121	MERCADO MAGDALENA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
122	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
123	BANCO DE LA NACION	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
124	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
125	COLEGIO (MARISCAL CACERES)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
126	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
127	PLAZA DE ARMAS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
128	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
129	PLAZA DE ARMAS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
130	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
131	TERMINAL TERRESTRE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
132	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
133	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
134	TERMINAL TERRESTRE	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
135	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
136	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
137	TERMINAL TERRESTRE	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
138	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
139	HOGAR	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
140	TERMINAL TERRESTRE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
141	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
142	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
143	TERMINAL TERRESTRE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
144	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
145	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
146	TRABAJO	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
147	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
148	MERCADO NERY GARCIA	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
149	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
150	COLEGIO	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
151	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
152	HUANTA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
153	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
154	HOSPITAL NAZARENAS	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
155	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
156	HOSPITAL NAZARENAS	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
157	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
158	PASAJE CACERES (ACADEMIA)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
159	COLEGIO	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
160	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
161	ACADEMIA (H-BRANS)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
162	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
163	MERCADO MAGDALENA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
164	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
165	COLEGIO (CESAR VALLEJO)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
166	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
167	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
168	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
169	PARQUE MAGDALENA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
170	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
171	TIENDA INKAMOTORS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
172	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
173	UNIVERSIDAD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
174	TRABAJO (GRIFO PLAZA)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
175	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
176	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
177	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
178	HUAMANGILLA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
179	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
180	CARMEN ALTO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
181	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
182	HUAMANGILLA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
183	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
184	MERCADO NERY GARCIA	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
185	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
186	MERCADO MAGDALENA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
187	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
188	HUANTA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
189	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
190	COLEGIO (FATIMA)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
191	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
192	COLEGIO (FATIMA)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
193	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
194	INDIFOR - UNSCH	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
195	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
196	MERCADO MAGDALENA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
197	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
198	MERCADO F. VIVANCO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1</									

Figura 118. Encuestas OD de preferencias.

N°	Destino	¿Cuál es el motivo de viaje?					¿En que modo realiza su viaje?										¿Por qué razón elegió usar este modo?			
		Trabajo	Estudio	Compras	Volver a Casa	Otros	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Mototaxi	Taxi	Colectivo	Combi	Auto Particular	Microbús	Taxi Moto	Otros	Costo	Tiempo de Viaje	Otros
228	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
229	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
230	COLEGIO MARISCAL CACERES	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
231	IPD	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
232	FERRETERIA LOPEZ	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
233	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
234	CIUDAD UNIVERSITARIA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
235	CASA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
236	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
237	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
238	COOPERATIVA SAN CRISTOBAL	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
239	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
240	PAMPA CANGALLO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
241	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
242	IPD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
243	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
244	MERCADO SANTA CLARA	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
245	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
246	IPD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
247	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
248	HUANTA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
249	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
250	HUANTA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
251	COOPERATIVA SAN CRISTOBAL	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
252	CASA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
253	ANTIGUO HOSPITAL	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
254	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
255	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
256	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
257	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
258	CIUDAD UNIVERSITARIA	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
259	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
260	COLEGIO MARISCAL CACERES	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
261	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
262	TOTORILLA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
263	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
264	PLAZA DE ARMAS	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
265	CASA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
266	PLAZA DE ARMAS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
267	CASA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
268	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
269	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
270	IPD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
271	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
272	COLEGIO MARISCAL	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
273	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
274	GOBIERNO REGIONAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
275	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
276	NOTARIA HINOSTROZA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
277	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
278	CIUDAD UNIVERSITARIA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
279	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
280	GRAS SINTETICO CONCHAPAT	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
281	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
282	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
283	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
284	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
285	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
286	PARKUE SIMON BOLIVAR	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
287	PLAZA DE ARMAS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
288	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
289	OVALO PUENTE NUEVO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
290	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
291	PLAZA DE ARMAS	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
292	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
293	CLINICA NAZARENO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
294	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
295	PSICINA IPD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
296	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
297	CLINICA NAZARENO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
298	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
299	HUANTA	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
300	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
301	CIUDAD UNIVERSITARIA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
302	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
303	IPD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
304	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
305	MUNICIPALIDAD JESUS NAZAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
306	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
307	UNSCH	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
308	RESIDENCIA UNIVERSITARIA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
309	UNSCH	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
310	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
311	BANCO DE LA NACION	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
312	GRIFO AYACUCHO	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
313	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
314	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
315	HOTEL SANTA ROSA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0

Figura 119. Encuestas OD de preferencias.

N°	Destino	¿Cuál es el motivo de viaje?				¿En que modo realiza su viaje?										¿Por qué razón elegió usar este modo?				
		Trabajo	Estudio	Compras	Volver a Casa	Otros	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Mototaxi	Taxi	Colectivo	Combi	Auto Particular	Microbús	Taxi Moto	Otros	Costo	Tiempo de Viaje	Otros
345	BARRIOS ALTOS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
346	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
347	COOPERATIVA SAN CRISTOBAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
348	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
349	COOPERATIVA MAGDALENA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
350	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
351	HOTEL SANTA ROSA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
352	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
353	CAJA HUANCAYO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
354	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
355	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
356	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
357	UNIVERSIDAD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
358	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
359	IPD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
360	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
361	PLAZA DE ARMAS	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
362	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
363	MERCADO SANTA CLARA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
364	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
365	ZOOLOGICO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
366	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
367	COOPERATIVA SAN CRISTOBAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
368	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
369	MUNICIPALIDAD SAN JUAN B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
370	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
371	ZOOLOGICO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
372	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
373	COMISARIA PNP AYACUCHO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
374	CASA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
375	UAP	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
376	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
377	COLEGIO LUIS CARRANZA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
378	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
379	HUANTA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
380	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
381	COOPERATIVA SAN PEDRO DE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
382	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
383	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
384	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
385	ZOOLOGICO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
386	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
387	NUOVO HOSPITAL	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
388	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
389	BIBLIOTECA - CIUDAD UNIVER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
390	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
391	MUNICIPALIDAD DE JESUS NA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
392	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
393	CIUDAD UNIVERSITARIA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
394	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
395	BANCO DE LA NACION	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
396	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
397	COLEGIO MARISCAL CACERES	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
398	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
399	CLINICA NAZARENA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
400	CASA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
401	FERIA SAN JUAN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
402	CASA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
403	NOTARIA PRADO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
404	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
405	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
406	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
407	BANCO BCP	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
408	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
409	CIUDAD UNIVERSITARIA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
410	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
411	MERCADO SANTA CLARA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
412	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
413	MERCADO SANTA CLARA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
414	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
415	CLINICA NAZARENO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
416	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
417	PLAZA DE ARMAS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
418	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
419	HUANTA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
420	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
421	CUARTEL QUINUPATA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
422	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
423	BIBLIOTECA - CIUDAD UNIVER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
424	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
425	ZOOLOGICO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
426	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
427	MERCADO SANTA CLARA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
428	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
429	TOTORILLA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
430	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
431	CIUDAD UNIVERSITARIA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
432	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
433	CHIARA																			

Figura 121. Encuestas OD de preferencias.

N°	Destino	¿Cuál es el motivo de viaje?				¿En que modo realiza su viaje?										¿Por qué razón eligió usar este modo?				
		Trabajo	Estudio	Compras	Volver a Casa	Otros	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Mototaxi	Taxi	Colectivo	Combi	Auto Particular	Microbús	Taxi Moto	Otros	Costo	Tiempo de Viaje	Otros
579	NOTARIA HINOSTROZA	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
580	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
581	ACADEMIA SOFIA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
582	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
583	ACADEMIA SOFIA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
584	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
585	DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
586	CASA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
587	DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
588	CASA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
589	MERCADO MAGDALENA	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
590	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
591	INEI	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
592	CASA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
593	INEI	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
594	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
595	ALAMEDA MARQUÉS DE VALDES	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
596	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
597	IGLESIA SR. DE QUINUA PATATA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
598	CEMENTERIO GENERAL	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
599	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
600	COLEGIO 9 DE DICIEMBRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
601	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
602	GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
603	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
604	CEPRE - UNSCH	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
605	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
606	ACADEMIA SOFIA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
607	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
608	ACADEMIA SOFIA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
609	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
610	ACADEMIA SOFIA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
611	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
612	ACADEMIA SOFIA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
613	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
614	MERCADO MAYORISTA NERY	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
615	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
616	MERCADO SANTA CLARA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
617	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
618	UNSCH	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
619	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
620	CEMENTERIO GENERAL DE AYACUCHO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
621	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
622	CEPRE - UNSCH	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
623	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
624	CEPRE - UNSCH	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
625	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
626	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
627	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
628	CEPRE - UNSCH	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
629	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
630	MULTICINES CINESTAR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
631	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
632	MULTICINES CINESTAR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
633	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
634	MERCADO NERY GARCIA ZARATE	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
635	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
636	MINISTERIO PUBLICO - FISCALIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
637	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
638	OFICINA DE BITEL	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
639	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
640	OFICINA BITEL	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
641	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
642	INICIAL - JARDIN "MIS PASITOS"	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
643	CUNA - JARDIN "HAPPY HOUSE"	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
644	CUNA - JARDIN "HAPPY HOUSE"	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
645	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
646	CASA HUANCAYO	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
647	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
648	COLEGIO SAN CARLOS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
649	YA PIZZA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
650	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
651	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
652	CUARTEL "LOS CABITOS"	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
653	CUARTEL "LOS CABITOS"	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
654	CASA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
655	OFICINA CLARO	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
656	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
657	PODER JUDICIAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
658	COLEGIO DE ABOGADOS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
659	UNSCH	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
660	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
661	PODER JUDICIAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
662	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
663	PARQUE MARISCAL CACERES	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
664	COLEGIO DE ABOGADOS	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
665	GUCCI PIZZA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
666	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1									

Figura 122. Encuestas OD de preferencias.

N°	Destino	¿Cuál es el motivo de viaje?					¿En qué modo realiza su viaje?										¿Por qué razón eligió usar este modo?			
		Trabajo	Estudio	Compras	Volver a Casa	Otros	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Mototaxi	Taxi	Colectivo	Combi	Auto Particular	Microbús	Taxi Moto	Otros	Costo	Tiempo de Viaje	Otros
696	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
697	OPTALMOLOGIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
698	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
699	INSTITUTO JUAN PABLO II	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
700	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
701	PARKQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
702	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
703	COLEGIO MARISCAL CACERES	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
704	CASA	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
705	COLEGIO MARISCAL CACERES	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
706	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
707	PUESTO DE SALUD DE SAN JUAN	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
708	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
709	ULADECH	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
710	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
711	PUESTO DE SAN SALUD DE NAZARENAS	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
712	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
713	DIRECCION REGIONAL AGRARIA	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
714	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
715	TRABAJO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
716	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
717	TALLER MECANICO	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
718	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
719	NAZARENAS, TRANSPORTE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
720	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
721	ENACE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
722	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
723	MERCADO MAGDALENA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
724	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
725	MERCADO MAGDALENA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
726	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
727	TRABAJO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
728	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
729	TRABAJO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
730	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
731	MERCADO CENTRAL	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
732	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
733	PARKQUE BELLIIDO	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
734	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
735	CAMPO (HUANTA)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
736	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
737	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
738	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
739	TRABAJO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
740	MERCADO NERY	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
741	TRABAJO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
742	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
743	TRABAJO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
744	MERCADO NERY GARCIA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
745	TRABAJO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
746	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
747	HOSPITAL NUEVO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
748	NERY GARCIA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
749	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
750	NERY GARCIA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
751	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
752	PARKQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
753	PARKQUE BELLIIDO	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
754	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
755	TRABAJO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
756	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
757	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
758	CENTRO (PARKQUE SUCRE)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
759	VISITA A LA TIA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
760	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
761	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
762	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
763	MERCADO NERY GARCIA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
764	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
765	MERCADO CENTRAL	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
766	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
767	ACADEMIA ALBA	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
768	CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
769	MERCADO NERY GARCIA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
770	CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
771	SENATI	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
772	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
773	MERCADO NERY GARCIA	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
774	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
775	MERCADO NERY GARCIA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
776	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
777	PUNTE NUEVO	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
778	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
779	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
780	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
781	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
782	SU CASA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
783	TERMINAL TERRESTRE WARI	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
784	SU CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
785	MERCADO NERY GARCIA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
786	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0											

Fuente: Elaboración propia.

Figura 123. Encuestas OD de preferencias.

N°	Destino	¿Cuál es el motivo de viaje?					¿En que modo realiza su viaje?										¿Por qué razón elegió usar este modo?			
		Trabajo	Estudio	Compras	Volver a Casa	Otros	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Mototaxi	Taxi	Colectivo	Combi	Auto Particular	Microbús	Taxi Moto	Otros	Costo	Tiempo de Viaje	Otros
813	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
814	CERRO ACUCHIMAY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
815	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
816	CERRO ACUCHIMAY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
817	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
818	UNIVERSIDAD ALAS PERUANA	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
819	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
820	PARKUE MARIA PARADO BEL	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
821	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
822	PLAZA DE ARMAS SUCRE	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
823	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
824	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
825	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
826	IGLESIA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
827	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
828	IGLESIA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
829	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
830	MERCADO NERY GARCIA	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
831	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
832	CEPRE - UNSCH	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
833	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
834	CEMENTERIO GENERAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
835	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
836	PLAZA SUCRE	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
837	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
838	NUOVO HOSPITAL	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
839	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
840	NUOVO HOSPITAL	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
841	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
842	MERCADO COVADONGA	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
843	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
844	MERCADO COVADONGA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
845	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
846	EX PENAL	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
847	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
848	MERCADO NERY GARCIA	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
849	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
850	EPASA CARMEN ALTO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
851	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
852	MERCADO COVADONGA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
853	SU CASA	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
854	IPD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
855	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
856	MERCADO NERY	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
857	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
858	PARKUE MAGDALENA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
859	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
860	UGEL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
861	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
862	UGEL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
863	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
864	CEPRE - UNSCH	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
865	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
866	NUOVO HOSPITAL REGIONAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
867	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
868	NUOVO HOSPITAL REGIONAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
869	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
870	FERIA DE SAN JUAN	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
871	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
872	ACADEMIA CENTRO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
873	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
874	MERCADO NERY GARCIA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
875	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
876	MERCADO NERY GARCIA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
877	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
878	UNIVERSIDAD LILADECH	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
879	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
880	ACADEMIA FALCONS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
881	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
882	GOBIERNO REGIONAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
883	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
884	IPD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
885	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
886	VRAEM LLOCHUEGA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
887	SU CASA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
888		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
889		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
890	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
891	PARKUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
892	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
893	PARKUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
894	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
895		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
896	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
897		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
898	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
899		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
900	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Figura 124. Encuestas OD de preferencias.

N°	Destino	¿Cuál es el motivo de viaje?					¿En que modo realiza su viaje?										¿Por qué razón elegió usar este modo?			
		Trabajo	Estudio	Compras	Volver a Casa	Otros	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Mototaxi	Taxi	Colectivo	Combi	Auto Particular	Microbús	Taxi Moto	Otros	Costo	Tiempo de Viaje	Otros
930	TERMINAL TERRESTRE WARI	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
931	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
932	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
933	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
934	MERCADO MAGDALENA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
935	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
936	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
937	HOGAR	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
938	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
939	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
940		1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
941	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
942		1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
943	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
944		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
945	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
946	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
947	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
948	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
949	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
950		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
951	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
952	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
953	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
954	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
955	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
956	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
957	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
958	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
959	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
960	TIENDAS DE COMPUTO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
961	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
962		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
963	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
964	MERCADO SANTA CLARA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
965	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
966	MERCADO SANTA CLARA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
967	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
968	ACADEMIA ALBA	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
969	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
970	MERCADO NERY GARCIA ZAR	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
971	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
972	COLEGIO LUIS CARRANZA	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
973	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
974	ELECTRONICA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
975	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
976	HOSPITAL REGIONAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
977	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
978	HOSPITAL REGIONAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
979	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
980		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
981	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
982	HOGAR MATERNO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
983	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
984	COLEGIO LOS LICENCIADOS	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
985	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
986	COLEGIO SAN RAMON	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
987	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
988		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
989	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
990	PARQUE MAGDALENA	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
991	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
992	COLEGIO SAN RAMON	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
993	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
994	MERCADO NERY GARCIA ZAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
995	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
996	MERCADO NERY GARCIA ZAR	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
997	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
998	MERCADO NERY GARCIA ZAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
999		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1000	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1001	MERCADO SANTA CLARA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1002	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1003	COLEGIO JAVIER PEREZ DE CL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1004	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1005	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1006	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1007	MERCADO LAS AMERICAS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1008		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1009	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1010	MERCADO JESUS DE NAZARET	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1011	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1012	DIRECCION REGIONAL DE SAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1013	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1014	DIRECCION REGIONAL DE SAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1015	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1016	COLEGIO PRIVADO LOBOSCH	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1017	POLLERIA RAFAELO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0					

Figura 125. Encuestas OD de preferencias.

N°	Destino	¿Cuál es el motivo de viaje?					¿En que modo realiza su viaje?										¿Por qué razón elegió usar este modo?			
		Trabajo	Estudio	Compras	Volver a Casa	Otros	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Mototaxi	Taxi	Colectivo	Combi	Auto Particular	Microbús	Taxi Moto	Otros	Costo	Tiempo de Viaje	Otros
1047	MERCADO JESUS NAZARENO	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1048	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1049	MIRADOR ACUCHIMAY	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1050	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1051	MERCADO JESUS NAZARENO	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1052	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1053	MIRADOR ACUCHIMAY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1054	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1055	MIRADOR ACUCHIMAY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1056	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1057	MIRADOR ACUCHIMAY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1058	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1059	PARQUE SUCRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1060	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1061	MIRADOR ACUCHIMAY	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1062	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1063	PARQUE SUCRE	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1064	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1065	MERCADO SANTA CLARA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1066	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1067	POLLERIA RETABLO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1068	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1069	MERCADO SANTA CLARA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1070	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1071	POLLERIA RETABLO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1072	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1073	COLEGIO MARISCAL CACERES	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1074	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1075	CENTRO PRE UNIVERSITARIO	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1076	ELECTROCENTRO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1077		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1078	TERMINAL WARI	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1079		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1080	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1081		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1082	CLINICA MARIA DEL PILAR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1083	OSVALO MAGDALENA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1084		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1085	RESIDENCIA UNIVERSITARIA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1086	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1087	MIRADOR ACUCHIMAY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1088	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1089	ARCO DEL TRIUNFO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1090	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1091	MIRADOR ACUCHIMAY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1092	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1093	COLEGIO MARISCAL	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1094	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1095	MERCADO JESUS NAZARENO	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1096	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1097	FERIA DE JESUS NAZARENAS	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1098	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1099	MERCADO SANTA CLARA	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1100	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1101	COLEGIO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1102	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1103	IPD	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1104	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1105	ARCO DEL TRIUNFO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1106	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1107	MERCADO NERY GARCIA ZAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1108	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1109	PARQUE SUCRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1110	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1111	PARQUE SUCRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1112	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1113	COLEGIO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1114	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1115	FARMACIO PINO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1116	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1117	ACADEMIA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1118	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1119	IPD	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1120	CEVICHERIA	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1121	HOGAR	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1122	MERCADO NERY GARCIA ZAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1123	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1124	FERIA SAN JUAN	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1125	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1126	MERCADO NERY GARCIA ZAR	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1127	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1128	MIRADOR ACUCHIMAY	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1129	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1130	UNSHC	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1131	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1132	ACADEMIA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1133	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
113																				

Figura 126. Encuestas OD de preferencias.

		¿Cuál es el motivo de viaje?					¿En que modo realiza su viaje?										¿Por qué razón elegió usar este modo?			
N°	Destino	Trabajo	Estudio	Compras	Volver a Casa	Otros	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Mototaxi	Taxi	Colectivo	Combi	Auto Particular	Microbús	Taxi Moto	Otros	Costo	Tiempo de Viaje	Otros
1164	PLAZA SANTA ANA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1165	TERMINAL SUR	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1166	SENATI	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1167	GRIFO PLAZA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1168	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1169	SKATE PARK	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1170	MIRADOR ACUCHIMAY	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1171	PARQUE SUCRE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1172	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1173	INSTITUCION EDUCATIVA "LA	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1174	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1175	QUINUA	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1176	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1177	HUGO LAN CENTER	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1178	LOCAL DE EVENTOS SANTA ANA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1179	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1180	FARMACIA INKAFARMA	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1181	PARQUE SUCRE	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1182	HOGAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1183	MERCADO NERY GARCIA ZAR	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1184	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1185	HOSPITAL-HUANTA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1186	HOGAR	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1187	HOGAR MATERNO-REGIONAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1188	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1189	MERCADO NERY GARCIA ZAR	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1190	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1191	CENTRO DE CULTO RELIGIOSO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1192	HOGAR	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		Trabajo	Estudio	Compras	Volver a Casa	Otros	Caminando	Bicicleta	Motocicleta	Mototaxi	Taxi	Colectivo	Combi	Auto Particular	Microbús	Taxi Moto	Otros	Costo	Tiempo de Viaje	Otros
		196	90	149	554	203	285	2	62	199	142	99	17	83	300	1	2	575	481	113

Fuente: Elaboración propia.

A.2 Aforo vehicular

Figura 127. Volúmenes vehiculares en la estación E1.

FORMATO RESUMEN DEL DIA CLASIFICACION VEHICULAR														
PUNTO DE AFORO		P1												
UBICACIÓN		PUENTE APURIMAC												
SENTIDO 1		S1		CONTROL		→		PUENTE EJERCITO						
SENTIDO 2		S2		PUENTE EJERCITO		→		CONTROL						
HORA	AUTO		CAMIONETA		MINIBAN		MICROBUS		CAMION		MOTOTAXI		MOTOCICLETA	
DIAGRA. VEH.														
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
6:00 - 6:15	19	11	6	5	1	0	11	15	3	4	4	2	23	16
6:15 - 6:30	26	13	7	4	4	2	16	12	2	3	7	1	24	17
6:30 - 6:45	84	76	16	10	8	4	20	70	8	2	8	6	52	38
6:45 - 7:00	76	60	18	14	10	6	56	20	6	6	10	6	64	46
7:00 - 7:15	94	40	20	14	10	12	60	22	4	14	10	8	70	50
7:15 - 7:30	92	72	18	12	8	6	46	26	10	2	6	6	62	44
7:30 - 7:45	96	40	20	16	10	6	66	20	4	4	12	8	74	54
7:45 - 8:00	89	40	24	8	6	8	62	22	2	0	12	4	74	52
8:00 - 8:15	96	60	20	14	12	6	38	42	0	6	10	8	68	48
8:15 - 8:30	86	40	18	12	10	8	26	50	4	2	16	6	64	46
8:30 - 8:45	21	33	9	7	5	3	27	12	4	2	5	3	33	24
8:45 - 9:00	36	15	9	6	4	4	25	12	2	4	7	4	31	22
9:00 - 9:15	32	21	9	6	5	3	22	16	5	1	5	3	32	23
9:15 - 9:30	35	13	8	6	4	2	12	22	2	1	5	3	29	21
9:30 - 9:45	33	20	9	7	5	3	21	17	3	3	8	5	33	23
9:45 - 10:00	29	23	9	6	4	3	25	12	2	2	5	3	32	23
10:00 - 10:15	23	30	12	5	5	3	27	11	2	1	7	3	32	23
10:15 - 10:30	22	30	9	7	4	1	29	8	4	5	5	4	31	23
10:30 - 10:45	59	36	11	8	6	3	30	15	3	3	6	5	39	29
10:45 - 11:00	80	36	14	9	6	5	33	21	5	2	8	11	47	33
11:00 - 11:15	63	36	12	12	6	3	30	17	3	3	6	5	39	29
11:15 - 11:30	57	54	14	9	6	5	35	18	9	2	8	5	45	32
11:30 - 11:45	84	35	9	8	6	3	26	20	3	6	6	8	39	29
11:45 - 12:00	89	41	11	6	6	3	18	24	5	2	12	5	36	26
12:00 - 12:15	92	26	9	6	5	3	15	21	3	2	6	3	32	23
12:15 - 12:30	89	57	12	9	6	3	23	26	3	8	8	5	41	29
12:30 - 12:45	35	18	8	5	4	2	13	17	2	1	4	3	26	19
12:45 - 13:00	48	13	8	6	4	5	17	17	2	3	5	7	29	21
13:00 - 13:15	35	12	8	6	4	2	7	26	4	1	8	3	28	20
13:15 - 13:30	36	17	9	7	5	3	26	12	2	2	5	3	32	23
13:30 - 13:45	22	23	8	6	4	4	25	7	2	1	6	3	28	19
13:45 - 14:00	28	13	7	5	4	2	5	24	7	6	4	6	25	18
14:00 - 14:15	36	28	8	5	4	2	11	46	2	2	4	3	27	19
14:15 - 14:30	28	20	8	6	4	2	6	28	4	1	5	6	29	20
14:30 - 14:45	24	24	8	6	4	2	18	16	2	4	5	3	29	20
14:45 - 15:00	20	31	9	4	4	3	21	16	3	1	7	3	31	22
15:00 - 15:15	26	28	9	7	5	3	8	31	2	2	5	6	33	24
15:15 - 15:30	28	22	9	6	4	3	12	24	2	1	5	3	31	22
15:30 - 15:45	84	36	14	11	8	5	20	38	3	5	8	12	48	35
15:45 - 16:00	81	59	11	8	6	3	14	33	5	2	6	5	39	29
16:00 - 16:15	81	44	15	8	8	5	33	26	3	5	8	6	51	36
16:15 - 16:30	66	62	15	11	8	8	32	29	11	2	11	3	51	38
16:30 - 16:45	30	20	9	6	4	3	9	27	2	2	5	3	31	22
16:45 - 17:00	28	21	8	3	4	3	10	25	2	1	5	3	30	21
17:00 - 17:15	30	14	8	5	4	2	7	31	3	1	4	6	27	19
17:15 - 17:30	28	18	8	6	4	2	9	31	2	5	6	3	28	20
17:30 - 17:45	25	27	9	6	4	3	31	6	2	1	5	3	31	23
17:45 - 18:00	24	22	8	5	4	2	16	17	6	2	5	3	28	20
18:00 - 18:15	18	27	8	6	4	2	24	8	2	1	8	3	27	19
18:15 - 18:30	20	28	8	6	4	4	20	15	2	3	5	1	29	21
18:30 - 18:45	28	18	8	6	4	2	5	28	7	1	5	2	28	20
18:45 - 19:00	26	19	8	6	4	2	8	34	2	3	9	3	27	19
19:00 - 19:15	23	15	8	11	4	2	27	24	1	2	4	3	23	17
19:15 - 19:30	21	19	10	12	4	2	19	10	6	3	3	4	25	18
19:30 - 19:45	24	15	8	8	4	2	17	22	3	1	4	3	24	17
19:45 - 20:00	24	21	11	13	4	2	15	13	2	3	5	5	28	19
20:00 - 20:15	21	24	12	13	4	3	20	10	3	3	9	3	28	20
20:15 - 20:30	19	19	19	8	4	2	20	14	1	2	4	3	24	17
20:30 - 20:45	23	15	8	11	4	2	16	14	3	4	4	6	23	17
20:45 - 21:00	21	19	23	6	5	2	17	12	2	3	3	3	25	18
21:00 - 21:15	19	19	10	11	4	4	19	14	4	2	5	8	23	17
21:15 - 21:30	23	17	20	7	3	2	27	18	3	3	3	3	25	18
21:30 - 21:45	18	25	19	12	4	2	17	14	2	3	4	8	27	19
21:45 - 22:00	19	16	18	9	3	2	14	17	4	2	4	2	22	15
TOTAL	2792	1846	735	509	329	214	1434	1365	221	180	407	286	2266	1624

Fuente: Elaboración propia.

Figura 128. Volúmenes vehiculares en la estación E2.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR														
ESTUDIO DE TRAFICO														
PUNTO DE AFORO		P2										FECHA		Agosto - 2022
UBICACION		VIA DE EVITAMIENTO										HORA		6:00-22:00
SENTIDO 1		S1	AEROPUERTO				→	OVALO VIA EVITAMIENTO						
SENTIDO 2		S2	OVALO VIA EVITAMIENTO				→	AEROPUERTO						
HORA	AUTO		CAMIONETA		MINIBAN		MICROBUS		CAMION		MOTOTAXI		MOTOCICLETA	
DIAGRA. VEH.														
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
6:00 - 6:15	8	3	1	1	1	3	0	0	1	1	1	1	7	5
6:15 - 6:30	13	6	2	2	2	1	2	1	2	4	2	7	12	10
6:30 - 6:45	24	10	2	9	4	2	2	2	12	2	10	2	22	16
6:45 - 7:00	24	12	4	4	8	8	2	4	2	8	4	2	22	14
7:00 - 7:15	28	12	6	4	2	2	2	2	4	4	8	2	24	18
7:15 - 7:30	34	16	4	9	4	9	2	4	6	4	4	12	30	20
7:30 - 7:45	36	16	8	4	2	2	4	2	4	8	4	4	32	22
7:45 - 8:00	26	12	4	4	2	10	2	0	4	4	4	2	24	16
8:00 - 8:15	40	18	6	6	8	4	4	2	10	6	8	4	36	24
8:15 - 8:30	36	16	4	4	4	13	2	2	8	4	4	12	32	20
8:30 - 8:45	15	6	1	4	8	1	2	1	4	6	5	1	13	9
8:45 - 9:00	18	8	2	2	2	1	1	2	2	5	2	2	17	11
9:00 - 9:15	16	7	2	2	2	6	1	1	2	2	2	1	14	9
9:15 - 9:30	17	7	2	2	2	1	1	1	4	2	2	6	15	10
9:30 - 9:45	18	8	7	4	2	1	1	2	2	2	4	2	16	16
9:45 - 10:00	17	7	2	2	5	5	2	1	2	5	2	1	15	10
10:00 - 10:15	18	8	2	6	2	5	1	1	2	2	4	6	17	11
10:15 - 10:30	17	7	9	8	2	6	1	1	2	2	2	1	15	10
10:30 - 10:45	26	11	3	3	6	2	3	3	6	3	3	2	23	15
10:45 - 11:00	29	14	5	11	3	2	2	2	2	6	5	3	26	17
11:00 - 11:15	27	12	3	3	8	9	2	3	2	2	6	11	24	15
11:15 - 11:30	27	12	3	3	3	9	3	2	2	8	3	3	24	21
11:30 - 11:45	33	15	9	8	5	3	2	3	9	3	3	5	20	30
11:45 - 12:00	26	17	8	3	3	3	3	2	3	3	3	6	18	27
12:00 - 12:15	39	26	6	3	5	9	3	3	3	12	5	6	27	41
12:15 - 12:30	32	21	9	11	3	3	2	2	3	3	3	5	23	33
12:30 - 12:45	25	17	7	2	3	3	2	2	5	3	8	4	17	26
12:45 - 13:00	24	16	7	6	3	5	1	1	2	2	3	4	17	26
13:00 - 13:15	18	12	5	2	2	2	2	1	2	2	2	7	12	18
13:15 - 13:30	12	8	4	1	1	1	1	1	4	1	1	2	9	12
13:30 - 13:45	17	11	5	3	6	2	1	2	1	4	2	3	11	17
13:45 - 14:00	17	11	5	1	2	5	2	1	1	1	8	3	11	17
14:00 - 14:15	13	9	4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	9	14
14:15 - 14:30	13	9	4	3	4	3	1	1	6	1	4	2	9	14
14:30 - 14:45	15	10	9	6	2	2	2	2	1	1	2	2	10	16
14:45 - 15:00	13	9	4	1	1	1	1	1	1	4	1	2	9	13
15:00 - 15:15	14	9	6	1	1	8	1	2	1	1	1	9	10	15
15:15 - 15:30	15	10	4	5	2	2	2	1	4	1	2	2	10	16
15:30 - 15:45	27	18	8	3	5	5	2	2	3	3	3	5	18	27
15:45 - 16:00	21	14	6	2	2	2	2	2	2	14	11	3	15	23
16:00 - 16:15	27	18	8	6	3	3	2	3	3	3	3	5	18	27
16:15 - 16:30	27	18	5	3	8	3	2	2	5	3	3	12	18	27
16:30 - 16:45	22	15	7	8	2	2	2	1	2	2	7	4	16	24
16:45 - 17:00	18	12	5	2	2	4	1	1	2	2	2	8	13	19
17:00 - 17:15	17	11	3	1	6	3	1	1	7	3	2	3	11	17
17:15 - 17:30	18	12	5	5	2	2	1	2	4	2	6	3	13	19
17:30 - 17:45	18	12	5	2	3	5	2	1	2	2	2	3	13	19
17:45 - 18:00	23	16	7	7	2	2	1	1	2	7	2	9	28	12
18:00 - 18:15	26	11	9	1	1	3	1	1	1	3	4	2	27	11
18:15 - 18:30	26	11	7	1	3	3	1	2	3	3	4	12	27	11
18:30 - 18:45	28	12	8	2	2	4	2	1	1	7	4	2	29	13
18:45 - 19:00	37	16	10	2	2	5	1	1	2	4	7	2	39	17
19:00 - 19:15	35	15	10	4	5	5	2	1	2	4	5	2	37	16
19:15 - 19:30	43	18	12	2	2	6	1	2	3	5	7	3	46	20
19:30 - 19:45	32	14	9	3	2	4	2	2	1	3	5	9	34	15
19:45 - 20:00	25	10	7	1	1	3	1	1	1	6	4	2	26	11
20:00 - 20:15	18	8	5	4	4	2	1	1	1	2	3	1	19	9
20:15 - 20:30	16	7	13	1	3	8	1	1	1	2	2	1	17	7
20:30 - 20:45	16	7	5	4	1	2	1	2	3	6	5	1	17	7
20:45 - 21:00	11	5	3	1	7	1	2	1	1	1	2	8	12	5
21:00 - 21:15	13	6	4	1	1	2	1	1	3	1	6	1	13	6
21:15 - 21:30	12	5	3	6	6	4	2	2	1	7	2	8	12	5
21:30 - 21:45	9	4	5	1	1	1	0	0	1	1	5	1	9	4
21:45 - 22:00	7	3	2	2	0	1	0	0	3	1	1	7	7	3
TOTAL	1412	736	349	229	202	240	104	100	192	230	245	269	1216	1028

Fuente: Elaboración propia.

Figura 129. Volúmenes vehiculares en la estación E3.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR														
ESTUDIO DE TRAFICO														
PUNTO DE AFORO		P3												
UBICACIÓN		AV. CUSCO CUADRA 6 (PARQUE ECOLOGICO)												
FECHA		Agosto - 2022												
HORA		6:00-22:00												
SENTIDO 1		S1		ENCI				→		JR. WARI				
SENTIDO 2		S2		JR. WARI				→		ENCI				
HORA	AUTO		CAMIONETA		MINIBAN		MICROBUS		CAMION		MOTOTAXI		MOTOCICLETA	
DIAGRA. VEH.														
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
6:00 - 6:15	14	16	14	11	6	5	10	14	3	5	12	10	15	7
6:15 - 6:30	17	18	15	12	7	6	13	18	4	8	12	11	19	8
6:30 - 6:45	28	34	30	22	12	10	20	28	16	10	24	20	30	14
6:45 - 7:00	34	36	38	26	14	16	24	30	8	12	26	22	36	16
7:00 - 7:15	40	38	32	24	18	12	28	32	8	6	26	34	42	20
7:15 - 7:30	34	34	30	22	14	10	26	30	14	10	24	22	36	16
7:30 - 7:45	38	38	32	24	14	22	28	32	12	6	26	30	40	18
7:45 - 8:00	52	42	36	28	16	14	38	36	8	16	30	22	54	24
8:00 - 8:15	44	40	34	34	14	12	32	34	16	20	26	32	46	20
8:15 - 8:30	42	44	32	24	14	12	30	32	8	10	26	34	44	30
8:30 - 8:45	22	20	17	15	7	12	16	18	8	5	14	17	23	10
8:45 - 9:00	19	19	16	17	11	6	14	16	4	3	13	11	20	9
9:00 - 9:15	22	20	17	12	7	6	16	21	10	7	16	17	23	10
9:15 - 9:30	20	19	16	17	7	6	15	16	4	5	13	11	21	14
9:30 - 9:45	23	20	17	12	8	10	17	17	4	3	14	11	24	10
9:45 - 10:00	20	19	16	16	7	6	14	16	9	6	13	15	20	9
10:00 - 10:15	20	19	19	12	7	6	14	17	9	6	16	11	21	10
10:15 - 10:30	19	19	16	16	7	6	14	16	4	3	13	17	20	9
10:30 - 10:45	24	26	23	26	11	8	18	21	6	8	27	17	26	12
10:45 - 11:00	29	29	24	18	11	17	21	23	11	15	27	24	30	26
11:00 - 11:15	24	27	23	17	11	8	18	27	15	5	18	17	26	12
11:15 - 11:30	29	29	15	27	11	9	20	23	9	9	21	27	29	14
11:30 - 11:45	24	26	23	17	11	8	18	21	6	5	18	26	15	21
11:45 - 12:00	14	35	29	17	9	9	14	23	5	8	17	17	14	20
12:00 - 12:15	12	32	20	24	8	15	14	23	17	5	23	23	12	18
12:15 - 12:30	15	38	20	18	9	9	15	24	17	5	17	18	15	23
12:30 - 12:45	10	24	13	18	6	6	10	16	3	6	11	12	10	15
12:45 - 13:00	10	26	13	13	6	7	11	17	9	5	16	17	11	16
13:00 - 13:15	10	25	10	13	6	7	11	17	3	3	11	18	11	16
13:15 - 13:30	12	27	14	16	6	7	13	18	3	3	16	12	12	18
13:30 - 13:45	10	25	13	12	6	11	10	16	11	3	11	17	10	16
13:45 - 14:00	9	23	13	12	6	6	10	16	3	7	18	12	10	14
14:00 - 14:15	10	24	19	12	6	6	10	16	6	3	11	12	10	15
14:15 - 14:30	10	26	13	16	6	7	11	17	3	7	16	17	11	13
14:30 - 14:45	10	26	13	13	6	7	11	17	8	3	11	12	11	16
14:45 - 15:00	11	27	19	13	6	11	12	17	3	6	18	16	12	17
15:00 - 15:15	12	28	14	19	6	10	13	18	7	3	15	12	12	19
15:15 - 15:30	11	27	10	13	6	7	12	17	3	3	11	17	12	17
15:30 - 15:45	18	41	21	20	9	11	18	27	14	8	17	18	18	27
15:45 - 16:00	15	36	20	18	9	9	15	24	5	5	26	18	15	21
16:00 - 16:15	18	42	21	20	9	11	20	27	8	12	17	27	20	29
16:15 - 16:30	18	44	21	20	9	15	20	27	5	6	23	18	20	29
16:30 - 16:45	11	26	14	17	6	7	12	17	7	5	11	12	12	17
16:45 - 17:00	11	26	13	13	6	8	11	17	3	3	11	18	11	17
17:00 - 17:15	9	23	13	12	6	6	10	16	6	7	17	12	10	14
17:15 - 17:30	11	27	14	13	6	10	12	17	3	3	11	16	12	18
17:30 - 17:45	10	25	13	13	6	7	11	17	3	5	11	12	11	16
17:45 - 18:00	7	26	12	18	5	7	11	14	6	4	15	12	8	16
18:00 - 18:15	9	30	13	13	6	9	15	16	3	7	11	13	10	21
18:15 - 18:30	9	29	13	16	6	7	14	15	3	4	11	18	9	20
18:30 - 18:45	7	24	12	12	5	6	10	14	5	4	18	12	7	15
18:45 - 19:00	8	26	18	13	9	7	12	14	3	8	11	12	8	17
19:00 - 19:15	6	23	12	12	5	6	10	13	6	3	18	18	6	13
19:15 - 19:30	9	30	13	13	6	7	14	16	7	6	11	13	10	21
19:30 - 19:45	8	27	16	13	9	7	12	15	3	4	11	12	8	18
19:45 - 20:00	6	24	12	18	11	6	10	14	9	6	18	12	7	15
20:00 - 20:15	7	26	12	13	5	9	12	14	3	4	11	14	8	17
20:15 - 20:30	7	24	14	12	5	6	10	14	3	4	15	12	7	15
20:30 - 20:45	5	22	12	12	8	6	9	13	5	7	10	11	6	12
20:45 - 21:00	7	25	16	18	5	8	11	14	6	4	11	17	7	16
21:00 - 21:15	7	25	12	12	7	6	10	14	3	7	14	12	7	15
21:15 - 21:30	7	25	18	13	5	7	11	14	8	4	11	16	8	16
21:30 - 21:45	8	27	13	17	7	9	12	15	3	10	11	17	8	17
21:45 - 22:00	6	24	12	12	5	6	10	14	10	3	10	12	7	14
TOTAL	1048	1772	1148	1061	518	555	963	1242	437	396	1038	1074	1093	1058

Fuente: Elaboración propia.

Figura 130. Volúmenes vehiculares en la estación E4.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR														
ESTUDIO DE TRAFICO														
PUNTO DE AFORO		P4												
UBICACIÓN		AV. ARENALES CUADRA 8												
FECHA		Agosto - 2022												
HORA		6:00-22:00												
SENTIDO 1		S1	AV. 09 DE DICIEMBRE				→		JR. WARI					
SENTIDO 2		S2	JR. WARI				→		AV. 09 DE DICIEMBRE					
HORA	AUTO		CAMIONETA		MINIBAN		MICROBUS		CAMION		MOTOTAXI		MOTOCICLETA	
DIAGRA. VEH.														
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
6:00 - 6:15	7	5	23	6	2	1	7	3	1	1	2	1	8	5
6:15 - 6:30	10	6	24	6	2	5	9	4	4	1	6	3	10	6
6:30 - 6:45	22	18	48	18	12	2	20	10	2	8	6	2	24	14
6:45 - 7:00	28	16	50	12	6	14	24	16	4	2	6	10	30	16
7:00 - 7:15	28	14	44	30	12	4	28	12	12	12	6	4	28	14
7:15 - 7:30	32	16	46	14	6	16	32	14	4	12	8	12	24	12
7:30 - 7:45	28	16	38	12	6	4	26	16	4	2	6	4	28	16
7:45 - 8:00	30	16	36	10	14	0	28	12	6	2	6	8	24	14
8:00 - 8:15	38	20	48	14	6	18	32	14	4	10	14	4	40	20
8:15 - 8:30	34	18	52	14	6	4	28	12	10	2	6	4	36	18
8:30 - 8:45	21	10	27	9	5	9	17	8	2	6	4	5	22	11
8:45 - 9:00	19	16	27	7	3	2	16	7	7	1	5	6	20	10
9:00 - 9:15	19	10	22	7	6	2	16	7	2	7	4	7	18	15
9:15 - 9:30	18	9	26	9	3	0	15	7	5	1	6	2	19	15
9:30 - 9:45	17	7	26	7	7	2	14	6	2	5	3	8	17	9
9:45 - 10:00	16	9	26	7	3	7	14	6	4	1	7	2	17	9
10:00 - 10:15	18	8	26	8	6	2	13	9	2	7	3	5	17	14
10:15 - 10:30	15	9	26	7	3	9	13	8	8	1	6	2	16	9
10:30 - 10:45	18	11	38	9	3	11	15	8	11	2	5	2	20	11
10:45 - 11:00	23	12	38	11	5	3	20	9	6	12	5	8	24	24
11:00 - 11:15	20	11	38	9	5	12	15	8	3	2	8	3	20	11
11:15 - 11:30	21	12	38	14	8	2	18	14	11	6	5	3	23	12
11:30 - 11:45	18	11	38	9	3	2	15	8	3	2	11	11	11	20
11:45 - 12:00	9	17	35	14	2	12	14	9	6	9	3	3	9	18
12:00 - 12:15	14	15	33	11	2	3	12	12	6	6	2	3	12	17
12:15 - 12:30	11	23	35	11	3	3	15	11	2	2	3	9	9	21
12:30 - 12:45	6	13	23	7	7	6	9	6	1	1	5	2	7	13
12:45 - 13:00	9	14	23	7	2	2	10	7	6	6	2	3	7	15
13:00 - 13:15	7	14	23	7	2	2	10	7	6	4	7	3	8	14
13:15 - 13:30	8	16	23	8	2	6	11	8	1	5	2	7	6	8
13:30 - 13:45	7	13	23	7	8	2	10	7	8	1	2	3	9	14
13:45 - 14:00	8	12	23	8	1	2	9	9	1	5	5	7	6	13
14:00 - 14:15	7	13	23	7	8	9	10	7	1	1	2	3	7	8
14:15 - 14:30	7	14	23	9	2	2	10	8	5	8	7	3	8	15
14:30 - 14:45	9	14	23	7	6	2	10	9	1	3	2	5	9	15
14:45 - 15:00	8	15	23	7	2	6	11	8	5	1	7	3	8	9
15:00 - 15:15	9	16	23	8	2	3	11	9	1	5	2	7	9	17
15:15 - 15:30	8	15	23	8	9	7	11	9	6	4	7	3	7	16
15:30 - 15:45	15	24	35	12	3	5	17	12	9	9	3	5	14	14
15:45 - 16:00	9	20	35	23	12	3	14	11	2	2	3	14	12	20
16:00 - 16:15	14	29	35	12	3	11	17	12	6	6	8	9	14	11
16:15 - 16:30	21	24	36	12	3	5	18	15	2	2	8	5	15	26
16:30 - 16:45	8	15	23	7	8	2	11	8	6	6	5	7	6	16
16:45 - 17:00	8	16	23	7	2	8	10	7	1	1	2	3	8	15
17:00 - 17:15	7	18	23	18	8	2	10	9	4	6	2	7	7	14
17:15 - 17:30	7	14	23	7	2	2	10	7	1	5	4	3	6	15
17:30 - 17:45	10	18	24	8	2	9	13	9	5	2	5	7	10	19
17:45 - 18:00	5	17	23	8	1	3	13	6	1	4	2	3	6	18
18:00 - 18:15	6	18	23	8	7	9	13	6	5	4	2	3	8	19
18:15 - 18:30	4	15	22	18	9	8	10	12	1	2	2	6	5	16
18:30 - 18:45	5	17	23	8	1	3	12	6	4	2	4	3	8	18
18:45 - 19:00	7	16	22	8	9	3	12	9	1	3	2	3	5	9
19:00 - 19:15	3	12	22	7	1	6	9	4	6	1	5	8	3	12
19:15 - 19:30	4	14	22	7	7	6	10	5	1	5	1	8	7	15
19:30 - 19:45	5	16	22	8	9	3	12	5	7	2	2	3	5	17
19:45 - 20:00	1	7	21	7	1	2	6	9	1	1	1	6	6	8
20:00 - 20:15	4	10	22	7	9	8	7	3	8	5	1	2	2	10
20:15 - 20:30	2	10	22	16	1	2	8	3	3	1	4	7	2	10
20:30 - 20:45	2	9	22	7	9	2	7	8	1	1	3	2	2	10
20:45 - 21:00	6	10	22	7	8	2	9	11	1	5	3	7	7	10
21:00 - 21:15	4	13	22	18	7	7	10	5	3	3	1	3	4	14
21:15 - 21:30	4	14	22	7	9	2	16	9	5	1	4	3	4	8
21:30 - 21:45	8	15	22	8	7	8	10	5	7	3	2	8	5	16
21:45 - 22:00	3	12	22	7	8	2	9	6	1	1	3	2	5	13
TOTAL	799	907	1817	637	336	321	891	546	265	249	278	317	793	891

Fuente: Elaboración propia.

Figura 131. Volúmenes vehiculares en la estación E5.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR														
ESTUDIO DE TRAFICO														
PUNTO DE AFORO		P5												
UBICACIÓN		AV. RAMON CASTILLA CUADRA 1												
SENTIDO 1		S1	PARADERO CARMEN ALTO				→		OVALO DE PUENTE NUEVO					
SENTIDO 2		S2	OVALO DE PUENTE NUEVO				→		PARADERO CARMEN ALTO					
HORA	AUTO		CAMIONETA		MINIBAN		MICROBUS		CAMION		MOTOTAXI		MOTOCICLETA	
DIAGRA. VEH.														
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
6:00 - 6:15	15	19	16	12	21	17	14	7	7	7	24	19	10	15
6:15 - 6:30	20	21	17	17	22	21	18	8	9	3	19	16	15	11
6:30 - 6:45	50	46	38	36	44	34	44	20	14	18	56	50	42	28
6:45 - 7:00	46	44	38	24	46	42	40	18	16	18	68	26	38	26
7:00 - 7:15	52	48	40	26	46	42	46	20	14	10	50	44	44	30
7:15 - 7:30	56	50	40	36	44	34	48	26	14	14	52	46	50	36
7:30 - 7:45	56	50	40	30	46	34	48	20	12	16	54	48	48	30
7:45 - 8:00	66	54	42	26	48	44	54	24	16	8	56	46	58	36
8:00- 8:15	54	48	40	38	46	34	46	20	14	12	28	22	44	30
8:15 - 8:30	74	58	44	36	48	40	60	26	16	8	58	56	66	38
8:30 - 8:45	30	25	20	12	23	17	25	11	4	3	26	23	25	19
8:45 - 9:00	33	27	21	19	23	18	27	12	8	5	27	24	28	16
9:00 - 9:15	28	24	20	12	23	22	23	10	7	9	26	23	23	15
9:15 - 9:30	24	23	19	16	22	17	21	14	6	5	27	24	20	14
9:30 - 9:45	27	24	20	12	23	22	23	10	9	4	26	23	22	15
9:45 - 10:00	31	26	20	17	23	21	26	11	5	4	13	10	27	17
10:00- 10:15	29	25	20	15	23	17	24	11	8	9	24	21	25	16
10:15 - 10:30	29	25	20	19	23	17	24	10	7	9	16	13	24	15
10:30 - 10:45	33	33	27	29	33	32	29	14	9	6	41	36	26	18
10:45 - 11:00	42	38	30	21	35	26	36	15	0	11	27	41	36	23
11:00- 11:15	35	33	29	18	33	33	30	14	11	14	29	24	29	20
11:15 - 11:30	41	36	30	26	35	26	35	15	12	8	27	23	33	23
11:30 - 11:45	36	35	29	18	33	32	30	14	20	11	24	20	11	39
11:45 - 12:00	45	48	23	24	30	27	24	17	9	3	36	38	23	35
12:00- 12:15	42	44	21	20	30	32	21	15	12	14	39	35	21	30
12:15 - 12:30	48	51	23	21	32	29	27	18	9	9	38	33	11	39
12:30 - 12:45	31	33	15	13	20	20	17	11	9	8	22	24	6	25
12:45- 13:00	33	36	15	17	21	22	19	13	6	7	24	21	13	28
13:00- 13:15	32	36	15	14	21	19	19	12	0	9	21	18	7	27
13:15 - 13:30	34	38	16	14	21	20	20	14	9	9	26	23	17	29
13:30 - 13:45	32	34	15	19	20	18	18	12	6	7	27	24	6	26
13:45 - 14:00	30	32	15	14	20	18	16	11	8	9	15	20	5	23
14:00 - 14:15	32	35	15	17	21	21	18	12	15	2	28	25	17	26
14:15 - 14:30	33	36	15	15	21	19	19	16	9	7	24	21	8	28
14:30 - 14:45	33	36	15	19	21	22	19	13	7	2	28	25	17	27
14:45 - 15:00	34	38	16	16	21	21	20	14	6	9	26	23	9	30
15:00 - 15:15	35	40	16	14	21	19	22	15	7	7	24	21	17	32
15:15 - 15:30	35	38	16	17	21	22	20	14	6	6	19	16	10	30
15:30 - 15:45	53	60	24	24	32	29	32	23	11	14	29	24	29	47
15:45 - 16:00	47	51	23	29	30	33	26	18	11	8	27	23	9	38
16:00- 16:15	53	60	24	21	32	29	33	23	11	3	24	20	15	48
16:15 - 16:30	54	62	24	27	32	29	33	20	11	11	27	23	17	50
16:30 - 16:45	34	38	16	13	21	20	20	14	6	9	17	14	9	30
16:45 - 17:00	34	38	16	19	21	19	20	13	13	2	19	16	16	29
17:00- 17:15	28	29	14	13	20	22	13	9	6	7	27	24	8	19
17:15 - 17:30	32	36	15	14	21	19	19	12	6	6	26	23	7	27
17:30 - 17:45	34	38	16	16	21	19	20	14	6	9	22	19	18	29
17:45 - 18:00	27	38	14	14	20	22	20	9	7	5	24	21	7	26
18:00- 18:15	26	35	14	18	20	19	19	8	9	7	26	23	19	26
18:15 - 18:30	28	40	14	13	20	19	22	10	6	6	28	25	17	32
18:30 - 18:45	27	37	14	16	20	22	19	9	0	8	24	21	9	28
18:45 - 19:00	30	38	14	19	20	19	20	9	6	6	17	14	9	29
19:00- 19:15	27	36	14	11	20	19	19	9	9	7	21	18	19	25
19:15 - 19:30	29	47	15	15	20	20	26	12	6	7	16	13	6	38
19:30 - 19:45	30	44	15	17	20	20	24	10	6	8	18	15	19	35
19:45 - 20:00	25	33	13	14	20	21	17	8	14	7	17	14	7	24
20:00- 20:15	28	40	14	14	20	19	21	10	6	2	16	13	7	31
20:15 - 20:30	28	40	14	17	20	19	22	10	6	6	18	15	17	35
20:30 - 20:45	27	38	14	12	20	21	20	9	14	9	19	16	9	30
20:45 - 21:00	29	42	15	15	20	20	23	10	6	9	18	15	15	34
21:00- 21:15	26	34	13	19	20	22	17	8	6	5	21	18	17	25
21:15 - 21:30	30	35	14	14	20	19	19	8	16	8	18	15	8	27
21:30 - 21:45	27	37	14	19	20	17	19	9	6	9	17	14	16	28
21:45 - 22:00	23	33	13	14	20	19	17	8	6	5	19	16	9	24
TOTAL	2272	2446	1321	1206	1674	1527	1630	859	566	503	1750	1517	1269	1779

Fuente: Elaboración propia.

Figura 132. Volúmenes vehiculares en la estación E6.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR															
ESTUDIO DE TRAFICO															
PUNTO DE AFORO		P6													
UBICACIÓN		AV. CARMEN ALTO CUADRA 3													
FECHA		Agosto - 2022													
HORA		6:00-22:00													
SENTIDO 1		S1	JR. LOS PASITOS				→		AV. SAN LORENZO						
SENTIDO 2		S2	AV. SAN LORENZO				→		JR. LOS PASITOS						
HORA	AUTO		CAMIONETA		MINIBAN		MICROBUS		CAMION		MOTOTAXI		MOTOCICLETA		
															
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1
6:00 - 6:15	13	6	9	1	7	3	10	5	9	14	3	7	8	6	
6:15 - 6:30	10	5	8	9	9	8	8	4	9	7	2	6	5	9	
6:30 - 6:45	24	10	18	2	14	6	18	16	18	16	18	6	12	12	
6:45 - 7:00	38	16	20	14	20	16	26	12	20	14	6	4	26	18	
7:00 - 7:15	38	18	20	4	16	8	26	12	20	18	6	12	28	18	
7:15 - 7:30	46	20	24	18	18	18	38	16	20	16	18	4	36	20	
7:30 - 7:45	42	20	22	16	20	8	30	18	20	24	10	16	34	28	
7:45 - 8:00	42	20	22	4	22	16	30	14	20	18	16	4	32	20	
8:00 - 8:15	56	24	26	18	18	14	40	18	22	24	10	14	48	26	
8:15 - 8:30	48	20	24	16	18	16	34	16	20	14	14	4	38	22	
8:30 - 8:45	25	11	12	2	9	0	18	8	10	14	8	7	20	16	
8:45 - 9:00	27	12	15	7	17	4	19	9	11	9	5	2	23	13	
9:00 - 9:15	28	12	13	8	9	4	20	9	11	7	9	8	23	13	
9:15 - 9:30	20	9	11	2	8	8	15	7	10	6	4	6	16	18	
9:30 - 9:45	22	10	17	2	8	7	16	7	10	7	8	2	17	10	
9:45 - 10:00	19	9	11	8	15	6	19	6	15	9	4	7	15	9	
10:00 - 10:15	20	9	18	9	8	4	15	9	10	3	9	8	16	16	
10:15 - 10:30	20	9	11	2	15	8	15	7	14	7	4	2	16	10	
10:30 - 10:45	26	12	27	12	12	5	18	9	24	12	12	14	29	12	
10:45 - 11:00	30	14	17	3	23	9	21	14	18	11	6	3	23	15	
11:00 - 11:15	26	12	15	2	26	5	20	17	24	11	14	11	18	27	
11:15 - 11:30	29	14	24	11	12	11	21	9	15	11	14	3	21	14	
11:30 - 11:45	24	12	15	2	23	5	18	8	26	14	12	8	14	23	
11:45 - 12:00	14	20	12	12	11	6	15	11	14	11	3	5	14	21	
12:00 - 12:15	12	18	12	3	9	12	14	15	14	12	14	5	23	18	
12:15 - 12:30	15	23	12	14	11	8	17	12	14	12	3	5	12	29	
12:30 - 12:45	10	15	8	2	17	7	10	7	9	7	8	5	5	16	
12:45 - 13:00	11	16	18	3	7	5	12	8	15	9	8	7	6	17	
13:00 - 13:15	11	16	8	9	7	8	12	14	12	7	9	3	13	17	
13:15 - 13:30	13	19	9	3	16	6	13	9	8	8	2	6	9	19	
13:30 - 13:45	10	16	8	3	7	5	16	8	11	6	8	3	5	16	
13:45 - 14:00	10	14	15	9	17	4	10	7	9	7	9	6	4	15	
14:00 - 14:15	10	15	8	8	7	8	11	9	9	9	2	3	0	16	
14:15 - 14:30	11	16	19	3	154	5	18	13	13	7	7	9	9	17	
14:30 - 14:45	11	16	8	9	7	6	12	8	9	9	2	3	14	17	
14:45 - 15:00	12	17	9	3	18	5	12	9	9	7	9	3	9	18	
15:00 - 15:15	12	18	9	9	7	5	13	9	13	8	2	7	14	19	
15:15 - 15:30	12	17	15	7	15	6	12	9	12	7	8	3	6	18	
15:30 - 15:45	18	27	14	5	27	8	24	14	24	12	3	12	0	29	
15:45 - 16:00	15	21	12	3	11	12	15	11	14	11	11	5	20	23	
16:00 - 16:15	18	29	14	14	26	8	20	14	27	12	3	12	11	29	
16:15 - 16:30	20	29	24	5	11	8	21	15	14	12	11	5	12	30	
16:30 - 16:45	11	17	9	8	17	8	12	9	9	7	9	8	8	18	
16:45 - 17:00	11	16	9	3	7	9	12	8	12	7	2	3	6	17	
17:00 - 17:15	9	13	8	7	16	4	14	7	9	8	9	9	4	14	
17:15 - 17:30	10	15	15	3	7	7	11	8	9	7	7	3	5	16	
17:30 - 17:45	11	17	9	9	14	5	12	9	11	7	2	7	13	18	
17:45 - 18:00	9	19	8	3	7	8	14	6	16	8	9	9	3	19	
18:00 - 18:15	10	23	8	4	14	8	17	8	9	8	7	9	5	24	
18:15 - 18:30	8	19	8	9	7	6	13	7	14	13	9	8	8	19	
18:30 - 18:45	8	18	16	7	11	7	17	6	9	8	8	3	2	19	
18:45 - 19:00	7	16	7	3	6	5	11	5	9	6	2	7	9	16	
19:00 - 19:15	6	14	7	2	10	8	10	5	12	14	9	3	8	15	
19:15 - 19:30	10	22	8	7	14	5	16	7	9	8	8	9	6	23	
19:30 - 19:45	8	18	19	3	7	5	13	6	11	13	9	3	11	19	
19:45 - 20:00	6	12	7	9	13	7	10	6	9	7	9	7	9	13	
20:00 - 20:15	8	17	8	3	6	8	12	7	13	8	2	3	9	18	
20:15 - 20:30	8	16	7	3	15	5	12	6	9	8	7	7	2	17	
20:30 - 20:45	5	11	7	8	6	8	8	4	14	12	8	2	8	12	
20:45 - 21:00	6	13	17	2	13	4	10	5	9	7	7	7	14	13	
21:00 - 21:15	7	15	7	9	6	6	11	9	12	8	7	3	9	16	
21:15 - 21:30	8	16	18	3	13	5	16	8	14	8	2	9	9	17	
21:30 - 21:45	8	18	8	8	18	8	13	6	13	16	9	3	8	19	
21:45 - 22:00	6	14	7	2	15	8	10	5	9	8	1	7	8	15	
TOTAL	1098	1025	850	411	974	465	1046	599	868	655	476	394	868	1136	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 133. Volúmenes vehiculares en la estación E7.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

PUNTO DE AFORDO	P7	FECHA	Agosto - 2022
UBICACIÓN	JR. SOL CUADRA 4	HORA	6:00-22:00
SENTIDO 1	S1	JR. AREQUIPA	→ JR. CUSCO

HORA	AUTO	CAMIONETA	MINIBAN	MICROBUS	CAMION	MOTOTAXI	MOTOCICLETA
DIAGRA. VEH.							
	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
6:00 - 6:15	3	2	1	18	1	0	6
6:15 - 6:30	8	8	3	4	5	0	12
6:30 - 6:45	6	4	2	36	2	0	12
6:45 - 7:00	16	16	6	8	10	0	24
7:00 - 7:15	12	4	12	30	6	0	12
7:15 - 7:30	14	4	2	12	2	0	16
7:30 - 7:45	16	16	10	14	8	0	26
7:45 - 8:00	18	6	4	30	2	0	18
8:00 - 8:15	18	6	10	14	10	0	18
8:15 - 8:30	22	18	8	20	10	0	22
8:30 - 8:45	12	4	2	10	4	0	13
8:45 - 9:00	14	9	2	12	2	0	14
9:00 - 9:15	13	4	4	11	5	0	14
9:15 - 9:30	10	3	5	9	4	0	11
9:30 - 9:45	15	7	4	13	2	0	16
9:45 - 10:00	12	4	5	11	5	0	18
10:00 - 10:15	10	9	3	9	2	0	10
10:15 - 10:30	10	3	6	18	3	0	10
10:30 - 10:45	12	11	6	11	2	0	12
10:45 - 11:00	17	12	3	15	3	0	17
11:00 - 11:15	14	5	2	11	6	0	14
11:15 - 11:30	15	12	9	14	5	0	15
11:30 - 11:45	15	14	3	14	3	0	17
11:45 - 12:00	12	5	2	11	2	0	14
12:00 - 12:15	12	12	2	20	8	0	12
12:15 - 12:30	14	12	3	12	2	0	14
12:30 - 12:45	8	9	4	7	1	0	15
12:45 - 13:00	9	3	2	8	5	0	9
13:00 - 13:15	8	8	1	14	1	0	9
13:15 - 13:30	8	3	5	7	4	0	21
13:30 - 13:45	8	9	4	10	4	0	8
13:45 - 14:00	7	2	4	6	2	0	7
14:00 - 14:15	9	8	2	12	5	0	10
14:15 - 14:30	10	3	5	8	4	0	10
14:30 - 14:45	9	9	6	14	8	0	10
14:45 - 15:00	10	3	2	9	4	0	11
15:00 - 15:15	11	7	6	12	4	0	12
15:15 - 15:30	11	3	4	10	7	0	11
15:30 - 15:45	17	12	3	15	6	0	18
15:45 - 16:00	14	5	6	12	2	0	15
16:00 - 16:15	17	14	3	15	3	0	18
16:15 - 16:30	23	6	9	24	6	0	18
16:30 - 16:45	11	8	6	10	2	0	24
16:45 - 17:00	10	3	2	9	3	0	11
17:00 - 17:15	9	7	4	7	6	0	9
17:15 - 17:30	11	4	2	10	5	0	12
17:30 - 17:45	14	8	6	17	2	0	11
17:45 - 18:00	12	9	2	10	4	0	12
18:00 - 18:15	11	4	2	18	2	0	12
18:15 - 18:30	10	3	5	16	4	0	11
18:30 - 18:45	12	9	2	10	6	0	25
18:45 - 19:00	9	7	6	8	5	0	9
19:00 - 19:15	8	3	4	15	1	0	9
19:15 - 19:30	11	4	4	10	2	0	12
19:30 - 19:45	8	9	6	7	3	0	9
19:45 - 20:00	6	2	5	16	7	0	7
20:00 - 20:15	7	7	1	18	1	0	12
20:15 - 20:30	8	8	6	6	4	0	8
20:30 - 20:45	9	1	6	17	1	0	4
20:45 - 21:00	6	2	5	5	3	0	10
21:00 - 21:15	7	9	5	16	1	0	7
21:15 - 21:30	9	8	6	6	6	0	7
21:30 - 21:45	7	2	8	18	4	0	11
21:45 - 22:00	8	7	4	9	7	0	8
TOTAL	722	438	282	828	259	0	829

Fuente: Elaboración propia.

Figura 134. Volúmenes vehiculares en la estación E8.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR														
ESTUDIO DE TRAFICO														
PUNTO DE AFORO		P8												
UBICACIÓN		AV. INDEPENDENCIA CUADRA 5												
FECHA		Agosto - 2022												
HORA		6:00-22:00												
SENTIDO 1		S1	CALLE LAS MAGNOLIAS				→		AV. UNIVERSITARIA					
SENTIDO 2		S2	AV. UNIVERSITARIA				→		CALLE LAS MAGNOLIAS					
HORA	AUTO		CAMIONETA		MINIBAN		MICROBUS		CAMION		MOTOTAXI		MOTOCICLETA	
DIAGRA. VEH.														
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
6:00 - 6:15	16	8	7	4	6	1	12	13	3	3	3	2	17	8
6:15 - 6:30	13	11	9	7	2	8	10	7	5	1	9	1	13	6
6:30 - 6:45	24	12	16	2	14	2	18	8	4	10	4	16	26	24
6:45 - 7:00	30	14	18	12	6	16	22	18	8	2	6	4	42	16
7:00 - 7:15	34	16	14	2	16	2	26	30	6	10	14	12	36	16
7:15 - 7:30	36	26	10	10	6	4	26	18	6	10	6	4	38	34
7:30 - 7:45	34	16	14	2	6	18	24	12	12	2	14	16	50	16
7:45 - 8:00	48	22	14	14	16	4	34	14	6	8	10	4	50	22
8:00 - 8:15	48	20	18	12	8	4	34	26	10	18	8	4	50	32
8:15 - 8:30	42	30	12	4	14	14	30	14	6	8	10	12	44	20
8:30 - 8:45	23	10	7	6	4	2	17	8	5	2	5	2	25	11
8:45 - 9:00	22	10	7	2	6	2	16	8	3	2	4	4	23	10
9:00 - 9:15	25	11	8	2	4	8	18	8	4	5	7	2	26	12
9:15 - 9:30	21	10	9	4	3	2	15	7	6	2	7	2	22	10
9:30 - 9:45	23	14	7	2	8	8	16	13	3	6	6	5	19	10
9:45 - 10:00	26	12	8	7	4	2	19	13	5	2	4	2	27	12
10:00 - 10:15	21	10	7	6	7	7	15	7	3	5	5	2	22	15
10:15 - 10:30	20	9	6	6	7	8	15	7	3	2	4	6	18	10
10:30 - 10:45	26	17	8	2	5	2	18	9	80	9	5	6	27	12
10:45 - 11:00	30	14	14	8	12	3	23	11	9	2	6	3	32	15
11:00 - 11:15	26	15	8	9	11	11	20	23	65	5	11	9	29	20
11:15 - 11:30	29	14	9	3	5	14	21	11	9	2	5	8	30	14
11:30 - 11:45	24	12	12	11	5	2	18	20	12	6	9	3	15	23
11:45 - 12:00	24	20	5	9	11	3	15	11	3	3	3	9	23	21
12:00 - 12:15	23	18	11	12	9	11	14	11	9	5	11	3	14	18
12:15 - 12:30	15	23	5	5	3	5	17	14	5	3	8	6	17	24
12:30 - 12:45	10	15	3	2	2	2	11	13	7	4	7	4	10	19
12:45 - 13:00	11	17	9	3	8	7	12	9	5	2	2	3	16	18
13:00 - 13:15	18	16	7	3	2	9	12	7	7	4	5	4	12	17
13:15 - 13:30	13	19	4	6	8	3	14	13	2	3	2	3	13	20
13:30 - 13:45	11	16	8	3	2	7	11	8	8	4	5	3	11	16
13:45 - 14:00	10	15	3	8	7	2	10	7	4	2	5	6	10	15
14:00 - 14:15	10	18	7	7	2	3	11	7	8	2	6	3	11	21
14:15 - 14:30	23	16	3	7	6	8	12	11	8	3	2	6	11	17
14:30 - 14:45	11	14	4	3	7	9	12	8	7	2	5	3	15	17
14:45 - 15:00	12	17	9	6	8	3	13	9	5	2	2	3	12	18
15:00 - 15:15	16	19	4	6	8	7	13	14	2	5	7	7	13	24
15:15 - 15:30	12	17	8	7	8	3	12	7	4	2	2	3	12	18
15:30 - 15:45	18	27	6	5	3	11	20	14	5	6	3	8	26	35
15:45 - 16:00	15	23	11	12	11	3	15	11	3	5	14	9	15	23
16:00 - 16:15	20	29	6	11	3	5	20	14	3	5	3	5	20	29
16:15 - 16:30	20	29	14	12	11	12	21	20	11	5	11	9	21	30
16:30 - 16:45	12	17	4	3	2	3	12	17	5	2	5	3	12	18
16:45 - 17:00	16	17	8	3	2	3	12	8	2	2	2	6	12	25
17:00 - 17:15	11	16	4	6	8	7	12	16	3	4	9	3	12	17
17:15 - 17:30	10	14	9	2	2	2	10	7	2	5	7	7	17	23
17:30 - 17:45	16	16	7	8	7	3	11	8	7	2	2	5	11	17
17:45 - 18:00	18	20	3	7	2	8	15	7	4	5	7	4	10	25
18:00 - 18:15	10	21	3	6	2	3	15	13	2	3	2	8	10	22
18:15 - 18:30	9	20	3	3	8	7	15	7	7	5	2	6	10	21
18:30 - 18:45	16	19	3	6	7	3	14	8	1	3	8	4	9	20
18:45 - 19:00	9	19	8	7	2	3	14	13	8	5	2	6	10	19
19:00 - 19:15	8	17	3	8	6	9	12	6	4	3	9	6	8	18
19:15 - 19:30	10	22	3	3	2	3	16	7	9	5	9	7	10	26
19:30 - 19:45	9	19	9	7	8	7	14	6	4	3	2	7	9	19
19:45 - 20:00	16	14	2	7	1	2	10	9	7	4	7	3	7	14
20:00 - 20:15	17	17	3	7	7	3	12	6	1	3	2	3	10	17
20:15 - 20:30	15	15	7	3	7	9	10	5	7	7	2	6	7	16
20:30 - 20:45	16	14	2	9	9	2	10	14	5	2	9	3	8	15
20:45 - 21:00	17	21	8	3	6	3	12	18	3	6	6	8	8	21
21:00 - 21:15	16	16	2	9	1	7	11	13	5	6	9	6	8	16
21:15 - 21:30	16	17	7	3	8	3	12	6	3	6	7	5	11	17
21:30 - 21:45	13	18	3	7	2	9	13	16	4	3	2	7	9	19
21:45 - 22:00	7	14	7	2	6	2	10	17	2	4	8	3	9	15
TOTAL	1220	1084	477	383	399	358	1004	740	474	277	383	342	1180	1188

Fuente: Elaboración propia.

Figura 135. Volúmenes vehiculares en la estación E9.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR														
ESTUDIO DE TRAFICO														
PUNTO DE AFORO		P9												
UBICACIÓN		AV. JAVIER PEREZ DE CUELLAR (CUADRA 1)												
FECHA		Agosto - 2022												
HORA		6:00-22:00												
SENTIDO 1		S1	TERRAPUERTO WARI				→		AV. INDEPENDENCIA					
SENTIDO 2		S2	AV. INDEPENDENCIA				→		TERRAPUERTO WARI					
HORA	AUTO		CAMIONETA		MINIBAN		MICROBUS		CAMION		MOTOTAXI		MOTOCICLETA	
DIAGRA. VEH.														
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
6:00 - 6:15	15	5	5	7	15	3	10	5	3	5	5	5	20	13
6:15 - 6:30	21	8	6	11	9	8	15	7	2	2	6	5	17	25
6:30 - 6:45	38	14	12	18	16	8	28	12	10	8	10	4	42	30
6:45 - 7:00	44	16	14	14	24	18	32	16	14	10	20	12	34	34
7:00 - 7:15	54	20	18	14	18	4	40	18	6	8	14	8	50	56
7:15 - 7:30	52	20	16	14	18	8	38	18	6	14	18	4	34	38
7:30 - 7:45	64	24	20	16	20	16	46	28	18	14	16	12	36	42
7:45 - 8:00	58	22	18	24	12	4	42	20	6	10	20	8	48	40
8:00 - 8:15	74	28	22	16	20	14	54	24	6	16	16	6	38	46
8:15 - 8:30	56	20	18	14	18	18	40	18	6	178	14	22	52	40
8:30 - 8:45	33	13	10	8	10	6	24	11	3	2	8	3	18	22
8:45 - 9:00	30	12	9	15	10	4	22	10	3	6	7	6	18	20
9:00 - 9:15	34	13	10	8	10	8	25	12	4	2	8	5	27	22
9:15 - 9:30	28	10	9	7	9	8	20	9	6	2	7	6	17	19
9:30 - 9:45	30	11	9	8	10	4	22	10	3	9	7	5	18	20
9:45 - 10:00	26	10	8	7	9	7	19	9	7	9	6	10	21	18
10:00 - 10:15	26	10	4	13	5	4	21	9	3	2	8	2	17	18
10:15 - 10:30	25	10	8	9	9	15	19	8	6	6	6	5	21	31
10:30 - 10:45	35	12	8	11	6	6	23	11	3	3	12	17	26	24
10:45 - 11:00	36	14	11	11	14	11	33	15	11	12	14	3	38	33
11:00 - 11:15	32	12	14	14	9	6	24	12	5	9	9	3	26	24
11:15 - 11:30	35	14	11	20	14	14	26	14	6	12	11	3	26	42
11:30 - 11:45	29	11	9	11	12	11	21	17	9	9	15	9	38	36
11:45 - 12:00	15	21	6	11	11	8	18	12	12	9	6	5	23	35
12:00 - 12:15	15	18	5	12	11	14	27	9	12	11	11	6	23	32
12:15 - 12:30	18	26	6	17	12	11	21	15	3	5	6	5	24	39
12:30 - 12:45	15	17	6	8	5	5	13	9	8	3	9	18	16	25
12:45 - 13:00	13	19	4	9	8	5	15	10	6	8	4	6	16	28
13:00 - 13:15	13	19	6	7	7	9	15	7	2	9	9	7	27	28
13:15 - 13:30	15	21	5	9	8	5	17	11	6	3	5	9	16	31
13:30 - 13:45	13	18	4	8	6	11	14	10	2	7	8	6	18	27
13:45 - 14:00	12	16	7	7	8	5	13	6	4	6	4	9	16	25
14:00 - 14:15	12	17	8	8	8	7	13	9	8	3	11	4	16	26
14:15 - 14:30	13	18	4	6	6	9	14	8	1	7	4	3	24	27
14:30 - 14:45	16	19	7	9	8	8	15	10	2	3	7	7	16	28
14:45 - 15:00	14	19	9	8	8	5	16	9	6	1	5	4	16	29
15:00 - 15:15	15	21	7	9	7	7	16	11	4	3	8	9	16	30
15:15 - 15:30	14	19	4	6	8	9	15	10	0	2	9	4	23	28
15:30 - 15:45	27	30	11	11	11	15	24	17	6	9	8	11	24	44
15:45 - 16:00	17	24	6	12	12	8	23	14	3	2	6	5	24	38
16:00 - 16:15	23	32	8	11	9	12	29	17	8	12	11	14	35	45
16:15 - 16:30	24	33	11	14	12	8	26	18	5	5	11	14	24	47
16:30 - 16:45	14	19	4	6	6	11	15	10	4	7	5	4	21	28
16:45 - 17:00	13	19	8	9	6	5	19	14	2	3	10	7	16	29
17:00 - 17:15	12	17	4	8	8	8	14	10	4	3	8	3	28	26
17:15 - 17:30	12	17	7	8	7	9	13	9	4	3	7	3	16	25
17:30 - 17:45	13	18	4	9	8	7	17	10	6	2	4	8	18	27
17:45 - 18:00	9	19	3	5	9	5	15	7	2	6	7	7	15	28
18:00 - 18:15	10	21	3	9	7	6	17	8	4	3	8	8	34	30
18:15 - 18:30	10	22	8	6	8	12	17	13	5	3	8	4	15	31
18:30 - 18:45	9	19	7	7	7	5	15	7	5	6	4	9	17	28
18:45 - 19:00	8	17	3	8	11	9	14	6	1	7	9	3	15	29
19:00 - 19:15	7	13	7	8	7	12	15	5	4	3	10	3	22	22
19:15 - 19:30	9	19	3	7	7	7	15	15	2	6	4	7	15	29
19:30 - 19:45	8	16	8	8	12	6	13	6	6	3	7	3	18	25
19:45 - 20:00	6	12	2	8	7	7	10	5	4	3	7	8	26	21
20:00 - 20:15	7	15	7	5	15	7	13	6	0	7	11	9	15	26
20:15 - 20:30	11	12	2	8	7	4	10	11	4	1	3	3	18	21
20:30 - 20:45	7	14	9	7	9	9	12	5	5	9	9	9	15	23
20:45 - 21:00	12	13	2	8	12	8	16	7	4	3	4	3	27	22
21:00 - 21:15	8	18	9	6	7	11	14	6	4	6	7	7	15	26
21:15 - 21:30	15	19	3	8	8	7	20	12	2	7	9	4	22	31
21:30 - 21:45	10	20	7	5	14	5	16	7	4	9	4	8	18	29
21:45 - 22:00	8	16	3	8	7	7	13	10	5	3	8	3	26	25
TOTAL	1397	1111	506	633	651	533	1311	714	325	559	552	432	1511	1886

Fuente: Elaboración propia.

Figura 136. Volúmenes vehiculares en la estación E10.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

PUNTO DE AFORO		P10		FECHA		Agosto - 2022	
UBICACIÓN		JR. LIBERTAD CUADRA 6		HORA		6:00-22:00	
SENTIDO 1	S1	JR. CALLAO	→	JR. LIMA			

HORA	AUTO	CAMIONETA	MINIBAN	MICROBUS	CAMION	MOTOTAXI	MOTOCICLETA
DIAGRA. VEH.							
	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
6:00 - 6:15	12	4	2	16	2	0	21
6:15 - 6:30	14	14	8	11	5	0	13
6:30 - 6:45	26	8	4	20	4	0	56
6:45 - 7:00	38	32	14	28	14	0	50
7:00 - 7:15	36	16	6	26	12	0	36
7:15 - 7:30	34	10	18	26	2	0	52
7:30 - 7:45	38	12	6	42	10	0	40
7:45 - 8:00	50	16	8	38	6	0	52
8:00 - 8:15	60	26	18	46	12	0	64
8:15 - 8:30	58	18	12	44	14	0	62
8:30 - 8:45	31	11	4	24	6	0	33
8:45 - 9:00	27	8	7	21	3	0	28
9:00 - 9:15	36	10	5	28	5	0	37
9:15 - 9:30	31	9	4	24	5	0	33
9:30 - 9:45	26	13	9	20	3	0	27
9:45 - 10:00	27	8	4	21	4	0	28
10:00 - 10:15	22	16	7	18	3	0	24
10:15 - 10:30	22	7	3	17	6	0	23
10:30 - 10:45	29	9	14	23	3	0	30
10:45 - 11:00	30	21	5	32	5	0	32
11:00 - 11:15	29	9	11	23	8	0	30
11:15 - 11:30	29	20	5	23	5	0	41
11:30 - 11:45	21	6	12	24	11	0	21
11:45 - 12:00	24	26	11	18	3	0	24
12:00 - 12:15	20	6	3	15	8	0	20
12:15 - 12:30	29	38	11	23	3	0	30
12:30 - 12:45	19	6	3	15	2	0	20
12:45 - 13:00	22	16	3	17	3	0	23
13:00 - 13:15	22	7	9	17	7	0	23
13:15 - 13:30	28	8	4	14	3	0	29
13:30 - 13:45	21	7	8	17	3	0	23
13:45 - 14:00	20	6	3	16	5	0	27
14:00 - 14:15	18	5	7	14	2	0	19
14:15 - 14:30	19	11	9	15	7	0	20
14:30 - 14:45	21	6	7	16	3	0	22
14:45 - 15:00	21	14	3	16	5	0	22
15:00 - 15:15	21	6	9	18	3	0	25
15:15 - 15:30	19	6	6	15	6	0	20
15:30 - 15:45	30	24	5	24	5	0	42
15:45 - 16:00	26	26	11	20	11	0	27
16:00 - 16:15	33	11	5	23	5	0	35
16:15 - 16:30	35	23	14	27	9	0	38
16:30 - 16:45	19	6	7	15	2	0	20
16:45 - 17:00	19	14	3	14	2	0	19
17:00 - 17:15	22	7	7	17	3	0	28
17:15 - 17:30	18	6	3	14	7	0	19
17:30 - 17:45	19	18	7	16	6	0	19
17:45 - 18:00	15	14	2	11	2	0	24
18:00 - 18:15	23	14	9	18	5	0	24
18:15 - 18:30	19	18	3	14	5	0	19
18:30 - 18:45	16	16	7	14	2	0	26
18:45 - 19:00	16	17	6	12	7	0	17
19:00 - 19:15	17	14	8	16	2	0	18
19:15 - 19:30	18	16	9	14	5	0	24
19:30 - 19:45	15	13	8	12	4	0	16
19:45 - 20:00	13	16	2	10	2	0	13
20:00 - 20:15	19	10	9	14	7	0	19
20:15 - 20:30	14	16	8	11	2	0	15
20:30 - 20:45	17	13	8	13	5	0	26
20:45 - 21:00	13	17	2	17	2	0	13
21:00 - 21:15	18	13	7	14	5	0	25
21:15 - 21:30	20	24	0	16	6	0	21
21:30 - 21:45	22	16	9	24	3	0	23
21:45 - 22:00	15	18	7	12	8	0	26
TOTAL	1561	871	448	1237	333	0	1776

Fuente: Elaboración propia.

Figura 137. Volúmenes vehiculares en la estación E11.

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

PUNTO DE AFORO		P11				FECHA		Agosto - 2022	
UBICACIÓN		VIA LIBERTADORES				HORA		6:00-22:00	

SENTIDO 1		S1	JR. 7 DE ABRIL		→		AV. 26 DE ENERO	
SENTIDO 2		S2	AV. 26 DE ENERO		→		JR. 7 DE ABRIL	

HORA	AUTO		CAMIONETA		MINIBAN		MICROBUS		CAMION		MOTOTAXI		MOTOCICLETA	
DIAGRA. VEH.														
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
6:00 - 6:15	16	25	17	19	3	6	7	5	3	6	9	7	16	24
6:15 - 6:30	18	8	16	15	9	2	8	8	6	7	9	7	19	27
6:30 - 6:45	42	20	32	34	6	12	20	14	12	16	14	18	44	48
6:45 - 7:00	38	52	28	54	6	16	20	28	6	2	14	18	40	38
7:00 - 7:15	48	20	20	48	14	4	24	16	12	14	18	14	50	48
7:15 - 7:30	58	26	30	48	8	4	32	20	10	4	18	4	60	52
7:30 - 7:45	54	42	22	48	8	4	30	18	6	12	18	14	56	48
7:45 - 8:00	60	26	36	50	14	10	34	20	12	16	14	16	64	28
8:00 - 8:15	48	48	20	56	8	4	24	16	6	16	14	4	50	54
8:15 - 8:30	50	22	32	38	18	14	26	24	10	4	18	18	52	22
8:30 - 8:45	28	12	11	17	4	8	15	8	3	6	7	9	29	28
8:45 - 9:00	19	9	18	10	7	2	9	6	7	6	7	7	20	16
9:00 - 9:15	22	23	10	15	3	8	11	14	5	2	10	8	23	10
9:15 - 9:30	23	10	17	18	8	2	12	9	7	8	7	9	24	11
9:30 - 9:45	27	23	10	16	3	2	11	8	4	6	9	9	24	12
9:45 - 10:00	23	36	21	27	8	9	12	15	7	6	7	2	24	19
10:00 - 10:15	22	26	18	15	7	2	11	7	4	2	4	8	23	17
10:15 - 10:30	31	17	10	18	3	7	11	7	3	2	7	12	23	13
10:30 - 10:45	27	12	12	23	5	3	12	3	8	12	14	11	29	21
10:45 - 11:00	32	29	14	29	14	14	15	20	5	3	14	3	33	26
11:00 - 11:15	27	12	26	38	5	3	12	18	11	9	12	21	29	24
11:15 - 11:30	42	23	27	45	12	11	15	11	11	2	14	12	32	26
11:30 - 11:45	26	12	12	24	11	3	11	9	8	12	26	3	17	42
11:45 - 12:00	15	21	27	42	3	11	8	11	11	3	11	12	15	32
12:00 - 12:15	14	18	38	39	11	14	6	18	8	9	3	14	14	39
12:15 - 12:30	17	24	29	54	3	5	11	12	8	12	11	12	17	29
12:30 - 12:45	10	15	6	28	2	9	7	8	7	2	18	3	11	16
12:45 - 13:00	12	17	7	19	8	3	8	9	2	6	7	7	12	21
13:00 - 13:15	11	17	7	30	6	8	7	16	5	8	9	9	12	18
13:15 - 13:30	13	19	26	25	2	7	9	10	2	3	7	3	14	27
13:30 - 13:45	11	16	6	18	6	3	7	8	7	7	18	7	11	17
13:45 - 14:00	10	15	6	19	2	2	6	7	2	8	8	3	10	16
14:00 - 14:15	10	16	6	25	6	8	7	8	5	2	15	15	11	28
14:15 - 14:30	11	17	7	26	2	3	8	9	2	6	9	3	12	18
14:30 - 14:45	11	17	16	19	8	9	7	12	4	2	9	3	12	23
14:45 - 15:00	12	18	7	17	2	3	9	9	6	7	8	7	13	19
15:00 - 15:15	13	19	26	28	2	7	10	10	2	6	14	3	14	24
15:15 - 15:30	17	18	16	26	8	3	8	9	5	3	7	3	13	19
15:30 - 15:45	20	38	38	30	9	5	14	15	11	9	14	12	20	38
15:45 - 16:00	15	23	9	29	9	11	9	12	3	3	17	5	17	44
16:00 - 16:15	20	29	27	54	3	5	15	15	8	12	11	23	21	30
16:15 - 16:30	21	30	41	42	12	14	15	15	8	12	18	5	21	32
16:30 - 16:45	12	27	7	19	2	3	8	9	2	3	9	9	13	24
16:45 - 17:00	16	17	24	27	8	9	8	9	7	8	2	7	12	18
17:00 - 17:15	10	31	26	28	7	7	9	7	4	6	2	12	10	26
17:15 - 17:30	10	16	25	29	2	3	7	13	5	6	7	9	11	16
17:30 - 17:45	12	19	30	21	6	3	7	9	2	7	2	12	13	27
17:45 - 18:00	11	32	6	24	2	7	8	6	5	3	2	7	17	19
18:00 - 18:15	10	22	18	11	8	3	11	7	2	8	2	4	10	26
18:15 - 18:30	10	21	6	15	2	7	10	7	5	3	12	4	10	22
18:30 - 18:45	8	17	17	17	6	3	7	13	5	6	2	11	16	25
18:45 - 19:00	14	30	6	14	7	9	8	12	7	6	6	7	17	18
19:00 - 19:15	6	14	15	18	1	2	5	13	6	8	12	3	13	15
19:15 - 19:30	9	20	17	16	2	8	10	16	2	7	9	7	10	2
19:30 - 19:45	7	15	5	24	6	3	6	16	5	3	2	7	14	16
19:45 - 20:00	14	12	16	21	5	7	4	13	4	6	9	2	14	27
20:00 - 20:15	7	25	15	18	8	3	8	5	5	3	9	11	15	17
20:15 - 20:30	4	9	14	26	7	2	1	13	7	8	1	7	13	28
20:30 - 20:45	13	10	17	27	6	9	9	13	5	6	9	10	18	10
20:45 - 21:00	6	12	14	26	8	2	4	17	7	6	12	2	16	24
21:00 - 21:15	7	28	21	28	7	8	9	17	5	3	7	8	17	17
21:15 - 21:30	16	17	19	25	8	3	8	6	5	6	9	3	13	18
21:30 - 21:45	8	29	16	25	2	7	9	13	7	3	9	3	17	26
21:45 - 22:00	13	15	15	29	6	9	6	5	7	8	7	12	16	16
TOTAL	1267	1358	1153	1763	404	397	715	756	381	416	639	540	1356	1581

Fuente: Elaboración propia.

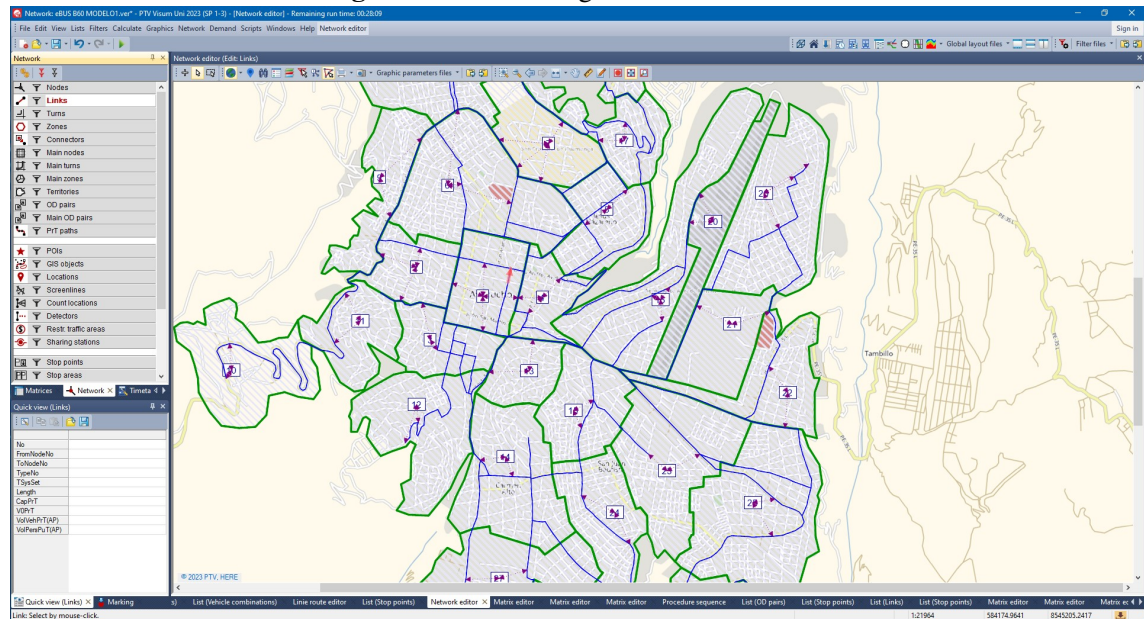
A.3 Aforo de pasajeros

Figura 138. Resumen conteo de pasajeros.

FORMATO RESUMEN - CONTEO PASAJEROS																							
ESTUDIO DE TRAFICO																							
PUNTO DE AFORO		P1,P2,P3,P4,P5,P6,P7,P8,P9,P10 y P11																		FECHA		Agosto - 2022	
UBICACION		CIUDAD DE AYACUCHO																		HORA		6:00-22:00	
SENTIDO 1		S1																					
SENTIDO 2		S2																					
HORA	PUNTO	PUNTO		PUNTO		PUNTO		PUNTO		PUNTO		PUNTO		PUNTO		PUNTO		PUNTO		PUNTO			
UBIC. SENT.	P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7		P8		P9		P10		P11		
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S1	S2		
6:00 - 6:15	331	139	28	15	220	104	102	40	264	121	178	79	118	205	89	191	84	247	171	74			
6:15 - 6:30	542	237	121	52	412	186	178	78	496	213	205	84	119	347	157	428	188	516	298	134			
6:30 - 6:45	734	305	129	59	378	174	214	90	772	334	181	74	276	435	190	363	157	284	395	172			
6:45 - 7:00	1089	468	224	97	56	214	457	194	905	397	399	172	478	871	381	659	287	564	618	264			
7:00 - 7:15	1129	478	118	51	602	275	444	188	1094	471	472	204	541	876	376	758	325	738	557	238			
7:15 - 7:30	876	381	116	51	425	194	421	180	914	475	477	207	337	848	368	638	274	739	341	274			
7:30 - 7:45	1156	494	140	61	617	254	423	179	945	408	495	211	379	796	346	846	367	803	568	246			
7:45 - 8:00	1325	562	186	82	762	298	409	173	1184	504	576	248	634	1398	597	867	375	1141	768	327			
8:00 - 8:15	904	384	126	58	533	234	447	189	755	321	501	216	437	859	368	708	304	784	438	187			
8:15 - 8:30	842	364	72	35	421	198	356	151	988	427	364	154	431	703	305	438	186	586	446	192			
8:30 - 8:45	921	395	118	54	635	264	524	227	973	415	607	259	417	1163	498	835	354	1406	738	314			
8:45 - 9:00	994	426	56	27	645	278	514	222	1013	439	598	254	629	998	428	748	325	951	457	199			
9:00 - 9:15	652	284	127	59	422	194	362	155	699	299	427	179	374	754	325	628	269	834	405	175			
9:15 - 9:30	785	336	59	27	457	198	405	171	687	295	354	158	415	682	298	567	243	785	486	214			
9:30 - 9:45	798	340	204	85	465	187	367	155	705	307	367	157	462	768	324	539	234	596	445	198			
9:45 - 10:00	659	286	174	73	421	184	349	149	684	298	285	120	304	637	275	475	206	703	399	169			
10:00 - 10:15	620	267	79	33	335	143	254	110	574	248	271	124	254	521	228	406	175	512	318	138			
10:15 - 10:30	809	349	134	58	441	195	334	145	768	331	356	155	369	679	296	518	228	604	416	179			
10:30 - 10:45	783	332	68	37	429	184	331	139	733	314	352	152	289	658	284	514	225	714	408	175			
10:45 - 11:00	803	342	82	38	441	196	198	287	751	327	374	159	284	675	295	541	238	769	418	184			
11:00 - 11:15	802	356	189	77	436	195	195	288	764	328	364	154	314	674	297	532	230	698	416	182			
11:15 - 11:30	952	421	114	52	528	224	234	347	914	398	425	184	475	809	348	609	267	635	497	214			
11:30 - 11:45	725	314	142	66	391	164	175	264	704	302	309	132	435	608	257	438	187	334	363	158			
11:45 - 12:00	408	607	52	94	218	331	170	172	385	581	178	264	348	336	506	257	384	481	205	311			
12:00 - 12:15	387	579	124	206	217	324	163	241	364	549	174	265	287	324	493	258	385	534	204	304			
12:15 - 12:30	495	749	28	53	285	401	208	316	469	704	214	324	445	415	624	315	468	552	257	380			
12:30 - 12:45	516	772	87	137	293	429	216	327	484	729	233	342	395	439	658	338	504	714	264	402			
12:45 - 13:00	338	495	95	129	193	274	137	204	304	458	154	233	169	282	418	226	348	615	176	264			
13:00 - 13:15	387	573	56	65	220	312	158	241	357	533	173	261	248	321	485	256	386	610	198	296			
13:15 - 13:30	493	725	37	45	284	401	203	307	452	677	221	334	275	415	619	337	502	867	254	381			
13:30 - 13:45	484	713	64	102	265	395	197	294	439	654	229	331	255	402	608	324	492	874	249	372			
13:45 - 14:00	419	614	9	12	234	346	172	257	387	571	195	284	243	345	526	284	419	715	219	324			
14:00 - 14:15	514	776	57	87	284	421	213	317	476	716	237	351	318	435	650	349	518	859	269	402			
14:15 - 14:30	599	886	52	89	337	495	244	374	544	823	284	425	264	506	762	415	619	1184	313	468			
14:30 - 14:45	569	862	33	59	312	481	240	354	534	809	264	388	398	483	729	378	571	875	298	445			
14:45 - 15:00	452	682	71	117	251	382	193	280	441	657	207	308	381	389	576	295	442	574	240	356			
15:00 - 15:15	362	542	52	81	208	309	153	233	348	521	164	247	284	308	462	238	356	506	191	283			
15:15 - 15:30	371	552	91	146	209	308	158	247	358	537	168	246	359	315	471	234	347	375	196	287			
15:30 - 15:45	566	861	137	216	317	471	249	371	572	854	245	362	685	487	728	342	516	326	297	435			
15:45 - 16:00	449	658	56	82	246	368	187	284	433	637	196	285	405	374	554	278	417	478	227	337			
16:00 - 16:15	485	728	48	75	276	402	206	314	467	694	213	314	441	412	618	308	469	536	252	375			
16:15 - 16:30	467	687	82	127	258	395	196	299	444	665	208	306	405	387	583	296	443	542	241	356			
16:30 - 16:45	508	758	233	358	284	415	213	324	485	719	224	334	406	428	639	325	493	667	245	396			
16:45 - 17:00	608	906	134	198	336	498	256	387	574	865	267	399	528	507	764	386	578	715	315	468			
17:00 - 17:15	468	706	39	71	279	421	241	365	361	541	201	307	347	423	638	368	545	909	230	342			
17:15 - 17:30	397	587	118	185	247	342	164	247	378	559	207	312	298	317	475	275	413	728	218	321			
17:30 - 17:45	467	678	108	155	251	362	260	395	432	647	226	334	325	386	572	298	439	642	240	358			
17:45 - 18:00	326	745	99	224	136	305	154	366	272	629	148	338	395	294	679	185	435	487	158	356			
18:00 - 18:15	256	576	92	222	184	417	139	327	198	452	152	361	248	263	608	178	408	776	180	418			
18:15 - 18:30	339	793	28	61	186	415	131	306	348	811	169	389	408	318	735	214	487	608	190	439			
18:30 - 18:45	185	428	94	224	79	187	91	214	154	351	79	176	209	145	347	102	224	264	92	208			
18:45 - 19:00	211	486	55	136	120	264	94	211	176	418	82	184	174	167	194	121	274	324	101	238			
19:00 - 19:15	258	591	75	168	135	289	102	345	224	524	117	257	216	215	495	135	315	506	109	254			
19:15 - 19:30	184	435	81	201	115	264	67	157	218	507	79	189	194	147	358	124	285	378	103	236			
19:30 - 19:45	207	476	43	95	126	287	86	205	211	501	85	196	85	145	326	114	256	390	105	237			
19:45 - 20:00	209	482	58	117	106	234	37	83	117	276	48	107	57	106	248	89	208	288	58	135			
20:00 - 20:15	173	416	64	90	81	208	47	107	152	374	59	134	67	102	246	78	176	416	77	176			
20:15 - 20:30	332	742	31	46	189	431	96	221	314	746	171	397	215	207	279	176	405	469	69	161			
20:30 - 20:45	326	780	19	34	168	382	84	194	362	847	94	207	14	175	401	208	478	695	83	194			
20:45 - 21:00	274	624	38	69	125	285	65	154	259	623	65	141	38	119	278	118	265	348	74	167			
21:00 - 21:15	143	332	16	22	87	189	60	132	311	312	67	156	138	1123	286	98	224	298	76	175			
21:15 - 21:30	185	435	7	11	109	251	78	188	177	401	88	208	154	156	371	128	294	426	101	228			
21:30 - 21:45	136	317	6	18	78	174	53	125	113	264	69	157	65	117	268	106	235	508	75	167			
21:45																							

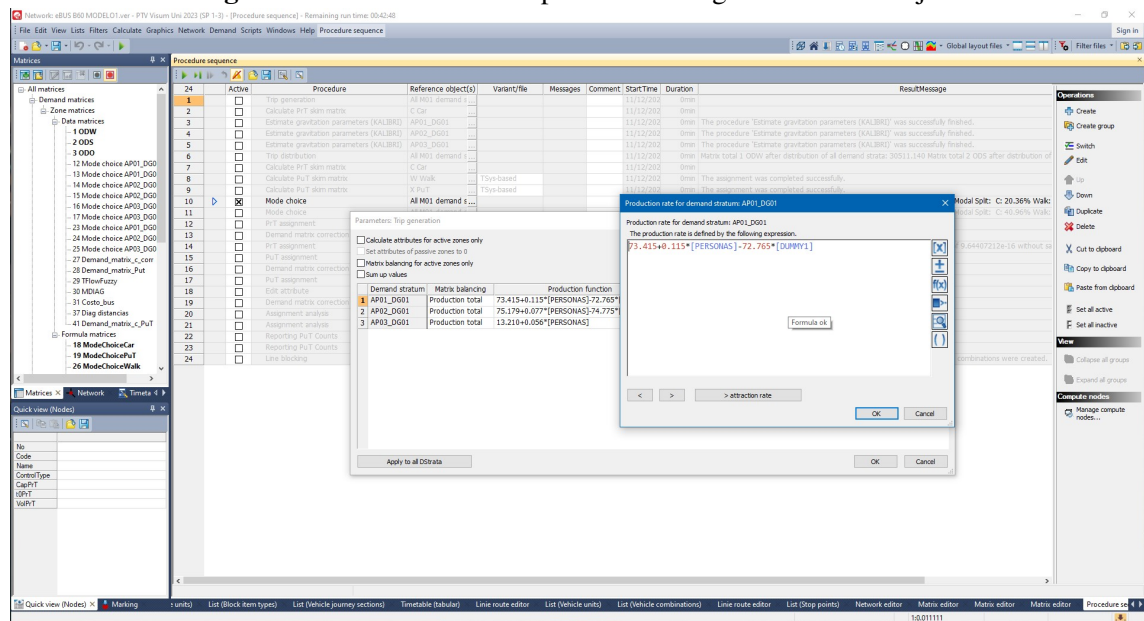
A.4 Procesamiento

Figura 139. Entorno gráfico PTV VISUM.



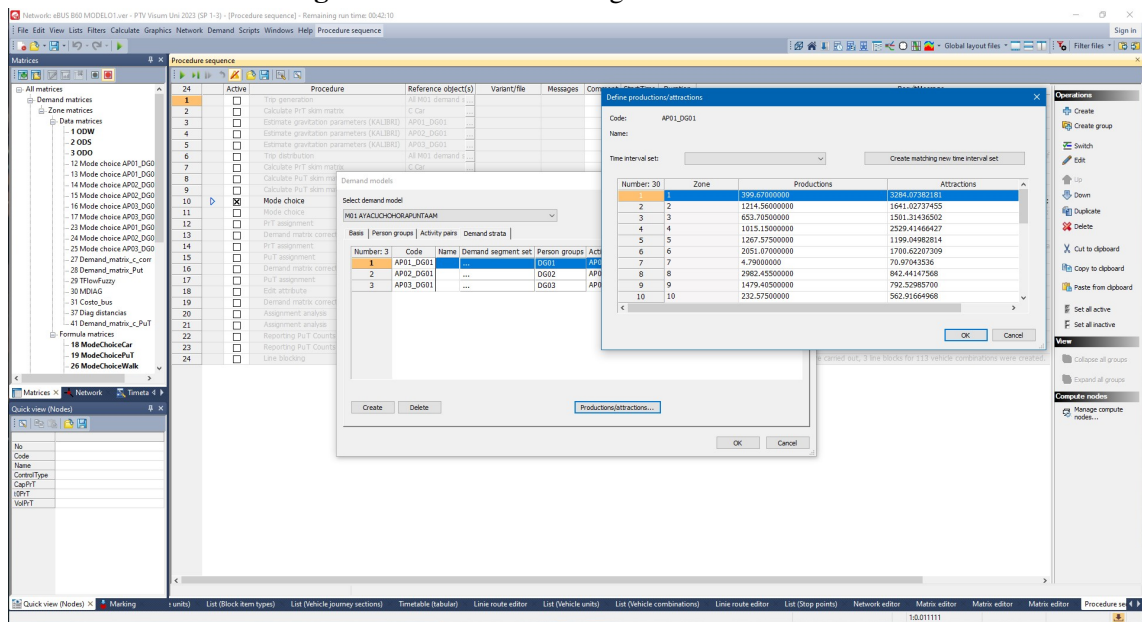
Fuente: Elaboración propia.

Figura 140. Introducción de parámetros en generación de viajes.



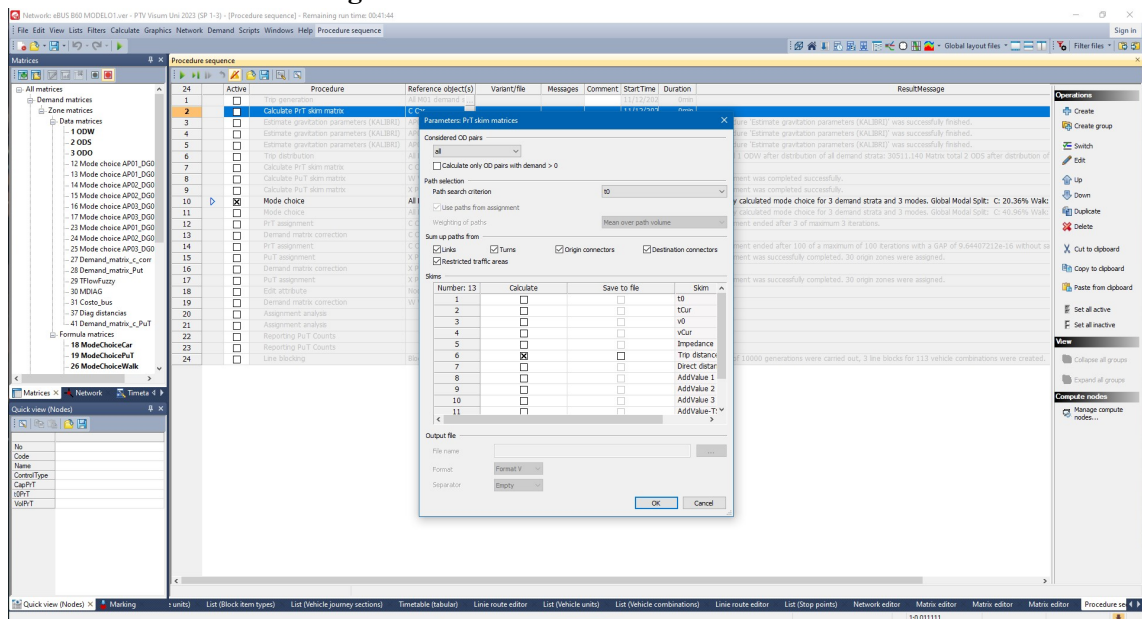
Fuente: Elaboración propia.

Figura 141. Resultados de generación obtenidas.



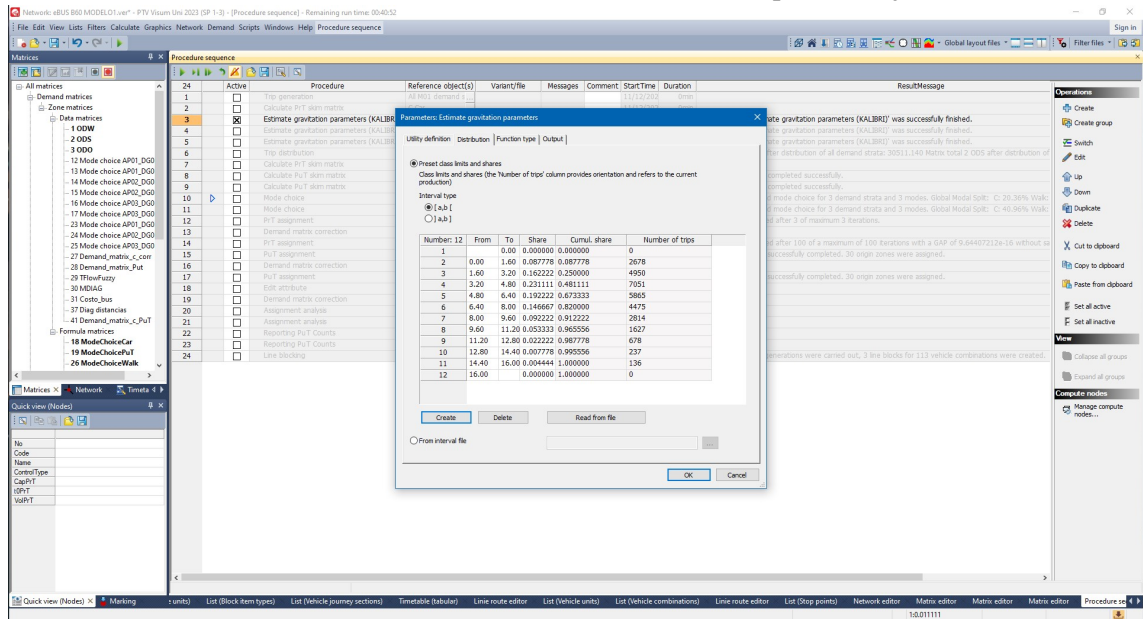
Fuente: Elaboración propia.

Figura 142. Obtención de matriz distancia.



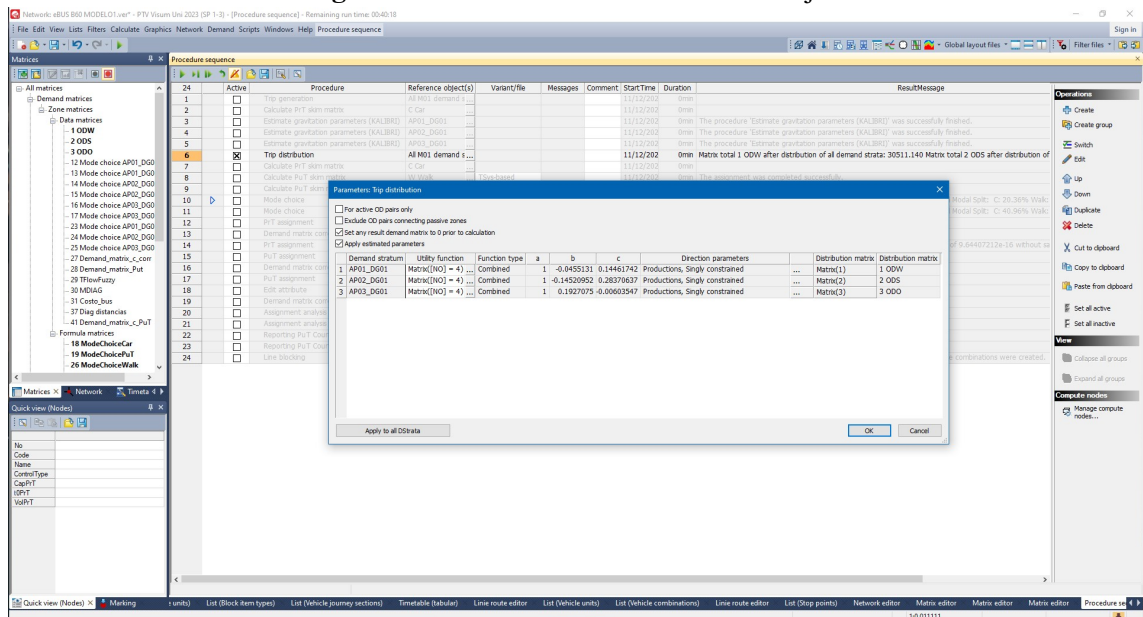
Fuente: Elaboración propia.

Figura 143. Introducción de datos de distribucion de viajes.



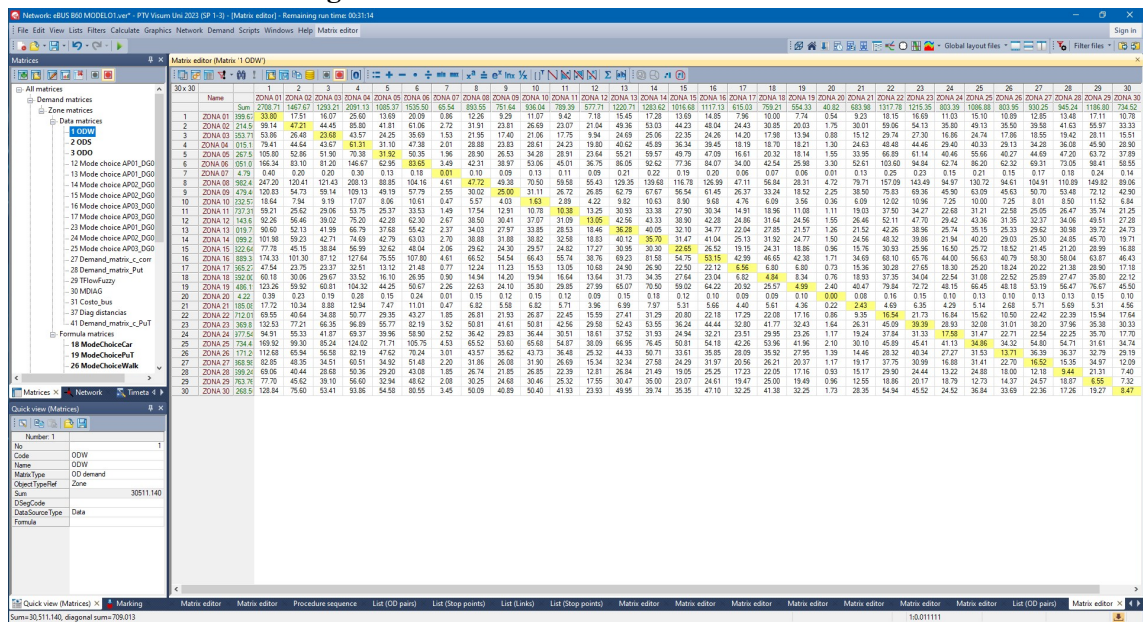
Fuente: Elaboración propia.

Figura 144. Cálculo de distribución de viajes.



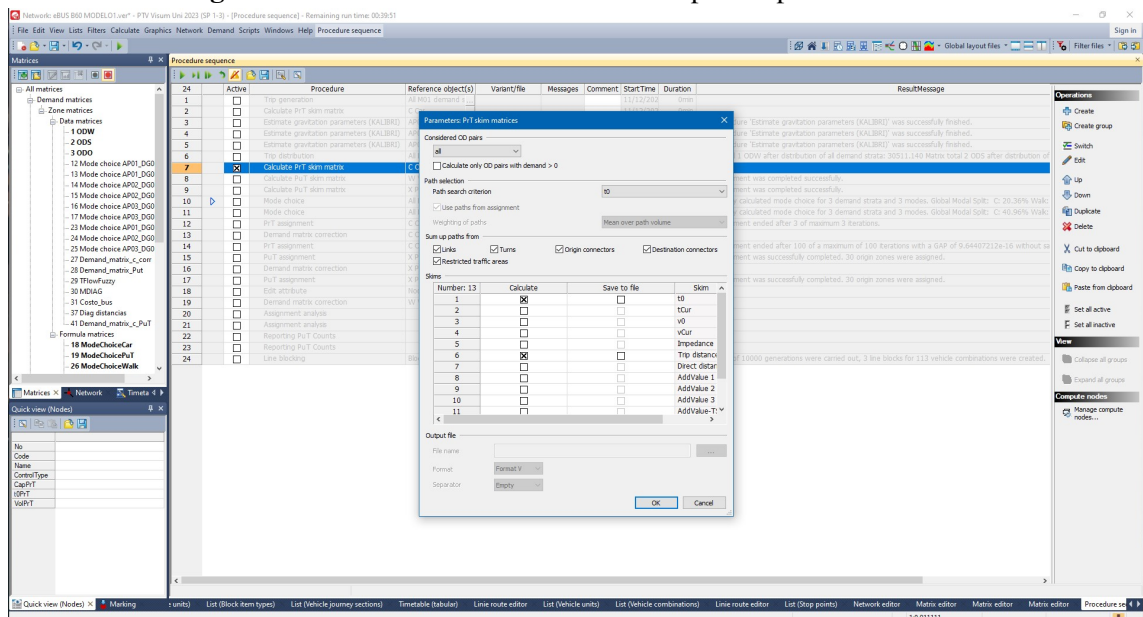
Fuente: Elaboración propia.

Figura 145. Matrices obtenidas en el software.



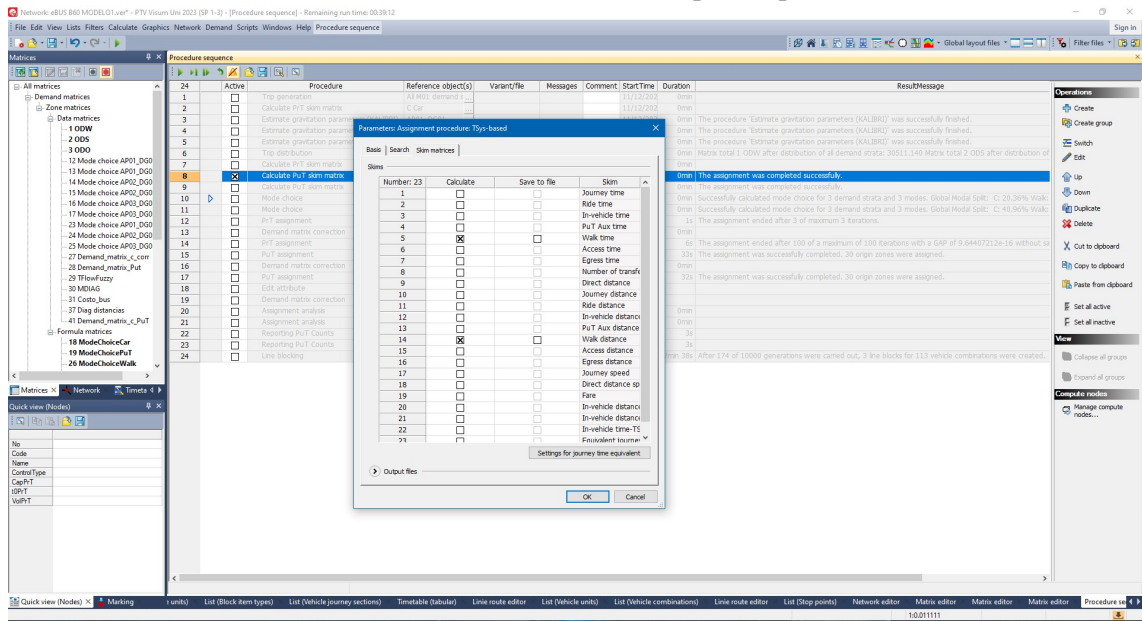
Fuente: Elaboración propia.

Figura 146. Obtención de matrices de TPr para la partición modal.



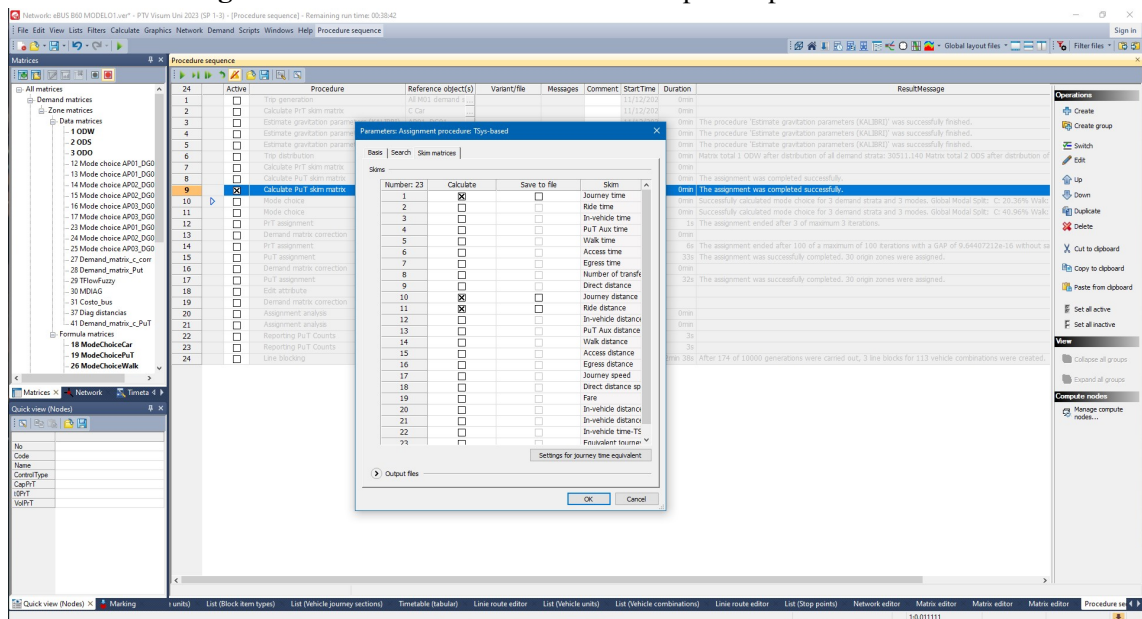
Fuente: Elaboración propia.

Figura 147. Obtención de matrices de T_{Pu} para la partición modal.



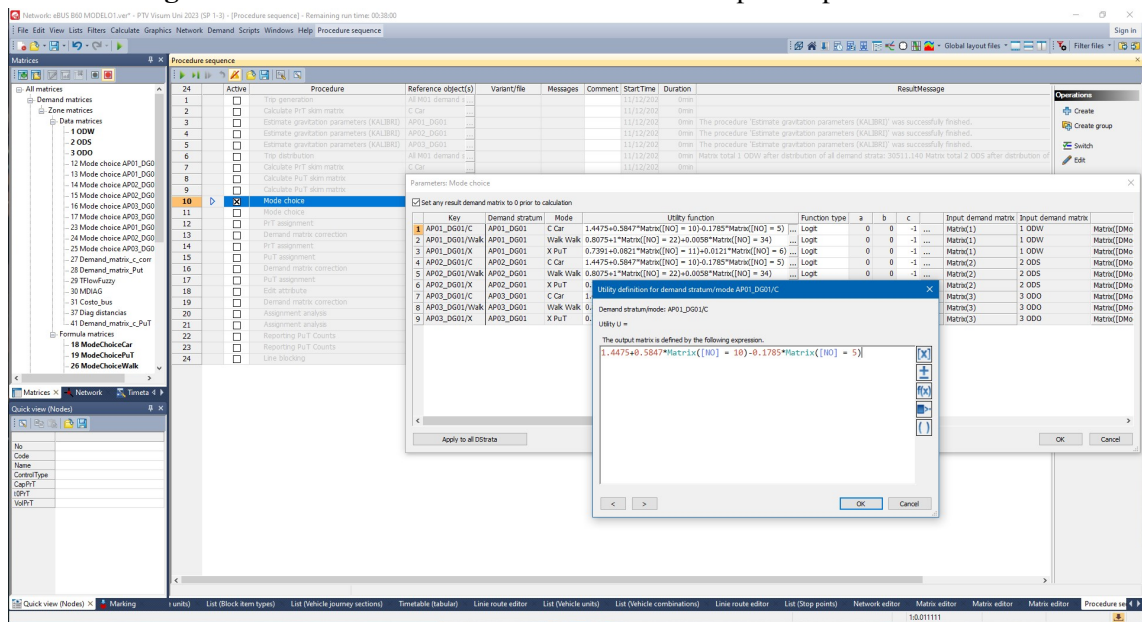
Fuente: Elaboración propia.

Figura 148. Obtención de matrices de W para la partición modal.



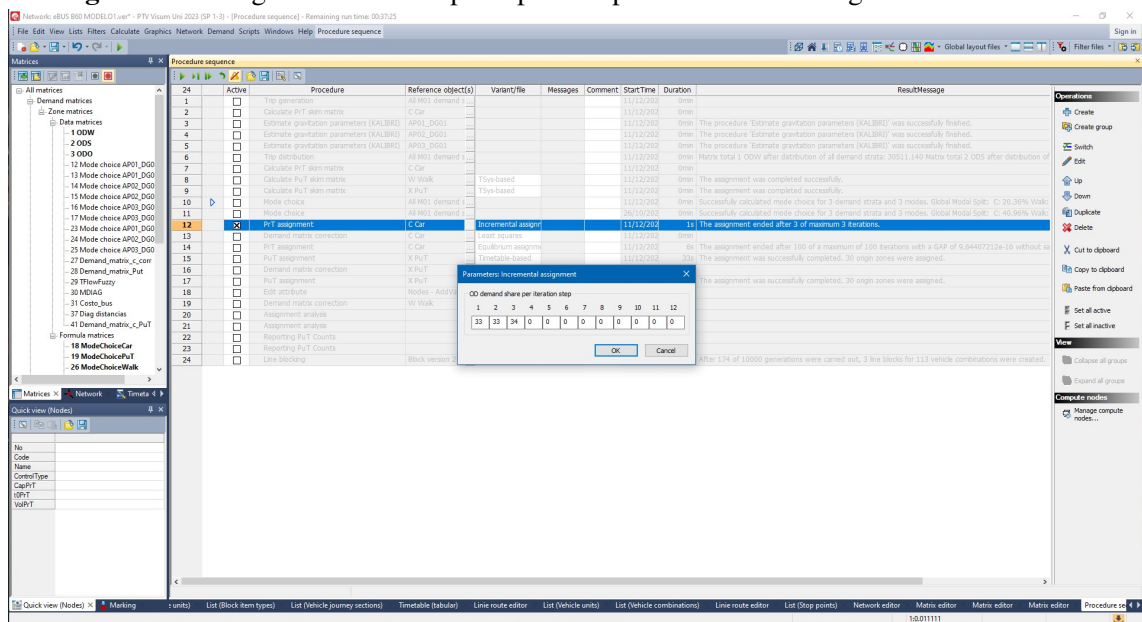
Fuente: Elaboración propia.

Figura 149. Introducción de la función de utilidad para la partición modal.



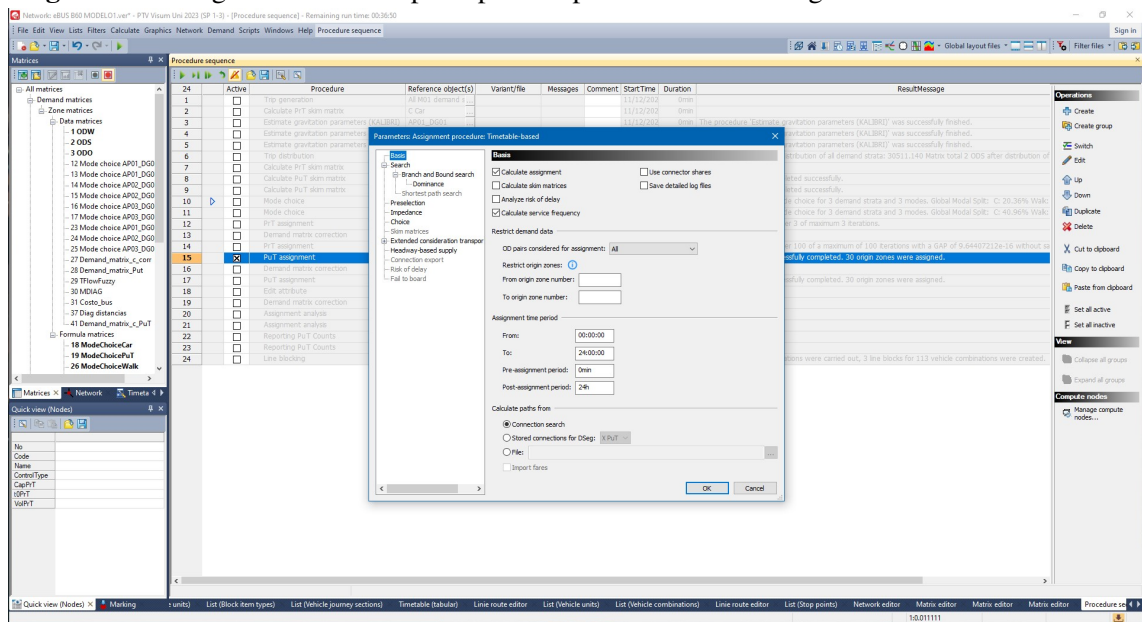
Fuente: Elaboración propia.

Figura 150. Asignación del transporte privado por el metodo de asignación incremental.



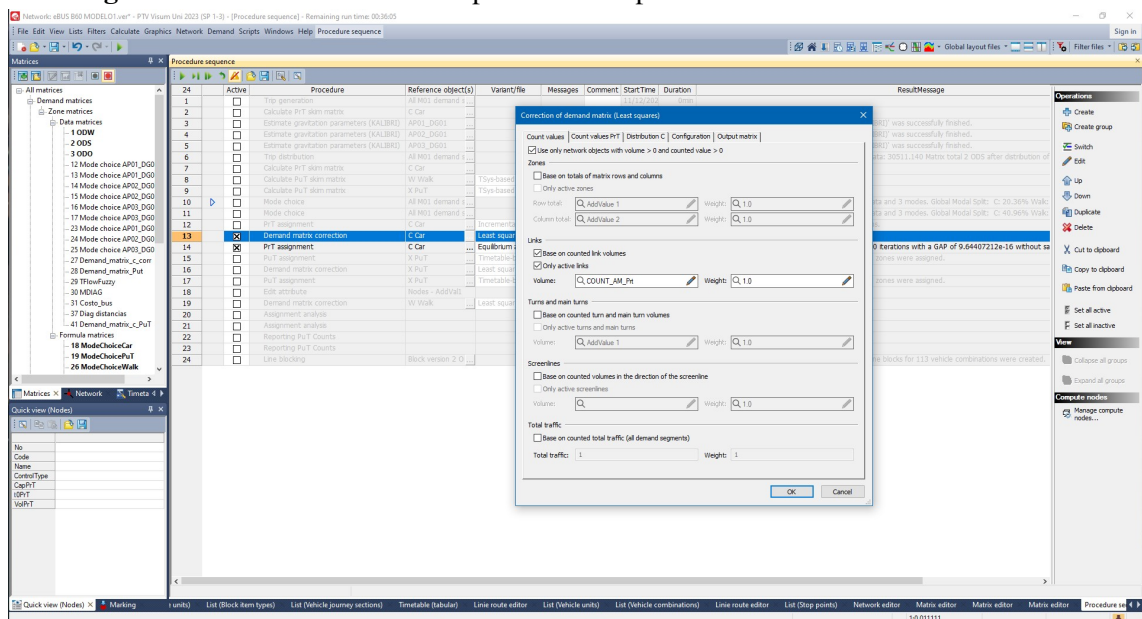
Fuente: Elaboración propia.

Figura 151. Asignación del transporte público por el metodo de asignación basada en horarios.



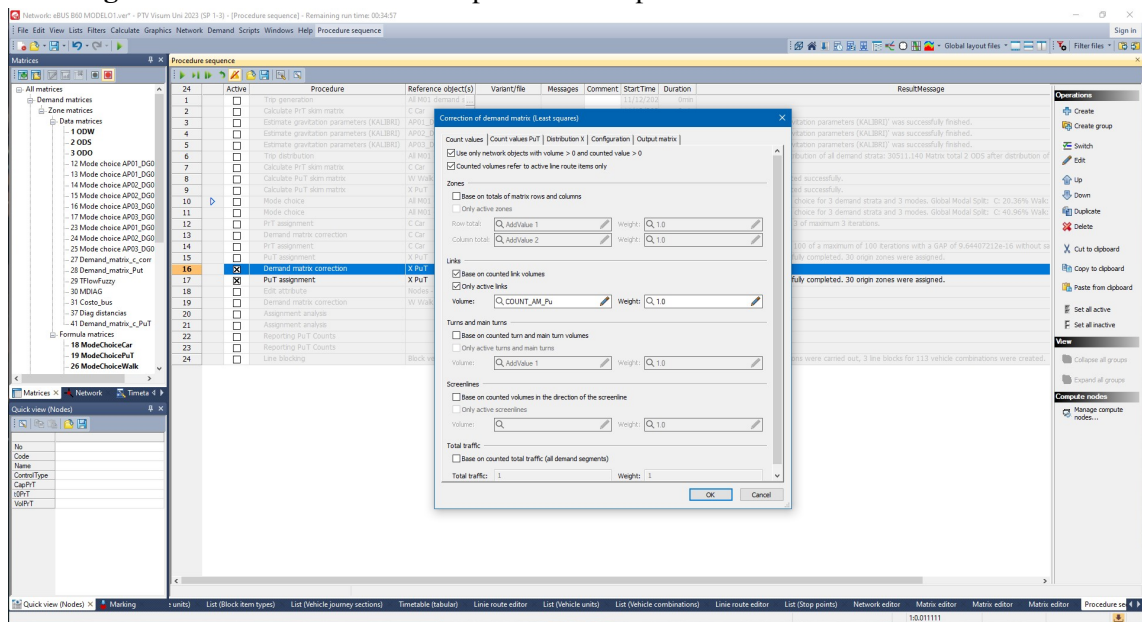
Fuente: Elaboración propia.

Figura 152. Calibración del transporte Privado por el método de minimos cuadrados.



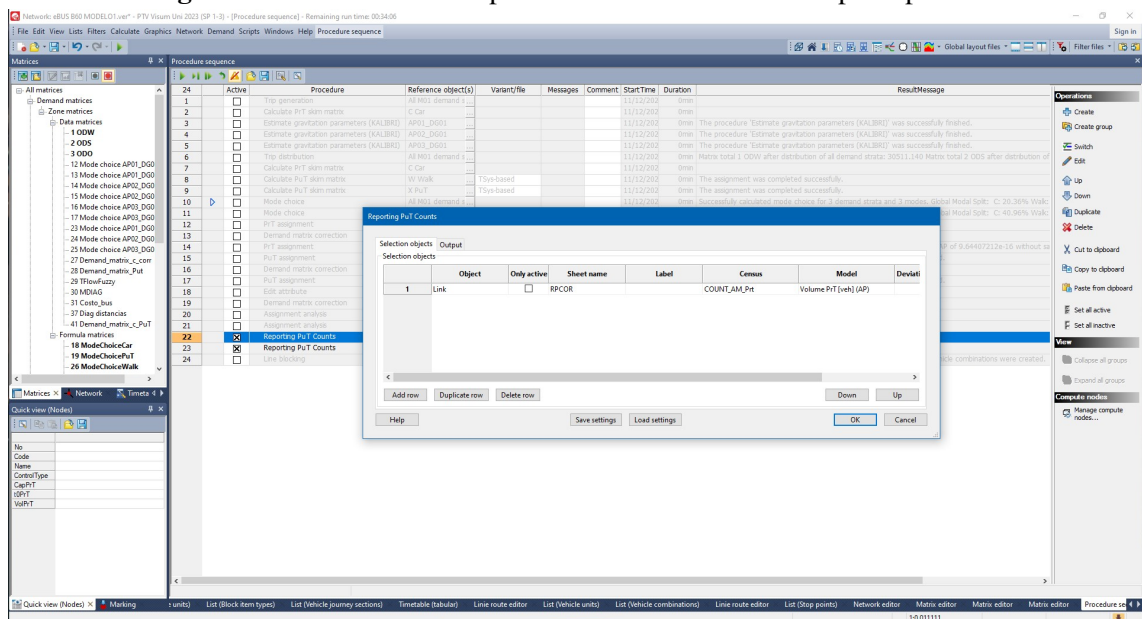
Fuente: Elaboración propia.

Figura 153. Calibración del transporte Privado por el método de minimos cuadrados.



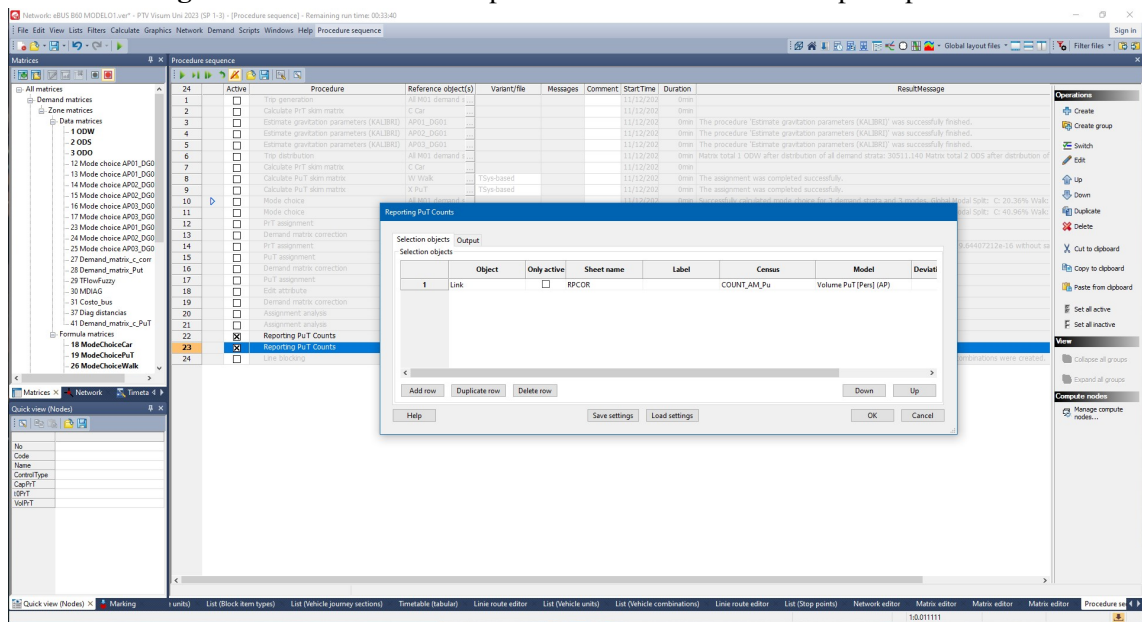
Fuente: Elaboración propia.

Figura 154. Obtención de reportes de calibración del transporte privado.



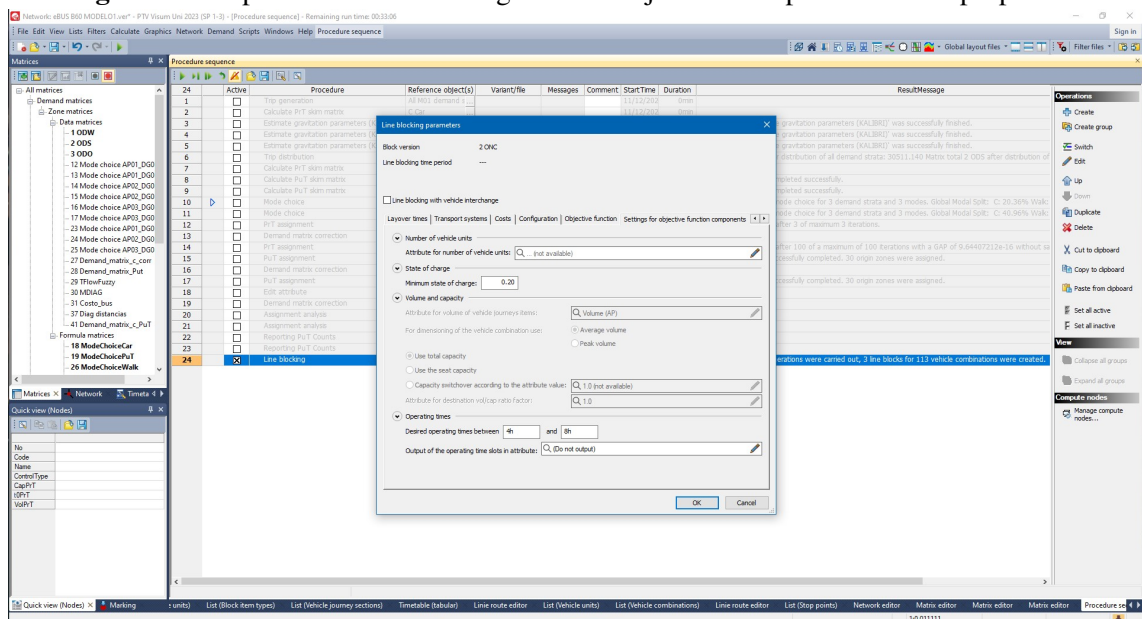
Fuente: Elaboración propia.

Figura 155. Obtención de reportes de calibración del transporte público.



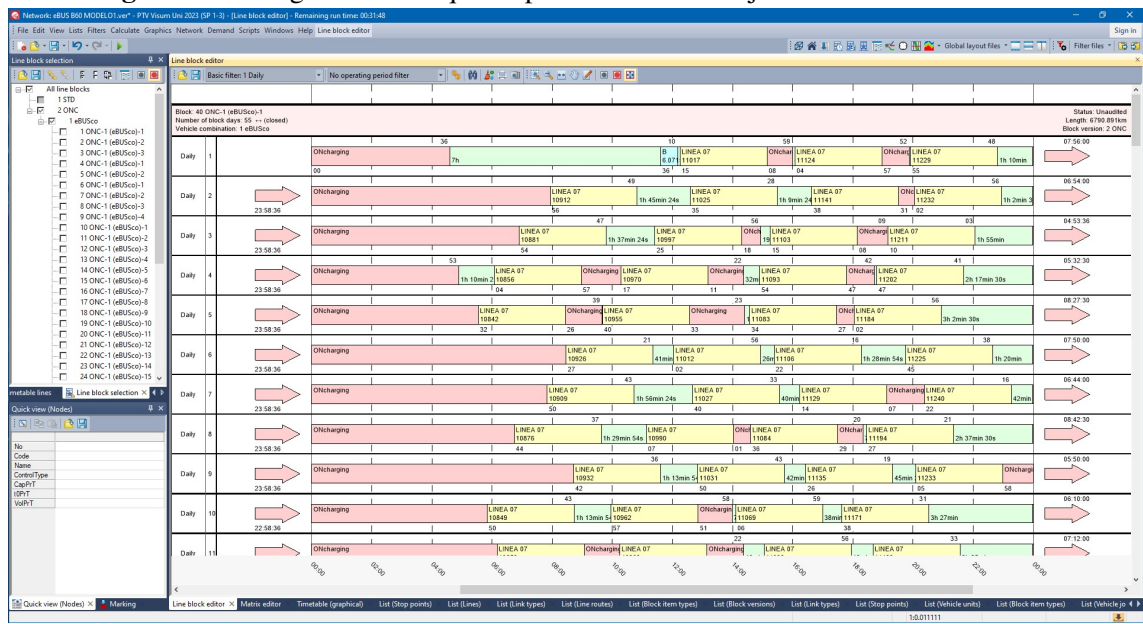
Fuente: Elaboración propia.

Figura 156. Optimización del cronograma de viajes del transporte eléctrico propuesto.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 157. Diagrama de bloques representando los viajes de los buses eléctricos.



Fuente: Elaboración propia.



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 063-2024-FIMGC

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **Resolución Decanal N° 603-2024-FIMGC-D y memorando N° 456-2024-FIMGC**, a los diecinueve días del mes de setiembre de 2024, siendo las 04:00 p.m, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, bajo la presidencia del MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS y los miembros; MSc. Ing. Moisés Nico BARBARAN ORIUNDO, MSc. Ing. Adolfo LINARES FLORES, y MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN, actuando como secretario docente el MSc. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANÍ, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, del bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

Fernando Jhoinner LUJAN CENTENO

Quien presentó la tesis denominada:

Implementación de buses eléctricos mediante un modelo de macrosimulación para la reducción de costos de operación y emisión de gases contaminantes, Ayacucho - 2022

Los señores miembros del jurado luego de expuesto la tesis y absueltas las preguntas,

APROBADO CON NOTA QUINCE (15)

Siendo las 06:15 p.m. del día 19 de setiembre de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad a lo actuado los miembros del jurado firmamos al pie del presente.

MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
Presidente

MSc. Ing. Moisés Nico BARBARAN ORIUNDO
Miembro

MSc. Ing. Adolfo LINARES FLORES
Miembro

MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN
Miembro

MSc. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANÍ
Secretario docente de la FIMGC

cc:
Archivo



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 121-2024-FIMGC/ASIH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, de la Escuelas Profesional de **Ingeniería Civil** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 476-2023-FIMGC-UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres	:	FERNANDO JHOLNNER LUJAN CENTENO
Escuela Profesional	:	INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis	:	IMPLEMENTACIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS MEDIANTE UN MODELO DE MACROSIMULACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN Y EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES, AYACUCHO 2022
Evaluación de la Originalidad	:	15 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega	:	2497289699

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 25 de octubre del 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil
Msc. Ing. Alex Sander Ixcáñupa Huamani
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil

Implementación de buses eléctricos mediante un modelo de macrosimulación para la reducción de costos de operación y emisión de gases contaminantes, Ayacucho - 2022

por FERNANDO JHOLNNER LUJAN CENTENO

Fecha de entrega: 25-oct-2024 01:28p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2497289699

Nombre del archivo: TESIS_FERNANDO_JHOLNNER_LUJAN_CENTENO.pdf (57.88M)

Total de palabras: 102273

Total de caracteres: 328443

Implementación de buses eléctricos mediante un modelo de macrosimulación para la reducción de costos de operación y emisión de gases contaminantes, Ayacucho - 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

idoc.pub

Fuente de Internet

2%

2

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

2%

3

www.gastromaschinenteile.de

Fuente de Internet

1%

4

www.bosch.com.mx

Fuente de Internet

1%

5

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.uchile.cl

Fuente de Internet

<1%

7

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1%

8

Submitted to Universidad Carlos III de Madrid

Trabajo del estudiante

<1%

9	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	www.hemisferios.info Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to American Public University System Trabajo del estudiante	<1 %
12	es.readkong.com Fuente de Internet	<1 %
13	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	revistas.ulima.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, ITC Trabajo del estudiante	<1 %
17	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

20	docplayer.it Fuente de Internet	<1 %
21	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
22	www.scielo.org.bo Fuente de Internet	<1 %
23	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
24	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	<1 %
25	HINOSTROZA FERNANDEZ PERCY. "PIGARS para la Provincia de Huamanga 2016-IGA0006914", O.M. N° 016-2016-MPH/A, 2020 Publicación	<1 %
26	eva-test.fing.edu.uy Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unicauca.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
29	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	<1 %

31	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
32	www.wiki3.es-es.nina.az Fuente de Internet	<1 %
33	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
34	www.zaragoza.es Fuente de Internet	<1 %
35	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
36	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
38	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
41	www.isuba.com.ar Fuente de Internet	<1 %
42	tesis.ucsm.edu.pe	

<1 %

43

"Comparación de redes de BRT abierto y BRT cerrado en ciudades de tamaño intermedio", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2016

Publicación

<1 %

44

repositorio.unab.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

45

Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Trabajo del estudiante

<1 %

46

repositorio.unican.es

Fuente de Internet

<1 %

47

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

48

www.indeci.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

49

sjnavarro.files.wordpress.com

Fuente de Internet

<1 %

50

www.parcn.es

Fuente de Internet

<1 %

51

Enrique , Acosta Torres Edward | Laino, Sergio Andrés López. "Business Consulting Para la Instalación de una Segunda Estación de Servicio de Propiedad de Petroperú en la

<1 %

Ciudad de Pucallpa", Pontificia Universidad Católica del Peru (Peru), 2024

Publicación

52	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
53	ri-ng.uaq.mx Fuente de Internet	<1 %
54	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
55	administracion.uexternado.edu.co Fuente de Internet	<1 %
56	www.buenastareas.com Fuente de Internet	<1 %
57	luispastor.es Fuente de Internet	<1 %
58	repositorio.uceva.edu.co Fuente de Internet	<1 %
59	transparencia.mtc.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
60	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
61	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %

62

bdigital.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

63

eprints.ucm.es

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo