

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA

Real, Pontificia y Nacional
1677

Tesis para optar el Título de Ingeniera Civil

Evaluación económica en el ciclo de vida del pavimento rígido y flexible en las vías Arteriales y Colectoras del Distrito de Ayacucho

Presenta:

Flor Carla Yvala Flores

Asesor:

Ing. Cristian Castro Pérez

Ayacucho - Perú, Abril de 2019

INTRODUCCIÓN

La necesidad de un transporte seguro, confortable y económico ha ido cobrando fuerza en los últimos años, pues se busca mayor eficiencia en los servicios de transporte para reducir gastos como sociedad, debido a que el desarrollo económico de una comunidad está estrechamente ligado a su sistema de transporte, por esta razón se busca que los pavimentos sean diseñados, construidos y mantenidos con la finalidad de lograr un comportamiento funcional y estructural óptimo durante su ciclo de vida. Sin embargo, se ha observado que las prácticas de conservación en pavimentos asfálticos en el distrito de Ayacucho no sólo son inoportunas, sino que son inadecuadas en cuanto al cumplimiento de las especificaciones técnicas de conservación, lo que conlleva a deterioros prematuros y en consecuencia reparaciones frecuentes, generando a su vez malestar e incomodidad a los usuarios de una vía con capacidad funcional deficiente, por lo que se busca con este trabajo no sólo aumentar la serviciabilidad de los pavimentos a través de criterios adecuados para la selección de un tipo de pavimento que otorgue mayores beneficios de acuerdo a las características del distrito de Ayacucho, sino también reducir la pérdida de recursos en actividades de conservación mal ejecutadas.

En consecuencia, a lo descrito es prudente evaluar el hecho de gastar más dinero inicial en construir un pavimento con mejor comportamiento ante las características propias de la zona y gastar comparativamente menos en mantenimiento, rehabilitación y gastos de operación vehicular, que ahorrar dinero construyendo un pavimento que no se ajuste a las características propias de la región, y que a la larga generará mayores costos. Para tal fin se determinará la rentabilidad de los pavimentos de vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho mediante indicadores de rentabilidad.

RESUMEN

Los actuales criterios de conservación desarrollados por la MPH a través de la UGRS para los pavimentos, hace que la capacidad funcional de las vías sea deficiente frente a los factores característicos propios de la zona, debido a esto, el propósito del presente trabajo es determinar un tipo de pavimento que otorgue mayor serviciabilidad con menor costo económico, tanto para la entidad administradora de los pavimentos como para los usuarios. Para ello, se evalúa ocho calles entre arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho, considerando para cada vía analizada, dos alternativas de pavimentos correspondientes al pavimento rígido y flexible, ambas propuestas bajo un criterio de conservación que garantice las características superficiales de los pavimentos exigidos por el MTC (2013), y una alternativa base que corresponde a un pavimento flexible bajo las condiciones actuales de conservación realizado por la MPH respecto al cual se harán las evaluaciones través del software HDM-4, haciendo uso de los modelos mecánicos empíricos desarrollados por el Banco Mundial, para determinar el progreso del deterioro y efectos de las actividades de mantenimiento sobre la vía, así como también determinar los costos por actividades de conservación y los efectos económicos en los usuarios por costo de operación vehicular y pérdidas en el tiempo de viaje, este flujo de costos, permite determinar que el pavimento rígido es la mejor alternativa frente a un pavimento flexible según los indicadores de rentabilidad obtenidos.

Palabras clave: Pavimento rígido; Pavimento flexible; HDM-4; Costo de operación vehicular; Costo de conservación; rentabilidad.

SUMMARY

The current conservation criteria developed by the MPH through the UGRS for pavements, makes the functional capacity of the roads is deficient compared to the characteristic factors of the area, due to this, the purpose of this work is to determine a type of pavement that provides greater serviceability with lower economic cost, both for the pavement management entity and for users. For this, eight streets are evaluated between arterials and collectors of the district of Ayacucho, considering for each road analyzed, two alternatives of pavement corresponding to the rigid and flexible pavement, both proposed under a conservation criterion that guarantees the surface characteristics of the required pavements. by the MTC (2013), and a base alternative that corresponds to a flexible pavement under the current conservation conditions carried out by the MPH with respect to which the evaluations will be made through the HDM-4 software, making use of the empirical mechanical models developed by the World Bank, to determine the progress of the deterioration and effects of maintenance activities on the road, as well as to determine the costs for conservation activities and the economic effects on users by vehicle operation cost and losses in travel time , this flow of costs, allow us to determine that the pavement rigid is the best alternative to a flexible pavement according to the profitability indicators obtained.

Key Words: Flexible pavement, rigid pavement, HDM-4, Cost of vehicular operation, Cost of conservation, profitability

Dedicatoria

A Dios, por cuidar de mí a través de su infinita bondad y amor

A mis padres, Cristina y Julio, por su amor, apoyo y ejemplo de perseverancia y lucha de vida.

A mis hermanas, Sinthia y Cristina por sus consejos, compañía y ejemplo.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por su contribución durante mi desarrollo académico y profesional.

De manera especial agradecer a mi asesor de tesis, el Ing. Cristian Castro Pérez, por el direccionamiento, aporte y asesoría en el presente tema de investigación.

Al área de archivos y CRAET de la Municipalidad Provincial de Huamanga y al Gobierno Regional de Ayacucho por proporcionarme información de los expedientes técnicos de pavimentación en la ciudad.

Al Ingeniero Hemerson Lizarbe Alarcón, por facilitarme los datos de su investigación respecto a los tiempos de viaje y velocidades en horas picos de tránsito.

También me gustaría reconocer al Ing. Norbert Luis Quispe Auccapuella, docente de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, como evaluador de esta tesis, a quien le estoy agradecida por su orientación, apoyo y comentarios.

También me gustaría agradecer a todas las personas que participaron en la recolección de datos para este proyecto de investigación, así como a los expertos que me guiaron. Sin su participación y aporte, esta tesis no podría haberse llevado a cabo con éxito.

Finalmente, debo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres y mis hermanas por brindarme un apoyo inquebrantable y un estímulo continuo a lo largo de mis años de estudio y durante el proceso de investigación y redacción de esta tesis.

Contenido

Lista de figuras	XI
Lista de tablas	XIV
Glosario	XIX
Lista de Acrónimos	XXIII
Lista de Símbolos	XXV
1 Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Selección del problema	4
1.3 Formulación del problema	6
1.3.1 Problema principal	6
1.3.2 Problemas secundarios.	6
1.4 Justificación	6
1.5 Importancia	7
1.6 Limitaciones o Restricciones	8
1.7 Objetivos de la investigación.	9
1.7.1 Objetivo General.	9
1.7.2 Objetivos Específicos.	9
1.8 Hipótesis.	9
1.8.1 Hipótesis Global.	9
1.8.2 Subhipótesis.	10

1.9	Variables.	11
1.9.1	X: Variable independiente	11
1.9.2	Y: Variable dependiente	11
1.10	Metodología de la investigación	11
1.10.1	Preliminar	11
1.10.2	Tipo de Investigación	12
1.10.3	Nivel de Investigación	12
1.10.4	Diseño de Investigación	12
2	Estado del Arte	14
2.1	Introducción	14
2.2	Evaluación económica de la vida útil del pavimento	15
2.2.1	Costo Inicial de construcción	15
2.2.2	Costo de conservación	16
2.2.3	Costo de usuarios	17
2.3	Deterioro y efectos económicos del pavimento	18
2.3.1	Variables que generan el deterioro del pavimento	18
2.3.2	Etapas de deterioro en la vida útil del pavimento	20
2.3.3	Efectos económicos de las políticas de intervención	21
2.4	Parámetros relacionados al tráfico	23
2.4.1	Volumen de tráfico	24
2.4.2	Composición del tráfico	24
2.4.3	Crecimiento del tráfico	24
2.4.4	Cargas de tráfico	25
2.4.5	Velocidad	25
2.4.6	Capacidad	25

2.4.7	Relación velocidad-capacidad	26
2.4.8	Vehículos equivalentes	28
2.5	Descripción y marco analítico del HDM-4	29
2.5.1	Modelos de deterioro de los pavimentos	32
2.5.2	Modelos de los efectos en los usuarios de la carretera	39
2.6	Formulación teórica sobre evaluación económica de pavimentos	44
2.6.1	Valor Presente Neto (VPN)	45
2.6.2	Tasa Interna de Retorno (TIR)	47
2.6.3	Relación Beneficio Costo (RBC)	48
2.6.4	Criterio de asignación de capital	49
2.6.5	Conceptos de interés	50
3	Materiales y métodos	51
3.1	Propuesta Metodológica	51
3.2	Delimitación del Área de Estudio	53
3.2.1	Clasificación de vías en la ciudad de Ayacucho	53
3.2.2	Población de estudio	57
3.2.3	Tamaño de la muestra	57
3.2.4	Cálculo del tamaño de la muestra	60
3.3	Recolección de datos	64
3.3.1	Características climáticas de la ciudad de Ayacucho	64
3.3.2	Características geométricas de las vías en estudio	65
3.3.3	Características del tránsito	66
3.3.4	Capacidad de vía	74
3.3.5	Caracterización del parque vehicular	77
3.3.6	Características y propiedades estructurales del pavimento	85

3.3.7	Estándar de conservación de los pavimentos para la ciudad de Ayacucho	90
3.4	Costo de construcción de pavimento	99
3.5	Acerca las emisiones de los gases contaminates en la ciudad de Ayacucho	100
4	Resultados	105
4.1	Costo de construcción de pavimentos	105
4.2	Costo de operación de pavimentos	105
4.2.1	Costo de operación de pavimentos en vías arteriales	107
4.2.2	Costo de operación de pavimentos en vías colectoras	110
4.3	Costo de los usuarios por uso de la vía	117
4.3.1	Costos generados a los usuarios en vías Arteriales	119
4.3.2	Costos generados a los usuarios en vías Colectoras	123
4.4	Comparación del COV obtenido con los resultados en los trabajos referenciados	133
4.5	Indicadores de rentabilidad	136
4.5.1	Indicadores de rentabilidad en vías arteriales	136
4.5.2	Indicadores de rentabilidad en vías colectoras	138
4.6	Discusión de resultados	143
5	Conclusiones y Recomendaciones	149
5.1	Conclusiones	149
5.2	Recomendaciones	152
	Bibliografía	155

Lista de figuras

2.1	Desglose de los costos totales para la sociedad	16
2.2	Relación entre la calidad de rodadura y el costo de operación vehicular	18
2.3	Deterioro de los pavimentos con el transcurso del tiempo (estado de caminos en Años)	20
2.4	Gastos de conservación en caminos asfaltados según distintos escenarios de políticas de intervención.	22
2.5	Efectos de la política de mantenimiento en el costo de operación vehicular	23
2.6	Modelo de Típico de velocidad-capacidad	27
2.7	Modelo de Típico de velocidad-capacidad	27
2.8	Presentación del HDM-4	30
2.9	Análisis de ciclo de vida usando el HDM-4	31
2.10	Zona de influencia de la carga en un pavimento rígido	33
2.11	Resalto de juntas	34
2.12	Esquema de la zona de influencia de la carga en un pavimento flexible.	35
2.13	Interacción entre los distintos modelos de deterioro para predecir la progresión de la irregularidad superficial.	38
2.14	Efecto del estado de la vía en los costos de los usuarios	39
2.15	Definición de categorías, clases y tipos de vehículos motorizados	40
2.16	Diagrama de flujo que muestra la estimación del consumo de combustible usando ARFCOM	42
2.17	Diagrama de flujos económico del proyecto	46
3.1	Clasificación vial de la ciudad de Ayacucho	54

3.2	Vías arteriales y colectoras del Distrito de Ayacucho consideradas en el estudio	63
3.3	Ilustración de parámetros geométricos	65
3.4	Ilustración de parámetros geométricos	66
3.5	Variación del volumen de tráfico mensual	71
3.6	Alabeo debido al efecto de la temperatura	87
3.7	Condición del pavimento antes del bacheo de la Av. Javier Pérez de Cuellar	92
3.8	Fichas de inspección de gas	102
3.9	Departamentos en los que se comercializa Diesel con menos de 50 ppm de azufre en el año 2015	103
4.1	Costo económico de construcción de pavimento rígido y flexible	106
4.2	Regularidad media en la Av. Javier Pérez de Cuellar	108
4.3	Regularidad media en la Av. Independencia	111
4.4	Costo en que incurre la entidad administradora de pavimentos (M.P.H) en 20 años	115
4.5	Costo descontado de la admiración de pavimentos	116
4.6	Costo del mantenimiento de pavimentos en vías arteriales y colectoras durante 20 años	117
4.7	COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento rígido (alternativa 1)	118
4.8	COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento flexible (alternativa 2)	118
4.9	COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento flexible (alternativa base)	119

4.10	COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento rígido (alternativa 1)	127
4.11	. COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento flexible (alternativa 2)	127
4.12	COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento flexible (alternativa base)	128
4.13	Costo de operación vehicular en 20 años de vías arteriales y colectoras .	132
4.14	Flujo de caja de la diferencia de costos generados en la alternativa 2 (pavimento flexible) Respecto a la alternativa base.	139
4.15	Valor actual neto del pavimento rígido y flexible	142
5.1	Valor Actual Neto (VAN) para vías arteriales y colectoras	150
5.2	Costo económico de construcción de pavimento rígido y flexible	150
5.3	Costo total del mantenimiento de vías para un periodo de 20 años . . .	151
5.4	Costo de operación vehicular (COV) en 20 años de vías arteriales y colectoras.	152

Lista de tablas

1.1	Población de estudio	10
2.1	Parámetros de modelos de capacidad y velocidad-Capacidad de diferentes tipos de carreteras.	28
2.2	Vehículos Equivalentes	29
2.3	Clases y características básicas de los vehículos representativos predefinidos	41
2.4	La interpretación del VAN	46
2.5	Criterio de decisión sobre la conveniencia de un proyecto	47
3.1	Parámetros vinculados a la clasificación de vías urbanas	55
3.2	Vías Arteriales	58
3.3	Vías Colectoras	58
3.4	Relación de expedientes técnicos existentes de vías arteriales	60
3.5	Relación de expedientes técnicos existentes de vías colectoras	61
3.6	Características de humedad de la ciudad de Ayacucho	64
3.7	Características de temperatura de la ciudad de Ayacucho	64
3.8	Características geométricas de vías arteriales	67
3.9	Características geométricas de vías colectoras	67
3.10	Vehículos Automotores	69
3.11	Factor de expansión diario, correspondiente a la estación de conteo N°1.	72
3.12	Factor de expansión diario, correspondiente a la estación de conteo N°2.	72
3.13	Factor de expansión diario, correspondiente a la estación de conteo N°3.	73
3.14	Factor de ajuste diario, resultante del promedio de los cuadros anteriores.	73
3.15	Composición vehicular e índice medio diario anual de vías colectoras y arteriales.	74

3.16 Tasa de crecimiento de vehículos ligeros y pesados.	74
3.17 Plan Intermodal de Transportes -MTC	76
3.18 Factor de ajuste por vehículos pesados	77
3.19 Cuadro de capacidad de vías arteriales y colectoras	77
3.20 Características Principales de la Flota Vehicular	78
3.21 Cuadro de cálculo del número de muestra para encuestas a conductores	80
3.22 Costo económico y financiero de vehículos y neumáticos	82
3.23 Costo económico y financiero de combustible y lubricante	82
3.24 Salario total de la tripulación	83
3.25 Costo de mano de obra por mantenimiento	83
3.26 Características estructurales y propiedades de materiales del pavimento rígido en vías arteriales	86
3.27 Características estructurales y propiedades de materiales del pavimento rígido en vías colectoras	87
3.28 Diferencia de temperatura entre la fibra superior e inferior de la losa y su correspondiente flujo de tráfico para la Av. Javier Pérez de Cuellar .	89
3.29 Características estructurales y propiedades del pavimento flexible en vías arteriales	90
3.30 Características estructurales y propiedades del pavimento flexible en vías colectoras	91
3.31 Costo económico y financiero del bacheo por m2 en las diferentes vías de estudio	94
3.32 Estándar de mantenimiento de pavimentos flexibles del distrito de Ayacucho	94
3.33 Criterio de conservación para pavimentos rígidos	95
3.34 Costo de resellado de juntas	96
3.35 Criterio de conservación propuesto para pavimentos flexibles	98

3.36	Costo de los trabajos de mantenimiento	99
3.37	Costo por metro cuadrado de fresado y posterior reemplazo	99
3.38	Costo de construcción por metro cuadrado de pavimento rígido y flexible	100
3.39	Costo de construcción por kilómetro de pavimento rígido y flexible . . .	101
4.1	Costo de construcción de pavimento rígido y flexible por longitud analizada	106
4.2	Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en la Av. Javier Pérez de Cuellar	108
4.3	Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en la Av. Ramón Castilla	109
4.4	Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en el Jr. José Olaya	110
4.5	Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en la Av. Independencia	111
4.6	Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en la Av. 26 de Enero	112
4.7	Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en la Av. Los Incas	113
4.8	Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en el Jr. Carlos F. Vivanco	113
4.9	Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en el Jr. Quinua	114
4.10	Total de flujo de costos de capital descontados durante el periodo de análisis	116
4.11	COV en la Av. Javier Pérez de Cuellar en el año 2030 de la alternativa 1	120
4.12	COV en la Av. Javier Pérez de Cuellar en el año 2030 de la alternativa 2	121

4.13 COV en la Av. Javier Pérez de Cuellar en el año 2030 de la alternativa base	122
4.14 Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en la Av. Javier Pérez de Cuellar	123
4.15 Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en la Av. Ramón Castilla	124
4.16 Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en el Jr. José Olaya	124
4.17 Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en la Av. Independencia	125
4.18 Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en la Av. 26 de Enero	126
4.19 Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en la Av. Los Incas	128
4.20 Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en el Jr. Carlos F. Vivanco	129
4.21 Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en el Jr. Quinua	131
4.22 Resultados de los costos de operación vehicular (COV)	134
4.23 COV por día por uso del pavimento rígido	135
4.24 COV por día por uso del pavimento flexible	135
4.25 Aumento de costos por administración del pavimento de la alternativa 2 (pavimento flexible) respecto a la alternativa base	137
4.26 Disminución de gastos por concepto de operación vehicular y ahorros de tiempo de viaje del pavimento flexible (alternativa 2) respecto a la alternativa base.	138

4.27 Costos descontados al 2018, del flujo de caja obtenido de la diferencia de costos generados en la alternativa 2 (pavimento flexible) Respecto a la alternativa base.	139
4.28 Relaciones beneficio costo para la Av. Javier Pérez de Cuellar	140
4.29 Relaciones beneficio costo para la Av. Ramón Castilla	140
4.30 Relaciones beneficio costo para el Jr. José Olaya	140
4.31 Relaciones beneficio costo para la Av. Independencia	140
4.32 Relaciones beneficio costo para la Av. 26 de enero	141
4.33 Relaciones beneficio costo para la Av. Los Incas	141
4.34 Relaciones beneficio costo para el Jr. Carlos F. Vivanco	141
4.35 Relaciones beneficio costo para el Jr. Quinua	141
5.1 Valor Actual Neto (VAN) para vías arteriales y colectoras	149

Glosario

Bombeo	Es la pérdida del material fino de la losa del pavimento y por el aumento de éste en las losas adyacentes por efecto del incremento de la humedad.
CBR	Ensayo de Relación de Soporte de California, mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, base y sub base de pavimentos.
Coefficiente de dilatación térmica	Es un factor requerido para determinar las fuerzas de arqueamiento producidas en el pavimento de concreto hidráulico. Fracción de la diferencia de temperatura entre la superficie y la base de la losa.
Coefficiente de retracción del concreto	Es un factor requerido para determinar el encogimiento del concreto por pérdida de humedad en el proceso de secado.
Eje Equivalente	Es el efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 T , con neumáticos a presión de 80 lbs/pulg ²
Elasticidad de del concreto	Es la propiedad mecánica del concreto hidráulico que hace que éste sufra deformaciones reversibles por acción de fuerzas exteriores.
Flujo libre	Es el estado del tránsito en el que los vehículos no interaccionan entre sí.

Módulo elástico	Es la relación entre el esfuerzo al que está sometido el material y su deformación unitaria. Representa la rigidez del material ante una carga impuesta sobre el mismo.
Módulo de reacción	Es una constante elástica que define la rigidez tanto de la subrasante, como de sus mejoras en el nivel de soporte con la incorporación de capas granulares o tratadas. (es un parámetro requerido en pavimentos de concreto hidráulico).
Módulo de resistencia	Es una medida de la rigidez del suelo de la subrasante, parámetro requerido en el diseño de pavimentos flexibles.
Módulo de rotura	Es una medida de la resistencia a la falla por flexión de una losa de concreto, se mide con la aplicación de cargas a los tercios de una viga cuya longitud es tres veces el ancho de ésta.
Neumático Radial	Es un neumático que posee una estructura interna radial, cuyos cables están al rededor del eje de la calle y sus capas están dispuestas tipo un cinturón.
Neumático Diagonal	Es un neumático que posee una estructura interna diagonal, la cual está hecha con cables en capas orientadas de manera oblicua.
Número estructural	Representa el espesor total del pavimento a colocar, el cual debe ser transformado según la ecuación correspondiente.
Parque automotor	Es el conjunto de vehículos que están inscritos o circulan diariamente en una ciudad, población o región determinada..
Pavimento rígido	Pavimento de sub base granular con superficie de concreto hidráulico

Pavimento flexible	Pavimento de base y sub base granular con superficie de concreto asfáltico
Regularidad	Conocida también como rugosidad, es un indicador de la calidad de rodadura que representa las desviaciones de la capa a partir de una superficie realmente plana, en sentido longitudinal del pavimento, es decir, se define como alteraciones del perfil longitudinal de una vía, ésta afecta a la dinámica de los vehículos, a la calidad de la circulación y al peso dinámico.
Ruido de aceleración	Hace referencia a las variaciones de velocidad de los vehículos en el tránsito.
Textura	Es la desviación que presenta la superficie del pavimento con respecto a una superficie plana en longitudes discretas. La textura influye directamente en la capacidad del pavimento para evacuar el agua y de forma indirecta en la adherencia entre el neumático y el pavimento. En el aspecto económico, la textura del pavimento influye en el consumo de gasolina, en el deterioro de los vehículos y sobre todo en el desgaste de los neumáticos.
Tránsito no motorizado	Transporte de vehículos como bicicletas, vehículos de tracción a sangre, peatones, etc.
Vehículo equivalente	Vehículo de pasajeros (automóvil).

Lista de Acrónimos

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte).
ALCC	Analist Life Cycle Cost (Análisis de costo de ciclo de vida)
ARFCOM	ARRB Road Fuel Consumption Model, (modelo de consumo de combustible para carreteras)
ARRB	The Australian Road Research Board (Consejo Junta Australiano de Investigación Vial.
CBR	California Bearing Ratio (Relación de soporte California)
CDB	Coficiente de defectos de construcción de la base
CDS	Coficiente de defectos de construcción de la capa superficial
COV	Costo de operación vehicular
CRAET	Comisión de revisión y aprobación de expedientes técnicos
EE	Eje Equivalente
FC	Flujo de cajas
GEIPOT	Grupo ejecutivo de integración de la política de transportes.
HCM	Highway Capacity Manual
IMD	Índice medio diario
IPE	Instituto Peruano de Economía
IRI	Indice de regularidad internacional
ISOHDM	International Study of Highway Development and Management Tools (Estudio internacional de Herramientas para el Desarrollo y Gestión de Carreteras)
LCC	Life cycle cost (costo de ciclo de vida)
MEF	Ministerio de Economía y finanzas
MINAM	Ministerio del Ambiente
MPH	Municipalidad provincial de Huamanga
NVPk	Promedio del precio nuevo (o de reemplazo) de un vehículo sin los neumáticos
PCSE	Passenger car sapace equiv (Equivalente de espacio pasajero/coche)
RBC	Relación beneficio costo
RNE	Reglamento nacional de edificaciones
RUC	Road user cost (costo de usuario de la carretera)
RUE	Road user effect (efectos sobre los usuarios de la carretera)
TIR	Tasa interna de retorno
TM	Tránsito motorizado
TNM	Tránsito no motorizado
TRDF	Texas Research and Development Foundation (Fundación de Investigación y Desarrollo de Texas)
UGRS	Unidad de Gestión de Residuos Sólidos
VAN	Valor actual neto

Lista de Símbolos

i	Tasa interna de retorno.
Kpp	factor de calibración del progreso de baches.
km/h	kilómetros por hora
Veh/h	velocidad por hora
S/.	sol
n	tamaño total de la muestra
N	tamaño del i-ésimo estrato
pi	proporción poblacional para el i-ésimo estrato.
m.s.n.m.	metros sobre el nivel del mar
S	Longitud sur
W	latitud oeste
°C	grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
mm	milímetros
m/km	metros sobre kilómetros
N°/Km	número de ascensos y descensos
m	metro
%	porcentaje
v/c	Relación velocidad capacidad
fd	factor de distribución direccional
kph	kilómetro por hora
T	tonelada

Introducción

1.1 Antecedentes

La necesidad de obtener mayor eficiencia, desempeño y calidad en los servicios para reducir gastos innecesarios a nivel gubernamental y familiar ha ido cobrando fuerza en los últimos años, por esta razón se busca que los pavimentos sean diseñados, construidos y mantenidos con la finalidad de lograr un comportamiento funcional y estructural óptimo durante su ciclo de vida (Menéndez, 2012).

Es así que a nivel internacional se unen esfuerzos en la investigación de pavimentos con el fin de mejorar el diseño, mantenimiento y construcción de caminos, y se plantean metodologías para evaluar proyectos de carreteras que permitan la simulación del comportamiento del ciclo de vida de éstos.

Galarraga *et al.* (2017) señalan que las prácticas de evaluar la conveniencia económica por construir obras públicas tienen orígenes en EE.UU. ya que, en 1939 se promulga la ley que autoriza usar fondos públicos solo si “los beneficios para quienquiera que se devenguen superan los costos estimados”.

AASHTO (1960) introdujo por primera vez el concepto de beneficio-costos de ciclo de vida en su “Libro Rojo” para decisiones de inversiones de carreteras.

Winfrey (1969) combinó información de análisis del ciclo de vida hasta dicha fecha con el costo de operación vehicular en un sistema para el análisis de costo de ciclo de vida de un proyecto de carreteras.

En la década de 1960 se realiza el primer proyecto de selección de tipo de pavimento en el Centre for Highway Transportation Research y el Texas Transportation Institute

(TTI) con la aplicación de los principios del LCC.

MTC(2014a) afirma que un aporte importante para el diseño y sus efectos de desempeño de los pavimentos surge en 1986 con la publicación de la tercera versión de la guía de diseño de pavimentos rígidos y flexibles basado en una metodología empírica, deja de tener carácter provisional y se reconoce abiertamente la necesidad de avanzar hacia la adopción de procedimientos de diseño mecánicos que permitan predecir el desempeño de las estructuras de pavimento teniendo en consideración variaciones de cargas, materiales y efectos del clima, en 1993 AASHTO (1993) publica la última versión de esta guía incorporando métodos mecánicos para evaluar el deterioro debido al clima y establecer coeficientes de drenaje y transferencia de carga.

MTC(2014a) señala que entre los años 1976 y 1981 con el patrocinio del gobierno de Brasil, el Banco Mundial y el de la Naciones Unidas, la Oficina de Planeación de Transporte de Brasil (GEIPOT) con un equipo de expertos internacionales de la Fundación de Investigación y Desarrollo de Texas (TRDF) realizó un amplio programa de las interrelaciones de los costos de construcción, conservación y operación de carreteras que sienta las bases para el posterior desarrollo a través del Banco Mundial de modelos de deterioro de pavimentos incorporados en el HDM-III lanzado en 1987 y que es un ejemplo de método empírico mejorado con principios mecanísticos.

El HDM-III contiene relaciones para predecir el rendimiento de los pavimentos durante todo el ciclo de vida de la estructura del pavimento a lo largo del tiempo bajo características propias de la carretera en función de la correlación de diferentes modelos. ISOHDM (1995) señala que los modelos para el COV que se incluyen en el HDM-III nacen de investigaciones realizadas en Kenia (1971-75), el Caribe (1977-82), India (1977-83) y Brasil (1975-84) y a través de encuestas realizadas a los usuarios, mientras que los modelos de deterioro y las relaciones de efecto de mantenimiento se

desarrollaron a partir del rendimiento a largo plazo desarrollados principalmente en Brasil y verificados en diferentes países. También afirma que a pesar del gran avance que esto significa el HDM-III tiene aún limitaciones en cuanto a la congestión del tráfico, efectos ambientales, efectos de la textura del pavimento y seguridad del tráfico.

Kerali *et al.* (2000) afirman que entre los años 1993 y 1996 ISOHDEM con el patrocinio de Banco Asiático de desarrollo, el de la Oficina de Desarrollo en Ultramar del Reino Unido, el de la Oficina Nacional de Administración de carreteras de Suecia y el del Banco Mundial, desarrolla el Estudio Internacional de Herramientas para el Desarrollo y Gestión de Carreteras ampliando las capacidades del HDM-III y configurándolo en un software que culmina en 1996 denominado HDM-4.

El HDM-4 incluye la actualización y extensión de las relaciones de los modelos de deterioro y efectos de la conservación de los pavimentos de acuerdo con el estado de conocimiento y la experiencia internacional.

El HDM-4 es un software que incorpora en su estructura modelos de deterioros y diseño de carreteras desarrollados por el Banco Mundial, estos modelos se vienen usando desde hace 2 décadas con la finalidad de combinar la evaluación técnica y económica de proyectos, preparar proyectos de inversión y analizar estrategias de redes de carreteras.

En el Perú el Año 2000 el congreso de la república publica la ley N° 27293 crea el Sistema Nacional de Inversión Pública con la finalidad de optimizar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión. En tanto para que un proyecto sea calificado como viable, debe contar con un análisis costo-beneficio, para proyectos viales la Norma sugiere el uso del Modelo HDM-III, el cual permite el cálculo de los costos de los usuarios en la vía para situaciones de mantenimiento preestablecidas de cuyas comparaciones en términos de los índices de rentabilidad se logran los beneficios que sustentarán la

aceptabilidad del proyecto.

Con la finalidad de rentabilizar los recursos invertidos, en el 2011 el Ministerio de Economía y Finanzas, publica en el Anexo SNIP 10, parámetros para la evaluación económica y social de proyectos de transporte como el valor del tiempo por transporte y costos de operación vehicular por km y según condición de vía derivados del HDM-III.

En el 2015 el MEF, con la finalidad de brindar una guía de uso de estas herramientas de evaluación, publica las pautas metodológicas para el uso y aplicación del HDM-4 en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de transportes.

Por otro lado las vías urbanas del distrito de Ayacucho están constituidas básicamente por pavimentos rígidos y flexibles diseñadas usualmente para un tiempo de vida promedio entre 10 a 20 años, cuyo comportamiento depende de las condiciones ambientales como: temperaturas promedio de 15.8°C, lluvias entre Octubre y Marzo, alcanzando precipitaciones de hasta 918 mm anual; En consecuencia a esto serán diferentes los costos de inversión y post inversión para pavimentos rígidos y flexibles; los cuales no deberían estar ajenas a los análisis económicos para poder reducir gastos innecesarios de miles de soles a consecuencia de mantenimientos y rehabilitaciones frecuentes incluidos además lo perjuicios que esto genera entre los usuarios.

1.2 Selección del problema

Actualmente se busca de forma permanente soluciones económicas a la necesidad del transporte de forma confortable, efectiva y segura; lo cual es importante no solo para el agente encargado del diseño, construcción, conservación y operación sino también para los usuarios por la implicancia que tienen en su economía. Concretamente en el distrito de Ayacucho el problema se focaliza en las temporadas de lluvias puesto que las vías, se convierten en canales de drenaje pluvial, generando erosión en las calles no pavimentadas y con pendiente, cuyo material de arrastre va colmatando las cunetas,

produciendo encharcamientos y acumulación de lodazal en las zonas pavimentadas de menor altitud; El ingreso de agua que se queda en la estructura más las cargas de tránsito ocasionan deterioros como el llamado “pumping” y desencadenan los distintos tipos de fallas. Como se sabe el deterioro en pavimentos está directamente afectado por los estándares de conservación aplicados para reparar defectos en la superficie de rodadura; En el distrito de Ayacucho las entidades formuladoras y ejecutoras del mantenimiento y conservación son las Municipalidades Provinciales, que en el caso de la Provincia de Huamanga está a cargo de la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos cuya función multidisciplinaria (encargada entre otras actividades de la descolmatación de cunetas, recolección de residuos sólidos, limpieza de calles, parchado de pavimento, etc. conocido como “rastrillaje”) no le permite alcanzar a cabalidad los estándares requeridos en mantenimiento correspondientes para ofrecer un nivel de servicio adecuado. En el caso de los pavimentos flexibles, su deterioro aumenta rápidamente por los factores ambientales propios de la zona y por ende la disminución de la serviciabilidad del pavimento que aumenta los gastos operacionales del vehículo, es decir la de los contribuyentes de impuestos que proveen fondos a las entidades gubernamentales. En tal sentido es conveniente definir las diferencias en cuanto a costo y beneficio económico en el ciclo de vida de los pavimentos rígidos y flexibles, para elegir de forma más adecuada un tipo de pavimento que se acondicione mejor a las características propias de nuestra región; porque tal vez sería más prudente gastar más dinero en construir un mejor pavimento inicial y gastar comparativamente menos en mantenimiento, rehabilitación y gastos de operación vehicular, que ahorrar dinero construyendo un pavimento de menor calidad.

1.3 Formulación del problema

A partir de la contextualización y teniendo en cuenta la problemática hallada formulamos la siguientes interrogantes de investigación.

1.3.1 Problema principal

1. ¿Será el pavimento rígido económicamente más rentable que un pavimento flexible a lo largo de su ciclo de vida, para las condiciones ambientales, estándares de conservación y control del sistema de transporte que tiene el distrito de Ayacucho?

1.3.2 Problemas secundarios.

1. ¿Cuál es el costo promedio por construcción de pavimentos rígidos y flexibles?
2. ¿Cuáles es el costo de operación del pavimento rígido y flexible?
3. ¿Cuáles son los costos de operación vehicular?
4. ¿Cuál es la rentabilidad en el ciclo de vida de los pavimentos rígidos y flexibles?

1.4 Justificación

Los aspectos a partir de los cuales es posible argumentar el porqué de esta investigación son diversas, en primer lugar tenemos la justificación asociada al ámbito económico ya que en la actualidad los gobiernos locales necesitan hacer más trabajo con menos cantidad de dinero y en vista de que el sistema vial urbano, es la columna vertebral de la economía para el desarrollo de las ciudades, se aborda este tema de tesis puesto que las inversiones en vialidad deben ir acompañadas de prácticas adecuadas de conservación para preservar las inversiones; es así que un tipo de pavimento con mayor necesidad de mantenimiento y rehabilitación genera un mayor costo de hasta un 500 % si su intervención es inoportuna, como lo manifiesta de forma oficial en el documento publicado por el MTC(2013) acerca de las Especificaciones Técnicas Generales para la conservación de carreteras en la que propone que se aplique “*una cultura que privilegie la actuación con criterio preventivo*”, sin embargo, las políticas de dinamismo de los

gobiernos locales son en base a reclamos y de forma tardía no cumpliendo lo sugerido en el documento referenciado; ante esto se debe optar por un pavimento que necesite menor mantenimiento, rehabilitación, y sobre todo pérdida de miles de soles que bien podrían ser utilizados en otros gastos públicos.

En segundo lugar esta investigación se justifica por la incidencia que tiene el estado de la vía en los costos de operación de los vehículos así como el malestar e incomodidades generados por una serviciabilidad menor al requerido así como por los frecuentes mantenimientos de las vías urbanas. En consecuencia a lo descrito anteriormente, se busca aportar información para el manejo de criterios adecuados en la selección de un tipo de pavimento con un buen comportamiento mecánico, de acuerdo a las condiciones climáticas y geotécnicas de esta región y que a su vez a largo plazo necesite menor inversión, costo de operación y mantenimiento, considerando además las frecuencias de conservación en un tipo de pavimento respecto a otro en vías urbanas.

1.5 Importancia

Esta investigación es significativa porque va contribuir en el mejoramiento de los criterios de decisión del sistema de transporte ya que los resultados y conclusiones obtenidas nos validará para poder proponer un tipo de pavimento con mejor comportamiento mecánico para las condiciones geomorfológicas y climáticas en las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho, el cual otorgue mayores beneficios en cuanto a costos de conservación y mejoras de pavimento y costos de operación vehicular; lo que permitirá a las entidades gubernamentales, ahorrar miles de soles en gastos de mantenimiento y rehabilitación para poder usar estos recursos en otros gastos públicos, además dar beneficios económicos colaterales en los usuarios.

1.6 Limitaciones o Restricciones

Este proyecto de investigación está limitado a la evaluación económica de las vías colectoras y arteriales del distrito de Ayacucho mediante la comparación del VAN, facilitando los cálculos con el software HDM-4 para un periodo de análisis de 20 años respecto al costo de construcción y mantenimiento de pavimentos además de los costos de operación vehicular.

Para lo cual se tienen las siguientes limitaciones:

1. La obtención de variables con influencia en la rentabilidad de pavimentos rígidos y flexibles, como son: las características climáticas y geomorfológicas, tráfico vehicular de vehículos más representativos y de mayor circulación además de los estándares de conservación.
2. El costo de construcción de los pavimentos se basa en los expedientes técnicos obtenidos de las vías en estudio.
3. El bacheo en pavimento flexibles y el cambio de losas en los pavimentos rígidos, serán las únicas actividades de mantenimiento considerados en los análisis.
4. Los parámetros de calibración que usa el modelo HDM-4 serán asumidos según recomendación del manual del usuario de dicho software.
5. Los resultados obtenidos serán en base a un espacio muestral definidos según a la disponibilidad de información de las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho.
6. La investigación no considera costos por demoras de tiempo de carga y descarga.
7. En el análisis no se considera el tránsito no motorizado.

En la tabla 1.1 se muestra la población de estudio:

Para determinar el tamaño de la muestra se empleará el método estratificado con

asignación proporcional en base a la disponibilidad de información. En este sentido se asignará un número de muestra en función a la cantidad de información que se pueda obtener a un costo mínimo.

1.7 Objetivos de la investigación.

1.7.1 Objetivo General.

1. Realizar la evaluación económica en el ciclo de vida de los pavimentos rígidos y flexibles en las vías colectoras y arteriales del distrito de Ayacucho mediante indicadores de rentabilidad para determinar un tipo de pavimento que otorgue mayor serviciabilidad con menor costo.

1.7.2 Objetivos Específicos.

Los objetivos específicos para esta investigación son:

1. Estimar el costo de construcción en pavimentos rígidos y flexibles en las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho.
2. Conocer los costos de operación de pavimentos rígidos y flexibles en las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho .
3. Obtener los costos de operación vehicular para el parque automotor de las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho.
4. Obtener indicadores de rentabilidad para el ciclo de vida de los pavimentos rígidos y flexibles.

1.8 Hipótesis.

1.8.1 Hipótesis Global.

1. Si se consideran los costos de construcción, mantenimiento y operación vehicular en el ciclo de vida de los pavimentos rígido y flexible, entonces es más conveniente elegir un pavimento del tipo rígido

Cuadro 1.1: Población de estudio

Tipo de vía	Nº	Nombre de las calles
Arteriales	1	Jr. José Olaya
	2	Av. Nery García Zárate
	3	Av. Masprone
	4	Av. Universitaria
	5	Av. Independencia Tramo 2: Entre Av. Universitaria y Jr. Masprone
	6	Av. Mariscal Castilla
	7	Av. Valdelirios
	8	Jr. Antunez de Mayolo
	9	Av. Javier Pérez
Colectoras	10	Av. Independencia Tramo 1: Entre Jr. Quinua - Av. Universitaria Tramo 3: Jr. Masprone - Av. Javier Pérez de Cuellar
	11	Jr. Pockra
	12	Av. Los Incas
	13	Av. 26 de Enero
	14	Jr. Libertad
	15	Prolong. Mariscal Cáceres
	16	Av. Democracia
	17	Av. José Carlos Mariátegui
	18	Jr. Javier Heraud
	19	Av. Señor de Quinuapata
	20	Jr. Quinua
	21	Av. Nueva Independencia
	22	Jr. Carlos F. Vivanco
	23	Jr. Fransisco Pizarro

Fuente: Elaboración Propia

1.8.2 Subhipótesis.

1. El costo de construcción del pavimento rígido es mayor al del pavimento flexible en las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho.
2. El costo de operación del pavimento rígido es menor al del pavimento flexible.
3. Los costos de operación vehicular por uso, en el pavimento rígido es menor al del pavimento flexible.
4. Hay mayor rentabilidad en el uso de los pavimentos rígidos respecto a los pavimentos flexibles.

1.9 Variables.

Para la realización de la investigación y según las subhipótesis planteadas para obtener los datos que permitan contrastar estas subhipótesis; en esta investigación se requiere obtener los datos de las siguientes variables.

1.9.1 X: Variable independiente

En esta investigación denominamos a la variable de estudio: *Aspectos influyentes en el costo de vida de los pavimentos rígidos y flexibles*, las cuales se definirán a partir de los elementos que surjan del análisis de las bases conceptuales y procedimientos técnicos de evaluación

- $X_1 = \text{Factores medioambientales (climatológicas y geomorfológicas)}$
- $X_2 = \text{Estándares de conservación}$
- $X_3 = \text{Cargas de tráfico y parque automotor}$

1.9.2 Y: Variable dependiente

de forma general será, *el costo del ciclo de vida en pavimento rígido y flexible*. Con las siguientes variables dependientes.

- $Y_1 = \text{Costo operacional del pavimento}$
- $Y_2 = \text{Costo de operación vehicular}$
- $Y_3 = \text{Rentabilidad}$

1.10 Metodología de la investigación

1.10.1 Preliminar

La investigación al ser un proceso de producción de conocimientos científicos, tiene por objetivo descubrir respuestas para las que se emplean diferentes metodologías la misma que representa la manera de organizar el proceso de la investigación mediante técnicas, estrategias, tácticas y procedimientos para que el investigador alcance los objetivos planteados.

1.10.2 Tipo de Investigación

De acuerdo a los Objetivos planteados, la realidad de aplicación y al modo de manejo de las variables, se determina que la investigación titulada “Evaluación económica en el ciclo de vida del pavimento rígido y flexible en las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho”, es de tipo cuantitativa, debido a que en el tema planteado, las variables se manejan en base a indicadores numéricos, cuyo procesamiento y resultado buscan aportar información para el manejo de criterios convenientes en la selección de un pavimento, el cual otorgue un nivel de servicio apropiado con menor costo económico.

1.10.3 Nivel de Investigación

Para el desarrollo de la investigación y de acuerdo a los análisis a utilizar los niveles de investigación que se alcanzará son las siguientes:

1. *INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA*: Se considera descriptiva puesto que primero se comenzará a describir y medir cada una de las variables y características involucradas en la investigación para poder llegar al objetivo general.
2. *INVESTIGACIÓN CORRELACIONAL*: También se considera este tipo de investigación debido a que en el tema planteado ciertas variables influirán en el comportamiento de otras.
3. *INVESTIGACIÓN EXPLICATIVA*: Se considera también como una investigación explicativa, porque se intentará explicar las causas, beneficios y perjuicios económicos generados al optar por uno u otro pavimento considerado en el estudio.

1.10.4 Diseño de Investigación

Para alcanzar los objetivos de estudio y contestar las interrogantes que se ha planteado; la investigación titulada “*Evaluación económica en el ciclo de vida del pavimento rígido y flexible en las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho*”, toma como estrategia de desarrollo el diseño de investigación *no experimental*, debido que la

investigación se basará en la observación, descripción y recopilación de datos en base a indicadores inalterados de las variables denominadas *Aspectos influyentes en el costo de vida de los pavimentos rígidos y flexibles*; y puesto a que se buscará caracterizar el comportamiento de ambos tipos de pavimentos progresivamente en el tiempo la investigación tendrá un desarrollo de forma *longitudinal*.

Estado del Arte

Con el objetivo de apoyar el desarrollo de esta investigación, en este capítulo se desarrollan conceptos de diversas fuentes para proporcionar un trasfondo teórico sobre la cual se sustenta el presente estudio.

2.1 Introducción

El desarrollo económico y social de las comunidades ha estado estrechamente ligado al mejoramiento de los sistemas de transporte. Manheim (1977) citado por Solminihač (2001), señala que, *"la dinámica social de una ciudad puede ser entendida a partir del sistema de transporte, sistema de actividades y estructuras de flujo"*.

El sistema de transporte se analiza a partir de la infraestructura (soporte físico), vehículos, orden y manejo del tráfico, mientras que el sistema de actividades como el movimiento de personas y bienes está relacionado con las actividades económico-sociales; del mismo modo, la estructura de flujos corresponde a las características que definen los viajes como el origen, destino, rutas, cantidades de pasajeros y carga transportada, todas éstas asociadas al nivel de servicio referidos a los atributos de la vía que los usuarios perciben al realizar un viaje.

Cal y Mayor (2007) refiere que la magnitud y calidad de la infraestructura vial representa uno de los indicadores del grado de desarrollo de una comunidad señalando que la infraestructura vial es uno de los patrimonios más valiosos con el que cuenta cualquier país.

De las repercusiones económicas que tiene el pavimento en una comunidad, nace la necesidad de conservar las condiciones de seguridad, comodidad y capacidad estructural

adecuada para la circulación y así minimizar costos monetario, social y ecológico, en ese sentido cabe la pregunta de qué tipo de pavimento sería más prudente construir para tener mayor rentabilidad en la ciudad de Ayacucho, ya que los pavimentos que forman parte de las vías más importantes están hechas de pavimento de concreto hidráulico y asfáltico, muchas de las vías que ahora están hechas de concreto fueron, no por muchos años, pavimentos asfálticos como la Av. Los Incas y la Av. 26 de Enero, de lo que se desprende la necesidad de determinar qué tipo de pavimento es más conveniente para la ciudad a través de una evaluación económica de la vida útil de los pavimentos que se pondrán al servicio de la comunidad.

2.2 Evaluación económica de la vida útil del pavimento

Una sociedad inmensamente motorizada como la nuestra, requiere de un análisis económico apropiado antes de la construcción de un pavimento, El análisis de costo de ciclo de vida de un pavimento es útil para determinar los beneficios y costos futuros en la sociedad de uno u otra alternativa.

La evaluación económica del ciclo de vida de un pavimento considera aquellos gastos en el que incurre la entidad gestionante del pavimento y los usuarios de éste, incluyen los costos de construcción, conservación y costos de operación vehicular.

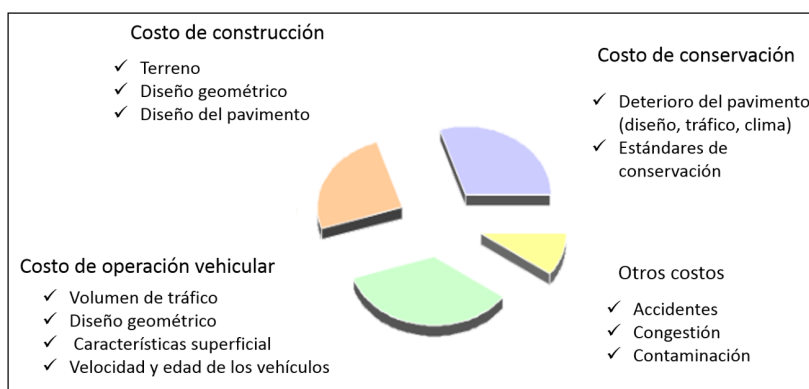


Figura 2.1: Desglose de los costos totales para la sociedad

Fuente: Crespo (2003)

2.2.1 Costo Inicial de construcción

Son los que corresponden al capital inicial de la construcción y dependen directamente del tipo de pavimento, de la intensidad y composición del tráfico y de las capacidades del terreno de fundación.

2.2.2 Costo de conservación

Representa las inversiones para mantener el camino en buenas condiciones, así como de conservar la calidad de servicio de la carretera, enfrentando el crecimiento de la demanda ocurrido en el tiempo.

Este costo incluye el gasto de mantenimiento rutinario durante toda la vida útil del pavimento y el mantenimiento periódico o programado como recubrimiento y reconstrucción.

Conservación rutinaria

El MTC (2013) define como conservación rutinaria, a las actividades que se realizan en las vías que son de carácter permanente para conservar sus niveles de servicio

En los pavimentos flexibles incluyen los sellados de fisuras y grietas, parchado superficial y profundo, tratamientos de exudación y bacheos tanto en la calzada como en las bermas.

Las tareas de conservación de pavimento rígidos involucran el sellado de fisuras y grietas, bacheo de bermas, reparación y cambio de losas.

Conservación periódica

El MTC (2013) lo define como el conjunto de actividades programables cada cierto periodo, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio. En las actividades de conservación periódica de los pavimentos flexibles se consideran tareas como sellos asfálticos, recapados de calzada y bermas, micro fresado de carpeta asfáltica, etc.

En los pavimentos rígidos se incluyen los resellados de juntas, reparación de losas de calzadas, colocación de barras de transferencia de carga, micro fresado y reemplazo de losas.

2.2.3 Costo de usuarios

Son los costos que se producen cotidianamente por la circulación de los vehículos por dicho camino. Implican una atención especial debido a que estos superan a los costos de construcción y conservación, ocurren rutinariamente por el tránsito de vehículos a lo largo de la vía y tienen que ser pagados por los usuarios como resultado de la operación de dichos vehículos.

Los costos de operación vehicular incluyen gastos generados por el consumo de: combustible, lubricantes, neumáticos y repuestos, así como gastos por mantenimiento de vehículos, depreciación y gastos generales también incluye el valor del tiempo.

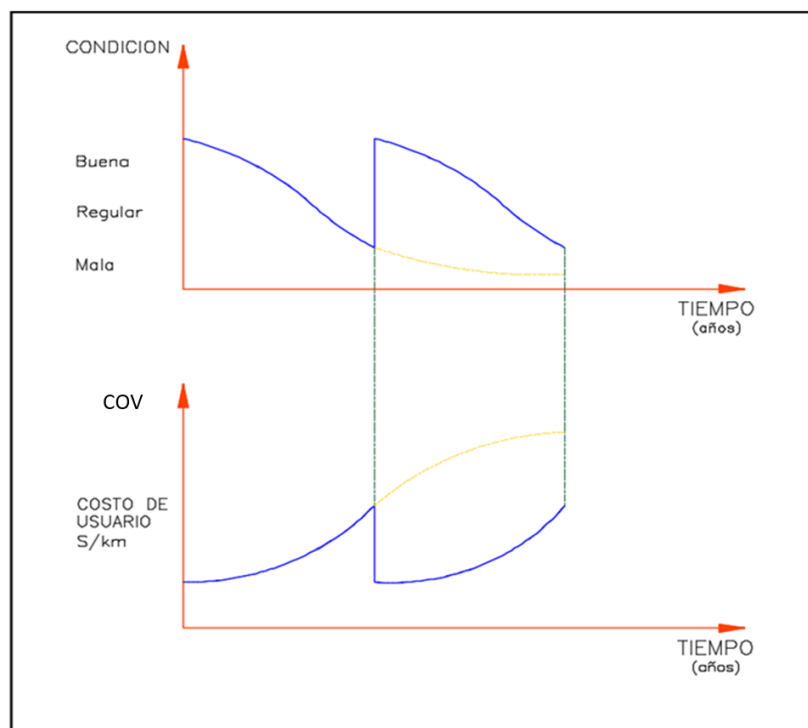


Figura 2.2: Relación entre la calidad de rodadura y el costo de operación vehicular

Fuente: Jugo (2005)

En la figura 2.2, Jugo (2005) refiere que el COV está asociado con la calidad de rodaje de un pavimento. Mientras la calidad de rodaje es buena, la velocidad de operación es alta y el COV es reducido a un mínimo. En la primera etapa de la vida del pavimento no hay un significativo aumento del COV, su incremento se presenta cuando el pavimento comienza a deteriorarse, llegando finalmente hasta un máximo. Las acciones de mantenimiento reducen el COV al mejorar la condición de rodaje de la vía.

2.3 Deterioro y efectos económicos del pavimento

2.3.1 Variables que generan el deterioro del pavimento

2.3.1.1 Clima y medioambiente

El clima en el que se sitúa la carretera tiene un impacto significativo en el deterioro del mismo, ya que los factores climáticos como la temperatura genera diferencias térmicas entre la superficie y la base, produciendo tensiones de tracción y contracción en los pavimentos de concreto, mientras que los factores como la precipitación afectan sobre todo a los pavimentos asfálticos que se encuentren sin sellar o no tengan mantenimientos oportunos (Kerali *et al.*, 2000).

El número estructural de un pavimento asfáltico disminuye año a año en función a la precipitación, humedad según el drenaje con el que se cuente (Kerali *et al.*, 2000).

2.3.1.2 Tráfico

El deterioro de la carretera está relacionado con el tráfico puesto que los tipos, la cantidad y sobre todo las características de carga sobre los ejes de los vehículos que circulan por la vía, generan diferentes tipos de fallas y deterioros en los pavimentos.

2.3.1.3 Historia del pavimento

Esta variable está relacionada con la edad del pavimento, y tienen que ver con las conservaciones anteriores, los trabajos de rehabilitación y trabajos de construcción y

mejora realizados.

2.3.1.4 Características estructurales

Las características estructurales juegan un papel muy importante en los pavimentos bituminosos y de concreto hidráulico; la primera dependen del espesor de la capa, de los tipos de materiales, de la calidad de la construcción y de la rigidez de la explanada, mientras que los pavimentos de concreto dependen directamente de las propiedades de los materiales, del porcentaje de refuerzo de acero, de la eficiencia de la transferencia de carga, del ancho de los carriles y de las condiciones de drenaje; Este último es el factor principal que influye en el rendimiento de la mayoría de los pavimentos de concreto hidráulico, debido a que el agua filtra a través de las fisuras y de las juntas generando pérdida de la uniformidad del soporte de la explanada, así como roturas producidas por la redistribución del material de la base o la sub-base (Kerali *et al.*, 2000).

2.3.1.5 Geometría

Los datos clave de la geometría de la carretera requeridos son el ancho de la calzada y de las bermas, puesto que estas definen el deterioro por rotura de bordes en los pavimentos flexibles.

2.3.2 Etapas de deterioro en la vida útil del pavimento

Según Jugo (2005) "... la estructura del pavimento sufrirá con el tiempo daño y deterioro aún cuando sea adecuadamente diseñado y construido de acuerdo con todas las especificaciones y normas de calidad. ... Los pavimentos son probablemente la única estructura de ingeniería que se diseña para que falle dentro de un periodo específico de tiempo... ”.

El IPE (2007), señala que los caminos están regidos por un ciclo normal que consta de cuatro etapas que determinan su deterioro con el transcurso del tiempo y que no se debe permitir el deterioro excesivo o la destrucción de la estructura básica de los

caminos sin importar el tipo que sean.

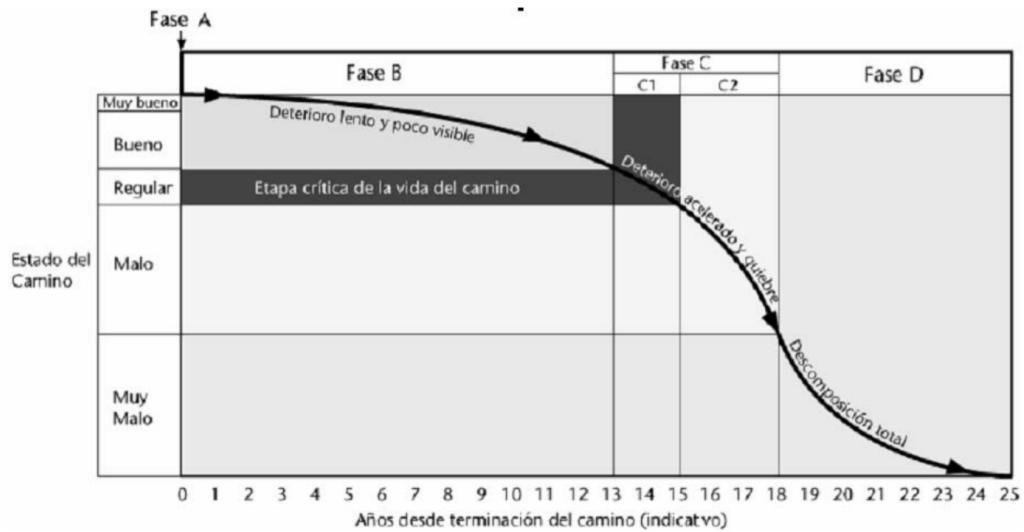


Figura 2.3: Deterioro de los pavimentos con el transcurso del tiempo (estado de caminos en Años)

Fuente: CEPAL (1994) citado por IPE (2007)

La primera fase (A) de la figura 2.3 del ciclo es la de “Construcción”, que, como su nombre lo indica, consiste en la construcción del camino y que, una vez terminado, entra en funcionamiento en excelentes condiciones y listo para satisfacer las necesidades de los usuarios.

La fase siguiente (B) es la de “Deterioro lento y poco visible”, dependiendo del tipo de pavimento que sea, durará cierta cantidad de años en los cuales el camino se desgastará y debilitará lentamente; lo que más se deteriorará será la capa superficial, pero también habrá desgaste de la estructura general. Su progreso será en función al volumen de tránsito de vehículos ligeros o pesados, el exceso de carga, las condiciones climáticas, la lluvia, la radiación solar, cambios en la temperatura, etc. Asimismo, dependerá de la calidad de la construcción inicial.

La tercera fase (C) se denomina de “Deterioro acelerado y quiebre”. Inicialmente no se perciben fallas estructurales, sin embargo, conforme pasan los meses, éstos comienzan a

notarse en la superficie siendo cada vez más severos y frecuentes. Los daños comienzan en zonas puntuales y sin una intervención éstas se generalizan originando que la condición del pavimento caiga en un estado crítico, en esta fase se requiere de costosos trabajos de rehabilitación.

La última fase (D) es la de la “Descomposición total”, en la cual el camino se encuentra en la fase final de su vida útil y termina por destruirse totalmente. Lo primero en notarse es la pérdida del pavimento (con el paso de vehículos pesados, este empieza a desprenderse por pedazos); los vehículos empiezan a deteriorarse, producto del mal estado de la pista, y a sufrir serios daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y chasis; esto genera un aumento en los costos de operación de los vehículos y en la cantidad de accidente

2.3.3 Efectos económicos de las políticas de intervención

2.3.3.1 Efectos en la entidad administradora

El MTC (2013), indica que las actividades de conservación deben realizarse de forma inmediata y en el menor tiempo posible desde el momento en que es detectado, estableciendo la “conservación rutinaria” y cuyo objetivo principal es reducir el costo por mantenimiento.

La figura 2.4 evidencia que para caminos asfaltados, la fase C es el momento preciso para una mantenimiento económico; si la intervención es anticipada a ésta fase, pierde la oportunidad de rentabilizar el dinero, por otro lado si el mantenimiento se efectúa demasiado tarde, los daños provocados en el pavimento generan un costo de mantenimiento que aumenta en el tiempo sustancialmente.

El Asphsl Institute (2009) referenciado en Menéndez (2012), señala que si la intervención es inoportuna, el costo de mantenimiento puede llegar a ser cuatro o cinco veces más que el invertido en un momento adecuado.

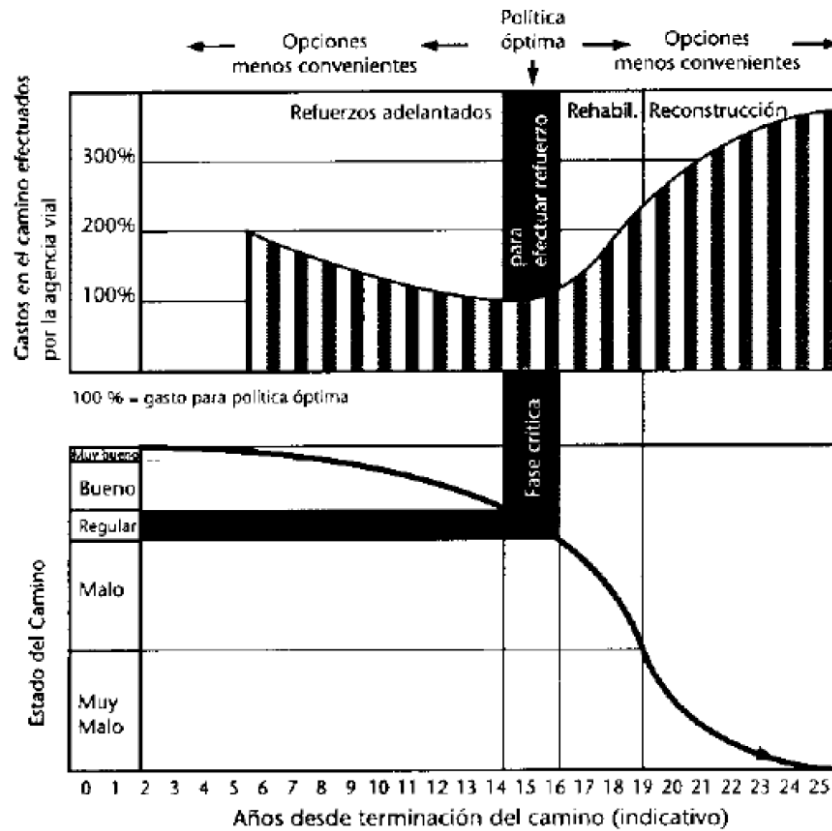


Figura 2.4: Gastos de conservación en caminos asfaltados según distintos escenarios de políticas de intervención.

Fuente: Schliessler and Bull (1992) citado por Menéndez (2012)

2.3.3.2 Efectos en los usuarios

El momento más apropiado para el usuario del mantenimiento de una vía, es cuando se empieza a percibir en el vehículo el deterioro del camino. Como se puede apreciar la figura N° 2.5 indica que, si la autoridad vial aplica un mantenimiento correcto en el momento oportuno, el COV prácticamente no varía, mientras que, conforme el pavimento se empieza a deteriorar, este costo aumentará sustancialmente.

2.4 Parámetros relacionados al tráfico

El tránsito de personas, mercancías, etc., por cualquier medio de transporte, inciden directamente en: el deterioro de la carretera, efectos de los trabajos, efectos sobre los usuarios y efectos sociales y medioambientales, de este modo los análisis económicos

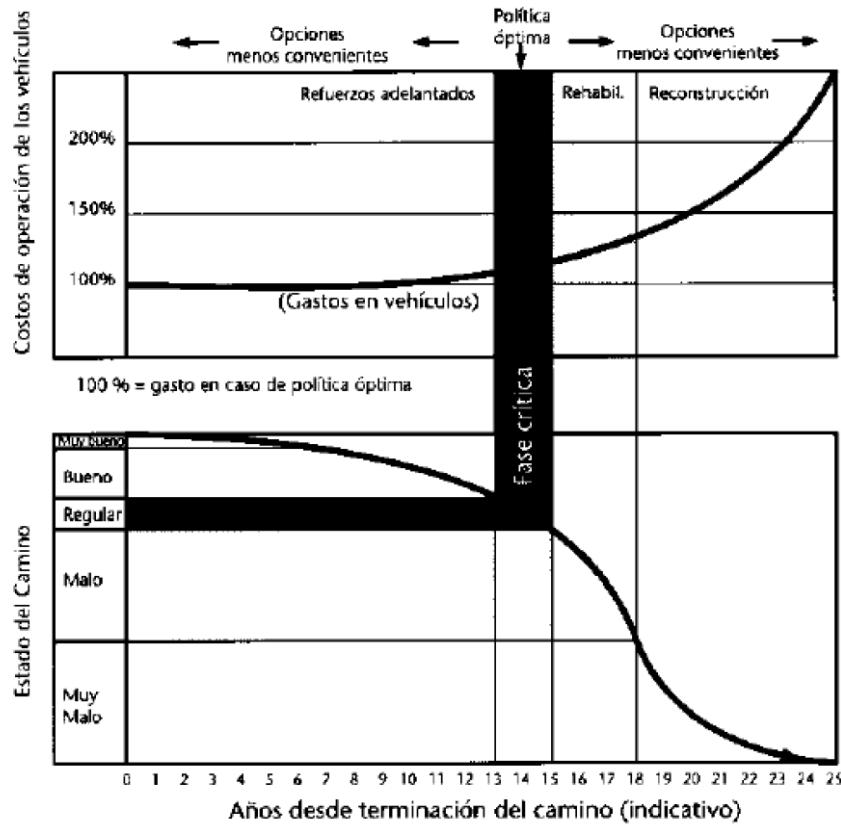


Figura 2.5: Efectos de la política de mantenimiento en el costo de operación vehicular

Fuente: Schliessler and Bull (1992) citado por Menéndez (2012)

son bastante sensibles a los datos del tráfico (Odoki y Kerali, 2000, p.B1-4).

2.4.1 Volumen de tráfico

El volumen de tráfico es el número de vehículos que pasa por un tramo de una carretera, en un tiempo determinado. La determinación del volumen se realiza mediante conteos o aforamientos que permiten obtener un patrón de tráfico y se expresa como el índice medio diario (IMD), el cual constituye junto a los datos de composición, el flujo básico para un período de análisis y la determinación de los volúmenes de tráfico futuros.

2.4.2 Composición del tráfico

Se define como las proporciones (%) de los diferentes tipos de vehículos que se utilizan en la vía, dicha composición se requiere para diferentes propósitos analíticos como: Predicción del deterioro del pavimento, estimado de los costos de la circulación, estimado del tiempo del trayecto, predicción de las cantidades de las emisiones de los vehículos, Cálculo del uso de energía y análisis económico.

2.4.3 Crecimiento del tráfico

Según el MTC (2014a), la tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socioeconómico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional, y la tasa de crecimiento de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el producto bruto interno (PBI).

El tráfico futuro para el modelo HDM-4 se especifica en función al periodo de crecimiento del tráfico, al IMD del año, al IMD del año inicial y al porcentaje anual de crecimiento de cada tipo de vehículo.

$$IMD_y = IMD_{\text{año inicial}} \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{(y-1)} \quad (2.1)$$

donde:

IMD_y : intensidad media diaria del año.

$IMD_{\text{año inicial}}$: intensidad media diaria en el año inicial (vehículos por día)

p : porcentaje anual de crecimiento de la IMD (%)

y : número de años

2.4.4 Cargas de tráfico

Para determinar la influencia de las cargas de tráfico vehicular sobre el pavimento, éstas se expresan en números ejes equivalentes. El AASHTO referenciado en MTC (2014a) define como un eje equivalente al factor destructivo causado sobre el pavimento de un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a presión 80 lb/pulg².

2.4.5 Velocidad

Cal y Mayor (2007) define la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, la velocidad se ha convertido en uno de los principales indicadores utilizados para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte, Cal y Mayor consideran dos tipos de velocidades, la primera es la velocidad de diseño, que está relacionada a la velocidad máxima a la que puede circular un vehículo con seguridad y cuando las características geométricas del proyecto gobiernan la circulación y la segunda es la velocidad de circulación que es la velocidad deseada o condicionada.

2.4.6 Capacidad

MTC (2014b) define a la capacidad como el número máximo de vehículos por unidad de tiempo, que pueden pasar por una sección de la vía, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito.

2.4.7 Relación velocidad-capacidad

Para representar la relación que hay entre la velocidad de circulación y la capacidad de vía, Hoban *et al.* (1994) propone un modelo denominado “tres zonas”. La curva típica de la relación Velocidad-capacidad de la figura 2.6 que se adopta para el transporte motorizado del HDM-4, es el modelo de tres Zonas lineales mostrado en la figura 2.7, la cual está relacionado con la velocidad a flujo libre y velocidad máxima.

Las zonas del modelo de Hoban son:

Primera Zona: Cubre el rango de velocidades a flujo libres, es decir no disminuyen por interacción del tráfico. Para carretera de dos carriles, esta zona cubre hasta el 10 % de la capacidad.

Segunda Zona: Cubre el rango de flujos respecto a un vehículo lento típico sobre el cual converjan las velocidades. Para carreteras de dos carriles cubre el rango de flujo de hasta 90 % de la capacidad.

Tercera Zona: Incluye velocidades que pueden ser más bajas incluso que las velocidades más lentas de la corriente de tráfico.

Las velocidades de referencia del modelo de Hoban son:

Velocidad libre: Es la velocidad de cada vehículo a cero flujo, solamente se afecta por las características físicas de la carretera y otros factores no relacionados con el tráfico.

Velocidad máxima: Cuando el flujo del tráfico aumenta, el promedio, de las velocidades de todos los vehículos, converge hacia la velocidad de los vehículos más lentos del flujo, siendo cada vez más decreciente. Cuando el flujo alcanza la capacidad máxima, el promedio de velocidades puede llegar a ser menor que la velocidad libre de los vehículos, y cualquier interferencia en el mismo puede causar que se detenga.

Para la figura 2.7 los límites del modelo de tres zonas lineales, son descritos a continuación:

Q_1 : el nivel de flujo más bajo al cual las interacciones con el tráfico son insignificantes en PCSE/h

Q_2 : capacidad sobre el cual convergen las velocidades (PCSE/h)

Q_{cap} : capacidad máxima de la carretera de flujo estable (PCSE/h)

S_{min} : velocidad del vehículo lento típico (Km/h)

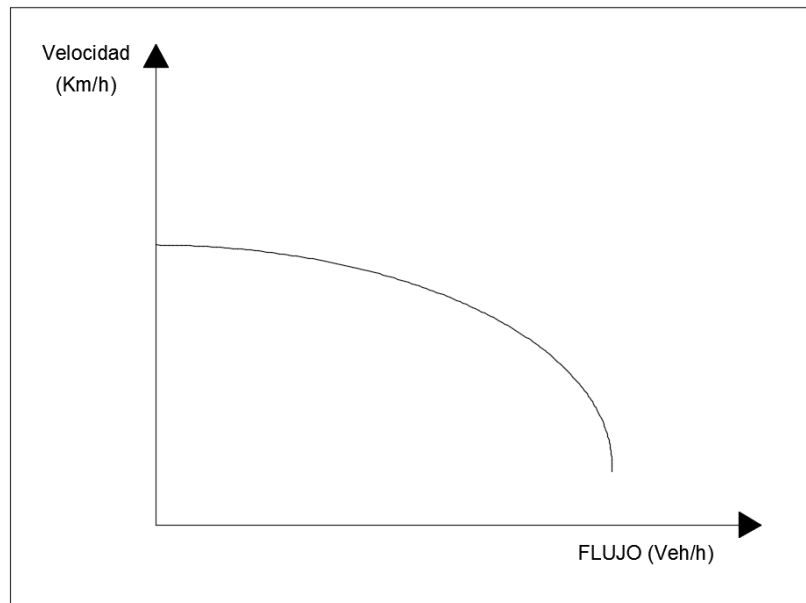


Figura 2.6: Modelo de Típico de velocidad-capacidad

Fuente: HDM-4

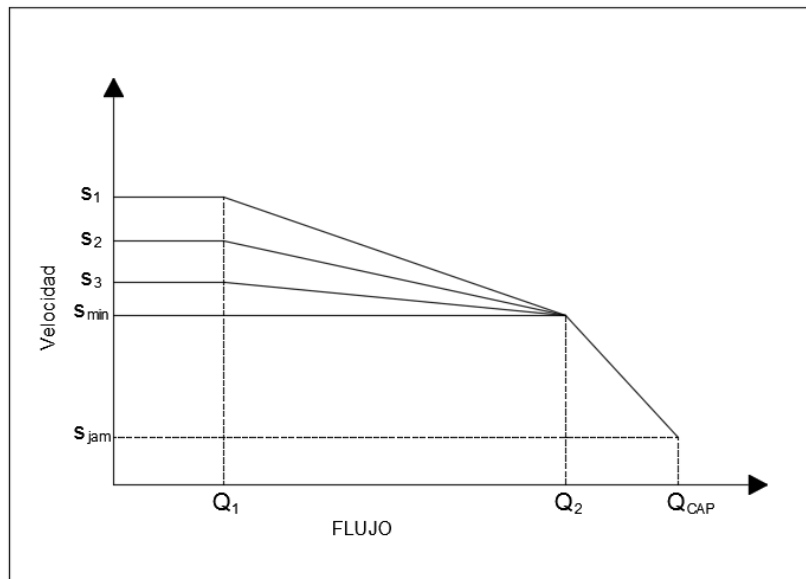


Figura 2.7: Modelo de Típico de velocidad-capacidad

Fuente: HDM-4

S_{jam} : velocidad a máxima capacidad (Km/h)

S_1 a S_3 : velocidades a flujo libre de diferentes tipos de vehículos (Km/h)

$PCSE$: equivalentes del espacio de pasajero por coche.

Las capacidades que limitan la primera y segunda fase del modelo “tres zonas”, se definen mediante las expresiones 2.2 y 2.3 respectivamente

$$Q_1 = XQ_1 \times XQ_{CAP} \quad (2.2)$$

$$Q_2 = XQ_2 \times XQ_{CAP} \quad (2.3)$$

Cuadro 2.1: Parámetros de modelos de capacidad y velocidad-Capacidad de diferentes tipos de carreteras.

Tipo de Carretera	Ancho (m)	XQ1	XQ2	QCAP (PC/hr)	SJAN
Carril sencillo	< 4	0.0	0.7	600	10
Carretera intermedia	4 a 5.5	0.0	0.7	1800	20
Carretera de dos carriles	5.5 a 9	0.1	0.9	2800	25
De dos carriles ancha	9 a 12	0.2	0.9	3200	30
De cuatro carriles	> 12	0.4	0.95	8000	40

Fuente: Hoban *et al.* (1994)

2.4.8 Vehículos equivalentes

Los diferentes tipos de vehículos que forman parte del tránsito deben ser expresado en vehículos equivalentes para la uniformización del espacio que ocupan en la vía, como lo señala JICA (2004) en el cuadro 2.2

2.5 Descripción y marco analítico del HDM-4

El modelo de estándares de conservación y diseño de carreteras (Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM-III)) desarrollado por el Banco Mundial se viene usando desde hace más de dos décadas para combinar la evaluación técnica y económica de proyectos, preparar programas de inversión y analizar estrategias de redes de carreteras. Para armonizar los sistemas de gestión de carreteras con herramientas de software, el Estudio internacional del desarrollo y gestión de carreteras (International Study of Highway Development and Management (ISOHDM)) amplía las capacidades del HDM-III y configura éstos modelos en un software denominado HDM-4 que sirve

Cuadro 2.2: Vehículos Equivalentes

Vehículo	Vehículo Equivalente (Veq)
Motocicleta	0.50
Mototaxi	0.75
Auto	1.00
Taxi	1.00
Auto colectivo	1.00
Caombi/ Camioneta rural	1.25
Microbús	2.50
Bus	3.00
Otros buses	3.00
Camión pequeño	1.50
Camión grande	2.50
Camiones articulados	6.00

Fuente: MTC/JICA (2004) Referenciado por MTC (2010)

como principal herramienta para el análisis, la planificación, gestión y evaluación del mantenimiento, mejora y la toma de decisiones relacionadas con la inversión de carreteras en base a los datos suministrados por el usuario (Kerali *et al.*, 2000).

**Figura 2.8:** Presentación del HDM-4

Fuente: Banco Mundial

El HDM-4 realiza el cálculo en base a una unidad de análisis denominado tramo homogéneo de la carretera, es decir, con características uniformes a lo largo del tramo

y utiliza diversos modelos en su estructura de funcionamiento como los modelos de deterioro de carreteras, efectos de los trabajos sobre la carretera y efectos de los usuarios de la carretera para las diferentes alternativas de transporte y tipos de pavimentos utilizados (Odoki y Kerali, 2000).

El modelo utilizado en el HDM-4 simula, para cada tramo de carretera, año por año, la condición y los fondos usados para la conservación en cada alternativa, así como las velocidades y fondos físicos consumidos por la circulación vehicular. Las cantidades físicas relacionadas con la construcción, la conservación y la circulación son estimadas a los precios y costos unitarios especificados (Kerali *et al.*, 2000, p. A1-5).

El HDM-4 no es una herramienta de optimización, en el sentido de que no es capaz de encontrar la solución óptima absoluta del problema, sino que realiza los cálculos correspondientes a cada alternativa y suministra los indicadores para que el usuario ordene las alternativas y posteriormente seleccione las que de acuerdo con su objetivo considere óptima.

El MEF (2015) Menciona que los análisis de estrategias, programas y análisis de proyectos con el HDM-4 son aplicables a proyectos urbanos e interurbanos.

En la figura 2.9 se describe como trabaja el Software HDM-4 como los modelos que incluye.

2.5.1 Modelos de deterioro de los pavimentos

FICEM(1996) citado por Solminihac (2001), refiere que los modelos de deterioro corresponden a expresiones matemáticas que permiten predecir el estado del pavimento en el tiempo, en base al conocimiento de las condiciones del mismo al momento de su puesta en servicio (diseño, material, geometría y construcción) y al momento de la realización del análisis (edad, aumento de carga y conservación); también menciona que estos modelos permiten pronosticar los efectos a corto y largo plazo de la conservación

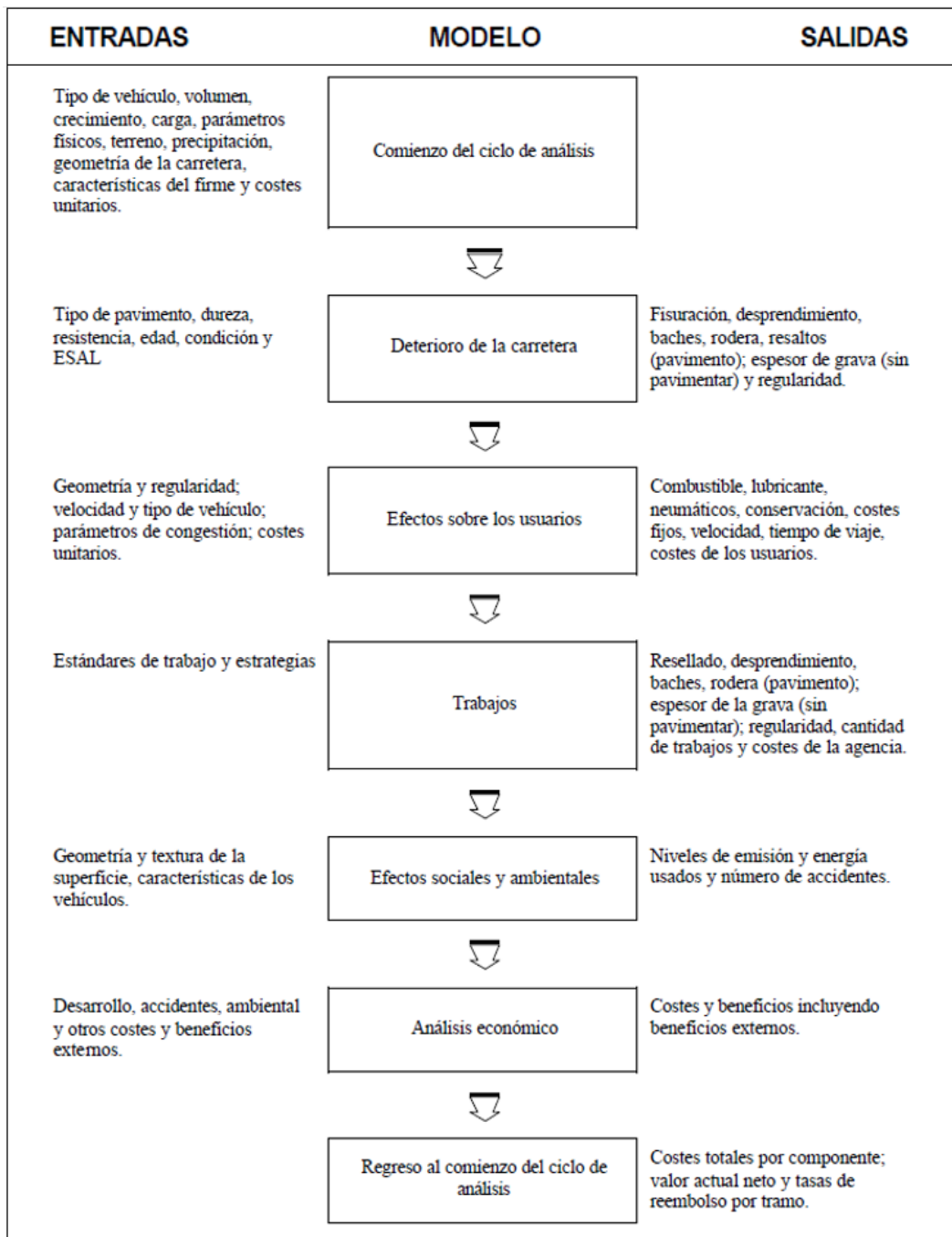


Figura 2.9: Análisis de ciclo de vida usando el HDM-4

Fuente: Kerali *et al.* (2000)

efectuada sobre ellos.

El HDM-4 incluye relaciones para la modelización de deterioro de la carretera (RD) y Efectos de los trabajos de la carretera (WE) con el propósito de predecir condiciones anuales de la carretera y para la evaluación de estrategias de trabajos, ambos modelos son empíricos y mecánicos, los modelos mecánicos dependen de parámetros muy difíciles de evaluar en campo, por lo que usan teorías ya establecidas del comportamiento del pavimento, mientras que los modelos empíricos se basan en los análisis estadísticos de las tendencias de deterioro. Las relaciones de RD y WE son por lo tanto modelos principalmente modelos empíricos estructurados (todos los modelos en detalle se explican en Odoki y Kerali (2000)).

2.5.1.1 Modelos de deterioro en pavimentos de concreto hidráulico

LAST (1997) refiere que en los pavimentos rígidos, la capa de concreto tiene mayor responsabilidad estructural y funcional, y las capas inferiores del pavimento tienen la misión de asegurar un soporte estable y uniforme para la capa superior, como se ve en la figura 2.10, la zona de influencia de cargas es más ancha que en la de un pavimento flexible como se vé en la figura 2.12; su deterioro está relacionados a la destrucción de la parte superior de ellos que podría generar erosión en el soporte.

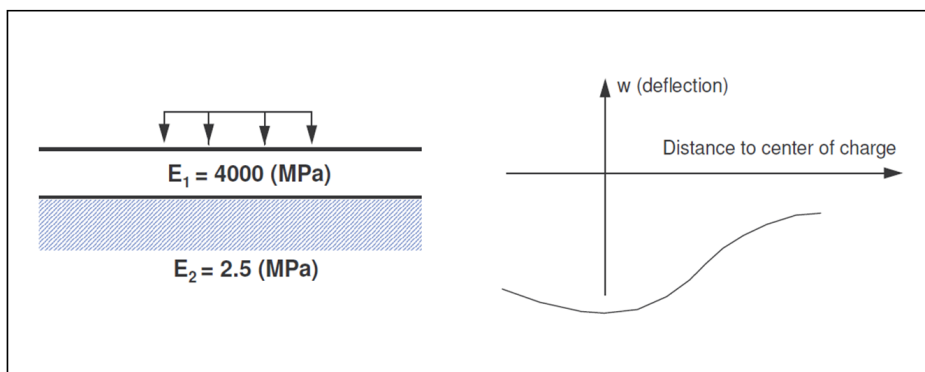


Figura 2.10: Zona de influencia de la carga en un pavimento rígido

Fuente: LAST (1997)

El tipo de modelo con el que trabaja el HDM-4 para predecir el deterioro del pavimento rígido depende de si el pavimento tiene o no refuerzo en las juntas y las losas. El HDM-4 utiliza 6 formas de deterioro que son:

- **Fisuración:**

El modelo de fisuración tiene como referencia a las fisuras transversales generado por efectos de dilatación y contracción térmica en las losas ya que tienen un efecto importante en la percepción de la calidad de circulación.

Para juntas no reforzadas, este modelo predice el estado de las fisuras en base al agotamiento acumulado de las losas, ERES Consultants (1995) referenciado por Odoki y Kerali (2000), mientras que en juntas reforzadas se basa en el arqueamiento y las condiciones del concreto causadas por variaciones de la temperatura.

El espesor de la losa , espacios entre juntas , fuerza de flexión del concreto , el clima/ medio ambiente son los factores que tienen efectos significativos en la propagación de las fisuras.

- **Resaltos:**

Los resaltos son producidos por la pérdida del material fino subyacente de la losa y por el aumento del mismo bajo las losas adyacentes, el flujo de este material se llama “bombeo” y se produce por la presencia de niveles altos de humedad bajo una losa que soporta carga de tráfico pesado.

El modelo de deterioro que se utiliza para la predicción de los resaltos dependen de factores como: el promedio de precipitación anual, aumento de tráfico, espesor de la losa y la resistencia de los pasadores, si los tuviera, ajustados con factores establecidos según el tipo de junta.

- **Desconchados**

Se refiere a la rotura de borde de la losa, hasta un máximo de 0.6 m del borde

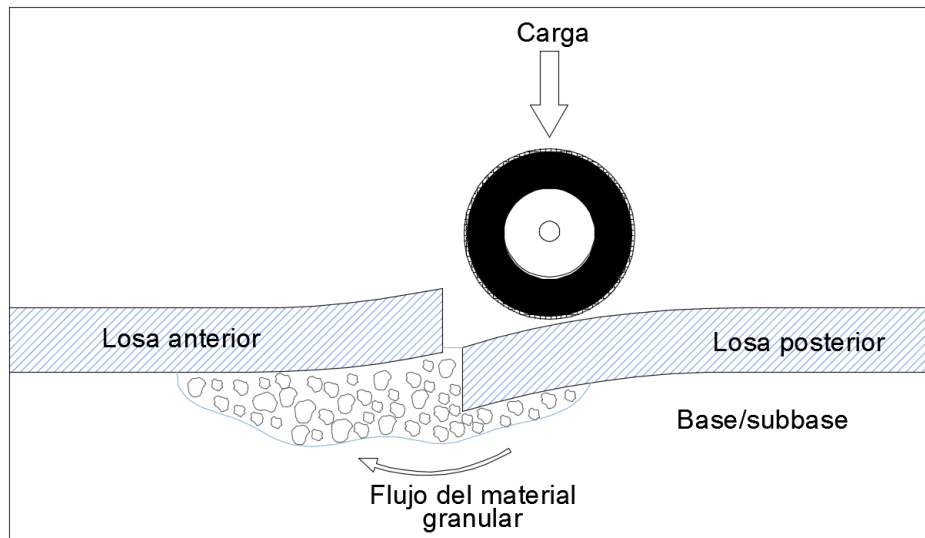


Figura 2.11: Resalto de juntas

Fuente: FL-GIV-001 (parr. 125)

de la junta, generalmente se extienden por todo el espesor de la losa y pueden ser causados por: la presencia de materiales incompresibles, la conformación incorrecta del concreto cerca de la junta o por la desintegración del concreto. Su modelo de predicción depende de factores como: la presencia de sello de juntas, de la separación entre juntas, edad del pavimento y temperaturas.

■ Roturas

Este deterioro ocurre principalmente en los pavimentos de concreto hidráulico continuamente reforzados causadas por las altas presiones de tensión, inducidas en el concreto hidráulico y en el refuerzo de acero, por la carga del tráfico y por los cambios en los factores medioambientales.

■ Pérdida de utilidad

Es una escala de la calidad de circulación, en el pavimento. Su modelo está correlacionado con la regularidad de la vía.

■ Regularidad

La regularidad es un indicador de la calidad de rodadura y según Odoki y Kerali

(2000) es una medida de las desviaciones de la capa a partir de una superficie realmente plana con dimensiones características, que afecta a la dinámica de los vehículos, a la calidad de la circulación, al peso dinámico y al drenaje

2.5.1.2 Modelos de deterioro en los pavimentos bituminosos

Los pavimentos flexibles se resisten a deformarse con deflexión en la superficie y con una distribución moderada de las tensiones verticales, los pavimentos flexibles tienen una zona de influencia de carga relativamente localizada, como se muestra en la figura 2.12, su destrucción está relacionado a la focalización de cargas. (LAST, 1997, p. 2-1).

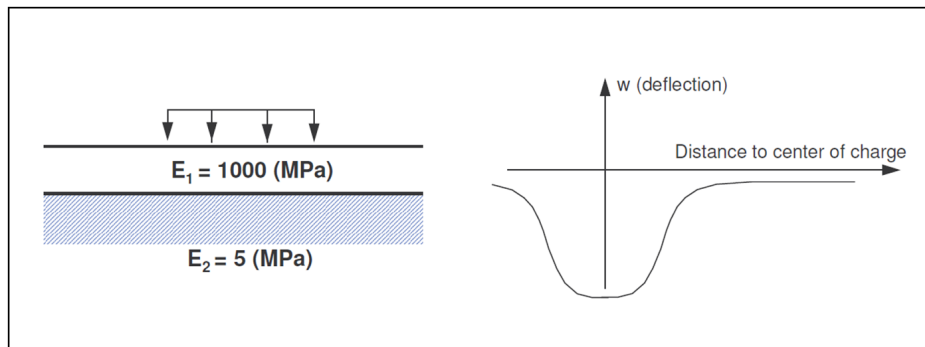


Figura 2.12: Esquema de la zona de influencia de la carga en un pavimento flexible.

Fuente: LAST (1997).

El HDM-4 predice la condición de deterioro a partir de un estado inicial, es decir, los cálculos se realizan a partir de las características estructurales del pavimento y de los resultados de conservación y mejora del año anterior. Utiliza modelos específicos según las combinaciones de los materiales de la capa y la base, cada una de estas combinaciones de materiales resulta en un grupo de valores de coeficientes predefinidos con los cuales trabaja.

La condición del pavimento al final del año se pronostica con la expresión 2.4.

$$[CONDICION]_b = [CONDICION]_a + \Delta [CONDICION] \quad (2.4)$$

Donde:

$[CONDICION]_b$: condición al final de año

$[CONDICION]_a$: condición al comienzo del año

$\Delta [CONDICION]$: cambios en la condición durante el año

El deterioro de la vía se define a partir de ocho modelos establecidos para estos tipos de pavimentos, que son:

■ **Fisuración:**

El agrietamiento o fisuración es uno de los más importantes deterioros de los pavimentos bituminosos y se caracteriza por tener dos fases, una de iniciación asociada al tráfico, resistencia estructural, clima, etc, y la otra fase de progresión, asociada solo al paso del tiempo y la adición de agua que debilita significativamente las capas subyacentes del pavimento.

■ **Desprendimiento del árido:**

Es la pérdida progresiva de material de la capa causado por efectos del clima y/o erosión del tráfico y varía considerablemente según las prácticas locales. El desprendimiento es un deterioro común en las construcciones pobres y en capas bituminosas finas, tales como tratamientos superficiales, pero no son frecuentes en construcciones de alta calidad o mezclas bituminosas calientes.

El inicio depende de la calidad de construcción en las superficies bituminosas, mientras que su progreso lo está en función del tráfico.

■ **Bacheo:**

Las áreas con baches, generalmente, se desarrollan en una capa de rodadura que previamente haya sufrido desprendimiento del árido, se haya fisurado, o ambos. La presencia de agua acelera la formación de baches, lo que produce un debilitamiento de la estructura del pavimento y una disminución de la resistencia de la capa y

de los materiales de la base hasta su posible desintegración.

El modelo de áreas con baches está en base a la calidad de construcción de la base (CDB) y se expresan en términos del número de baches con un área de 0,1 m² y se asume que es de 10 litros (es decir, 100 mm de profundidad).

■ **Rotura de borde:**

Se puede definir como la pérdida de la capa de rodadura y de los materiales de la base al borde del pavimento, causado por golpes y desgaste. Generalmente ocurre en carreteras estrechas, el modelo que usa el HDM-4, pronostica que ésta se producirá en carreteras entre 7.2 a 7.5 m con bermas sin sellar donde las ruedas de los vehículos pasan por encima o cerca de los bordes del pavimento.

■ **Rodera:**

La rodera se define como la deformación permanente asociada con las rodadas canalizadas que se acumulan con el tiempo convirtiéndose en roderas. (Paterson, 1987) citado por Odoki y Kerali (2000). Su modelamiento y predicción es en base al tráfico, al grado de compactación de la base, subbase y defectos de construcción de la capa de rodadura.

■ **Regularidad:**

La regularidad es un indicador de la calidad de rodadura y consta de varios componentes como fisuración, desintegración, deformación, conservación y el componente estructural (relacionado con la deformación de los materiales del pavimento bajo presiones impuestas por el peso del tráfico). El pronóstico de la regularidad abarca el total del área de la capa deteriorada más el área sin deterioros siendo igual a 100 %.

En la figura 2.13 Solminihaç (2001) muestra la interacción de los distintos modelos que influyen en la progresión de la irregularidad superficial.

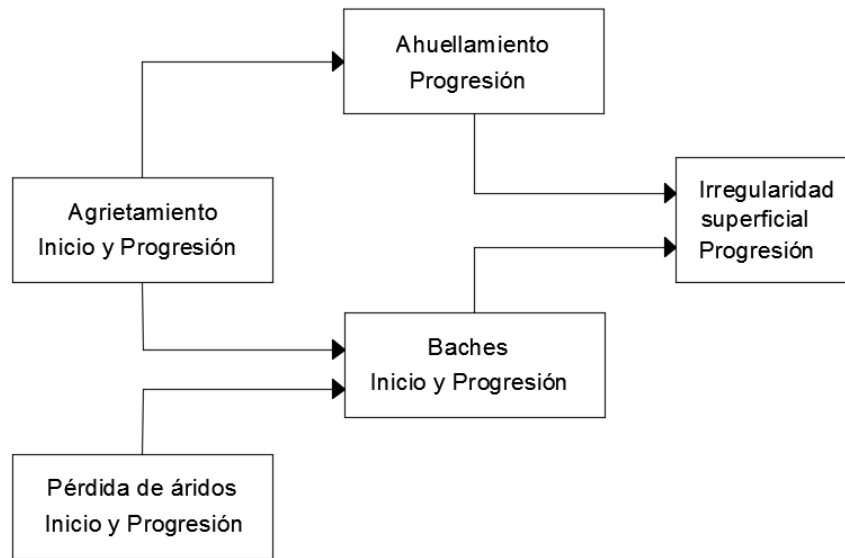


Figura 2.13: Interacción entre los distintos modelos de deterioro para predecir la progresión de la irregularidad superficial.

Fuente: Solminihac (2001)

- **Profundidad de la textura:**

El modelo para predecir el progreso de la textura depende de la macro y micro textura siendo quizá, la variable más importante en la determinación de las fuerzas relacionadas con el desgaste de los neumáticos de los vehículos.

- **Coefficiente de rozamiento:**

Está relacionado con los cambios de la micro textura durante el año y el aumento del tráfico.

2.5.2 Modelos de los efectos en los usuarios de la carretera

Son formulaciones mecánicas empíricas que determinan el tiempo de trayecto en el transporte (hora/ pasajero) y los costos en que incurren los vehículos motorizados. Los parámetros principales de los modelos que se usa en la determinación de los costos en que incurren los usuarios son: la geometría de la vía, la relación Capacidad-velocidad, la intensidad del tráfico (PCSE/h), condición de la carretera, tráfico (IMD) y costos de

los componentes de los vehículos por su uso en las condiciones señaladas anteriormente. En la figura 2.14 se muestra el efecto del estado de la vía en los costos de operación vehicular.

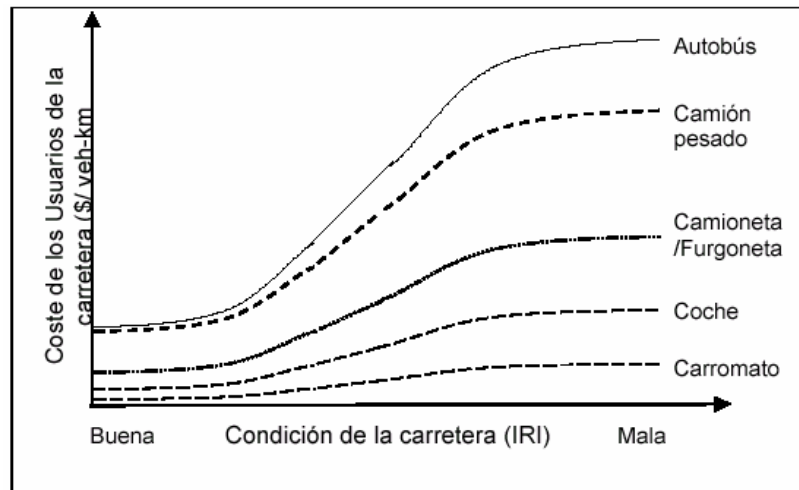


Figura 2.14: Efecto del estado de la vía en los costos de los usuarios

Fuente: ISOHDM(1995)

2.5.2.1 Modelos de operación vehicular

Para Solminihaç (2001), La función de un modelo de costos de operación de los vehículos es simular los efectos de las características físicas y la condición del camino sobre la velocidad de operación de los diversos tipos de vehículos, sobre sus consumos de combustible, lubricantes, requerimientos de mantención y además determinar el total de costos de operación. Los costos se encuentran multiplicando las cantidades de recursos consumidos por sus costos unitarios, los que son especificados por el usuario y agregando los costos correspondientes por depreciación, interés, gastos generales y además los correspondientes a los valores del tiempo de demora de pasajeros y de retención de cargas.

El Consumo de los componentes de los vehículos mediante los diferentes modelos que usa el HDM-4, se basan en las características, parámetros y factores establecidos para vehículos representativos que los modelos consideran (figura 2.15 y cuadro 2.3) y a los

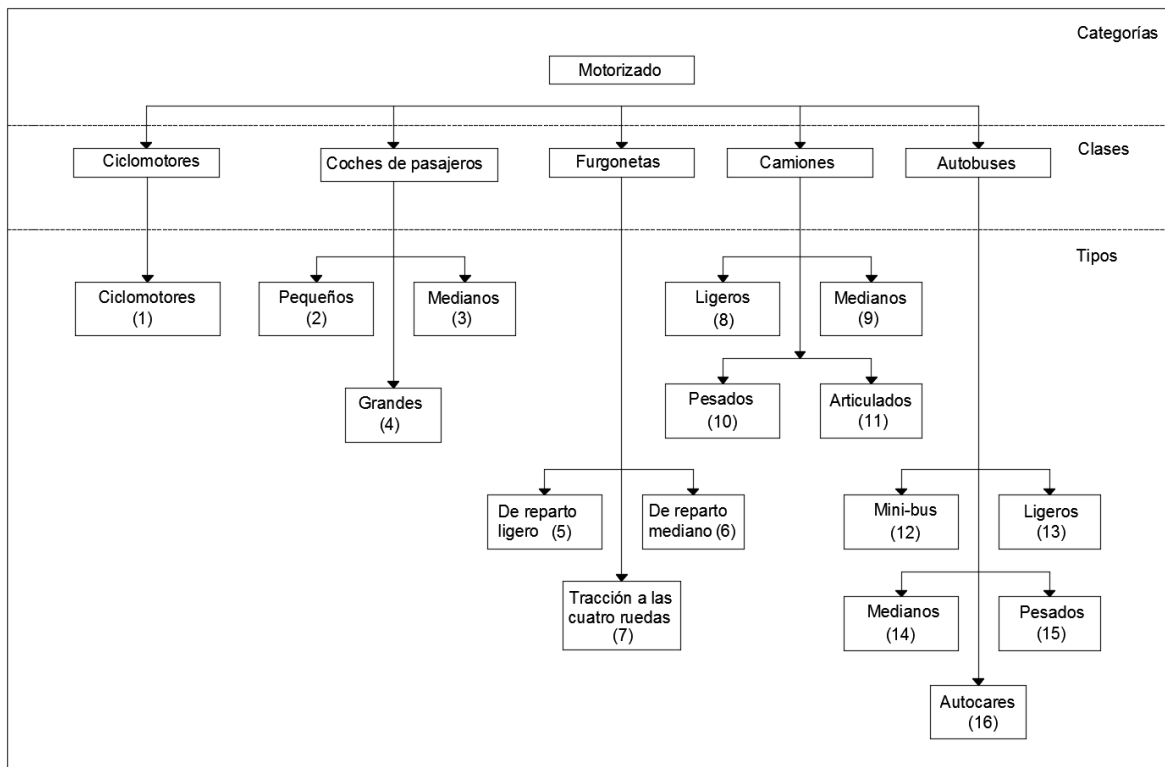


Figura 2.15: Definición de categorías, clases y tipos de vehículos motorizados

Fuente: NDLI (1995), citado por Odoki y Kerali (2000)

cuales se ajustan, los diferentes tipos de vehículos que componen el parque automotor de la carretera en estudio, según su área frontal, dimensiones y peso.

El agrupamiento de los vehículos del sistema de transporte de la vía en estudio se realiza en base a las características de los vehículos representativos mostrados en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3: Clases y características básicas de los vehículos representativos predefinidos

Vehículo número	Tipo	Descripción	Abreviatura	Tipo de combustible	Número de ejes	Número de ruedas	Coef. de resistencia aerodinámica	Area frontal definida (m ²)	Tara (T)	Carga (T)
1	Motocicleta	Motocicleta o scooter	MC	P	2	2	0,70	0,8	0,1	0,2
2	Coche pequeño	Coche pequeño de pasajeros	PC-S	P	2	4	0,40	1,8	0,8	1,0
3	Coche mediano	Coche mediano de pasajeros	PC-M	P	2	4	0,42	1,9	1,0	1,2
4	Coche grande	Coche grande de pasajeros	PC-L	P	2	4	0,45	2,0	1,2	1,4
5	Furgoneta de reparto ligera	Furgoneta o pick-up	LDV	P	2	4	0,50	2,0	1,3	1,5
6	Furgoneta de reparto mediana	Camión muy ligero para reparto de artículos (4 ruedas)	LGV	P	2	4	0,50	2,8	0,9	1,5
7	Tracción 4 ruedas	Tipo de vehículo Land Rover/Jeep	4WD	P	2	4	0,50	2,8	1,5	1,8
8	Camión ligero	Camión pequeño de dos ejes rígidos (aprox. < 3.5 T)	LT	D	2	4	0,55	4,0	1,8	2,0
9	Camión mediano	Camión mediano de dos ejes rígidos (> 3.5 T)	MT	D	2	6	0,60	5,0	4,5	7,5
10	Camión pesado	Camión de varios ejes rígidos	HT	D	3	10	0,70	8,5	9,0	13,0
11	Camión articulado	Camión articulado o con trailer	AT	D	5	18	0,80	9,0	11,0	28,0
12	Mini-bus	Autobús/furgoneta pequeño (usualmente 4 ruedas)	MNB	P	2	4	0,50	2,9	1,1	1,5
13	Autobús ligero	Autobús ligero (aprox. < 3.5 T)	LB	D	2	4	0,50	4,0	1,75	2,5
14	Autobús mediano	Autobús mediano (3.5 - 8.0 T)	MB	D	2	6	0,55	5,0	4,5	6,0
15	Autobús pesado	Varios ejes o dos ejes grandes	HB	D	3	10	0,65	6,5	8,0	10,0
16	Autocar	Autobús grande para trayectos de largas distancias	COACH	D	3	10	0,65	6,5	10,0	15,0

Fuente: NDLI (1995), citado por Odoki y Kerali (2000)

Nota: Tipo de combustible

P = gasolina

D = Diesel

Los modelos de consumo de los componentes de los vehículos se describen de forma general a continuación, y se recomienda revisar Odoki y Kerali (2000) si se desea su profundización.

■ **Consumo de Combustible:**

Para Biggs (1988) el modelo de combustible que usa el HDM-4 está basado en el modelo de combustible mecánico ARFCOM que está fundamentado en el desgaste de energía para el uso de áreas de tráfico en la gestión de transporte. El consumo de combustible es proporcional a las fuerzas que actúan sobre el vehículo y en consecuencia a los requisitos totales de potencia del motor.

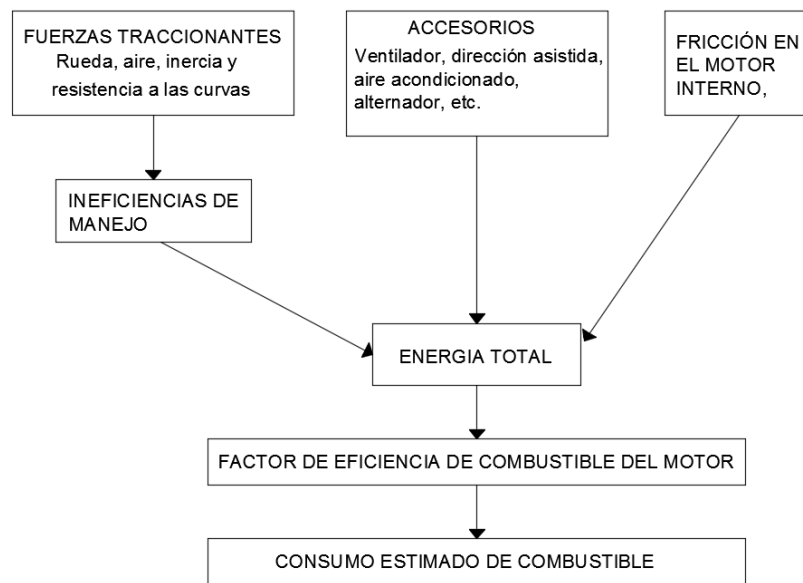


Figura 2.16: Diagrama de flujo que muestra la estimación del consumo de combustible usando ARFCOM

Fuente: Biggs (1988)

El consumo de combustible por cada tramo, se calcula a partir de: la tasa de consumo ya establecido para cada tipo de vehículo, el factor de eficiencia del combustible según la pendiente, la potencia requerida para el movimiento del vehículo y a los adicionales de consumo por cambios de velocidad.

- **Consumo de lubricantes:**

Odoki y Kerali (2000) refiere que el modelo utilizado para la predicción del consumo de lubricantes se basa en el modelo desarrollado por Pienaar (1984) el cual tiene dos componentes: la pérdida de aceite debido a la contaminación y a la circulación. La pérdida debida a la contaminación es una función del tiempo entre los cambios de aceite, mientras que la pérdida debida a la circulación se calcula como una función del consumo de combustible y cuyo valor está definido para cada tipo de vehículo.

- **Consumo de neumáticos:**

Watanatada et al. (1987) referenciado por Odoki y Kerali (2000) sostiene que el modelo de consumo de neumáticos se basa en la teoría de energía de deslizamiento. El consumo de neumáticos de un vehículo es proporcional a los requisitos de energía, los cuales se calculan como una función de las fuerzas circunferenciales, laterales y normales que actúan sobre cada rueda y que a su vez dependen de la pendiente de la carretera, la regularidad y textura del pavimento, del tipo de superficie de rodadura, la velocidad de conducción, del peso del vehículo y de los volúmenes de desgaste de la banda de rodadura predefinidos para cada tipo de vehículo.

- **Consumo de repuestos:**

Según Odoki y Kerali (2000), El costo de los repuestos constituyen un componente significativo de los costos de circulación de los vehículos. Los repuestos dependen de la edad del vehículo en kilómetros, de la regularidad de la capa de rodadura y de los ciclos de cambios de la velocidad.

Los ciclos de cambios de la velocidad (aceleraciones y desaceleraciones) ocurre debido a la congestión del tráfico, a la presencia del TNM, al rozamiento y al

comportamiento del conductor, afectan también, a la tasa de desgaste y deterioro del vehículo y sus componentes, en este sentido el consumo de repuestos dados por la circulación, la edad del vehículo y la condición de la carretera, es afectado por factores característicos de la intensidad de tráfico (aceleraciones y desaceleraciones) como un porcentaje del aumento de combustible.

■ **Vida útil del vehículo:**

La cuantificación del consumo de parte de la vida útil del vehículo (depreciación) que se genera por su uso, el modelo que usa el HDM-4 lo estima en función a los kilómetros conducidos, al promedio de la vida útil del vehículo y al tiempo de recorrido que a su vez depende de las características de geometría y condición de la vía. Para tal efecto se puede usar dos métodos, una de vida constante, que calcula la depreciación considerando que la vida útil del vehículo es constante, es decir, independiente de la velocidad y al uso del vehículo, mientras que el método de vida optima considera como vida útil del vehículo al tiempo únicamente de operación, es decir, el tiempo de vida útil del vehículo depende únicamente de la distancia recorrida en la que el vehículo se estima que será desechado.

■ **Horas de trabajo de mantenimiento:**

Representan la cantidad de horas necesarias para el cambio de repuesto y reparaciones del vehículo, el modelo determina el número de horas de trabajo de mantenimiento en base al consumo de repuestos y factores predefinidos por el modelo.

2.6 Formulación teórica sobre evaluación económica de pavimentos

El objetivo de toda inversión desde un punto de vista económico y racional es la creación del valor, para esto se debe determinar si un proyecto de inversión es o no una

buena decisión financiera. En el caso particular de los pavimentos, la unidad básica del análisis en HDM-4 para su evaluación económica es el tramo homogéneo de la carretera; sobre el cual se proyectan las cantidades físicas del consumo de recursos, luego se multiplica por sus correspondientes costos unitarios para obtener así, los costos del usuario (COV) y de la administración (mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción) (Odoki y Kerali, 2000, p G1-6).

El análisis económico para un periodo específico de un pavimento se realiza mediante procedimientos matemáticos y financieros, dándose inicio con un caso básico que generalmente es representado por un tramo con una rutina mínima de conservación existente, el flujo de costo proyectados en cada año de este caso básico es comparado con los beneficios de la implantación de otras opciones, es así que la pertinencia económica de realizar un proyecto o el ordenamiento de alternativas de inversión se miden en función a indicadores como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y la relación beneficio costo. Si el VAN resulta positivo entonces esto implica que la RBC es mayor a 1 y que el TIR es mayor a la tasa de descuento seleccionada que viene a ser la rentabilidad esperada o costo de capital (UNICON, 2016, p. 6).

2.6.1 Valor Presente Neto (VPN)

Es el cálculo en soles de hoy y se define como la suma de los costos y beneficios descontados de un proyecto o inversión, se obtiene al sumar los flujos positivos asociados a un proyecto/inversión. Al tratarse de una suma en valor presente se requiere, además de los flujos de caja del proyecto, una tasa de descuento ($i\%$) o costo de oportunidad para poder calcular el valor equivalente de los flujos a soles del momento cero (tiempo actual o año base) (Villareal, 2013, p.80).

Para la comparación del valor actual neto de proyectos de inversión cuya evaluación se realiza a precios reales o constantes se debe utilizar la Tasa Social de Descuento

General que es de 8 % (MEF, 2017, p.2).

Para que un proyecto de carreteras sea viable el VPN tiene que cumplir con que sea positivo y con un valor mayor a 0.

La interpretación del VPN es la que se muestra en el Cuadro 2.4

Cuadro 2.4: La interpretación del VAN

Resultados VAN	Regla de decisión	Significado
VAN>0	El proyecto debe realizarse	RP>CO
VAN=0	El proyecto es indiferente	RP=CO
VAN<0	El proyecto no es conveniente	RP<CO

Fuente: Villareal (2013)

Donde:

RP : tasa de rendimiento del proyecto (%)

CO : Costo de oportunidad (o tasa de descuento o TIO)

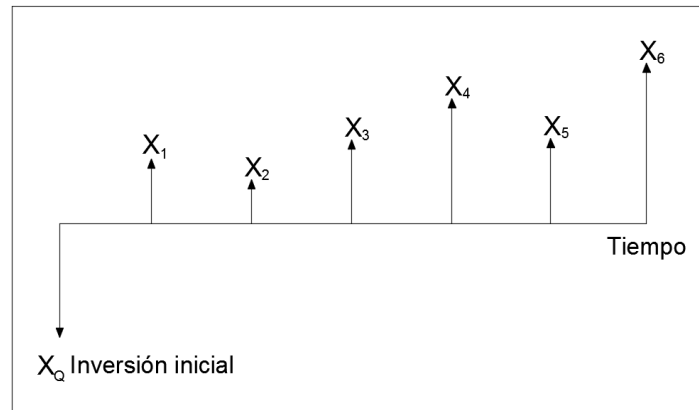


Figura 2.17: Diagrama de flujos económico del proyecto

Fuente: Villareal (2013)

La ecuación genérica del VAN de la figura 2.17 se muestra a continuación en la expresión 2.5 y de forma general el VAN se calcula según la fórmula 2.6

$$VAN_{(TD=i\%)} = -X_0 + \frac{X_1}{(1+i\%)^1} + \frac{X_2}{(1+i\%)^2} + \frac{X_3}{(1+i\%)^3} + \frac{X_4}{(1+i\%)^4} + \frac{X_5}{(1+i\%)^5} + \frac{X_6}{(1+i\%)^6} \tag{2.5}$$

$$VAN_{(TD=i\%)} = \sum_{i=0}^n \frac{X_i}{(1+i\%)^i} \tag{2.6}$$

Donde:

X_i : flujo de dinero en cada periodo i

$i\%$: tasa de descuento

n : número de periodos de tiempo

2.6.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR pretende responder a la pregunta ¿Cuál es la rentabilidad efectiva periódica de un proyecto/inversión? La TIR utiliza como materia prima los flujos de caja del proyecto/inversión, al igual que el VPN; sin embargo, a diferencia de este, el cálculo de la TIR no requiere de una estimación del costo de oportunidad o tasa de descuento.

En la búsqueda de la respuesta a la pregunta sobre la rentabilidad efectiva por periodo de una inversión, lo que pretende el indicador de la TIR es establecer cuál es la rentabilidad que obtienen los dineros que permanecen invertidos durante la vida de ejecución de un proyecto/inversión, es decir el TIR es la tasa de descuento con la cual el valor actual neto (VAN) es igual a cero, esto sucede porque la tasa de retorno por periodo del proyecto o también conocido como tasa de rendimiento del proyecto es igual a la tasa de descuento o costo de oportunidad (Villareal, 2013, p.89-92)

La regla de decisión considerada es la que se muestra en el Cuadro 2.5.

Cuadro 2.5: Criterio de decisión sobre la conveniencia de un proyecto

Resultados TIR	Regla de decisión	Significado
TIR>0	Sí, el proyecto es conveniente	Crea valor
TIR=0	Indiferente	No crea ni destruye valor
TIR<0	No, el proyecto no es conveniente	Destruye valor

Fuente: Villareal (2013)

El TIR del flujo de dinero de la figura N° 2.17 se muestra en la expresión 2.7

$$TIR = i \% \rightarrow -X_0 + \frac{X_1}{(1+i\%)^1} + \frac{X_2}{(1+i\%)^2} + \frac{X_3}{(1+i\%)^3} + \frac{X_4}{(1+i\%)^4} + \frac{X_5}{(1+i\%)^5} + \frac{X_6}{(1+i\%)^6} = 0 \quad (2.7)$$

La ecuación genérica del TIR se muestra en la expresión 2.8.

$$TIR = i \% \rightarrow \sum_{i=0}^n \frac{X_i}{(1+i\%)^i} = 0 = VAN_{(TD=i\%)} \quad (2.8)$$

Donde:

X_i : flujo de dinero en cada periodo i .

i %: tasa interna de retorno.

n : número de periodos de tiempo.

2.6.3 Relación Beneficio Costo (RBC)

La relación beneficio costo es uno de los indicadores de bondad económica más utilizados en el estudio de proyectos del sector público, así como también del sector privado. Esta relación está basada en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, matemáticamente se expresa como una relación entre los beneficios o ingresos del proyecto y sus egresos o costos. Los beneficios y costos deben convertirse a una unidad monetaria equivalente (VP) esto debido a que se trabaja con el valor del dinero en el tiempo. El criterio de selección es el siguiente:

Cuando la relación $B/C > 1$, el proyecto genera valor y debe aceptarse.

Cuando la relación $B/C = 1$, es indiferente a aceptar o rechazar el proyecto.

Cuando la relación $B/C < 1$, el proyecto debe rechazarse.

$$\frac{B}{C} = \frac{VP(\text{Beneficios o ingresos del proyecto})}{VP(\text{Costos totales del proyecto})} = \frac{VP(B)}{1 - VP(VS) + VP(AOM)} \quad (2.9)$$

Donde:

$VP(*)$: Valor presente de *

B : beneficios del proyecto propuesto

I : inversión inicial

VS : valor de salvamento

AOM : costos de administración, operación y mantenimiento

2.6.4 Criterio de asignación de capital

De todos los indicadores, el más confiable es el VAN (Lira, 2012), debido a que el TIR y la relación B/C presentan resultados contradictorios cuando:

- Existen flujos no convencionales
- Las alternativas tienen montos o periodos de inversión distintos
- Los horizontes de las alternativas son distintos.
- Hay más de un signo negativo en el flujo de caja (más de una inversión o salidas de dinero)

Odoki y Kerali (2000) resume las reglas de asignación de presupuesto en lo siguiente:

- Cuando existen suficientes fondos disponibles para realizar todos los proyectos (cuando se debe elegir el proyecto más rentable de dos alternativas de la misma naturaleza);
 - Se seleccionan todos los proyectos independientes que tengan $VAN > 0$.
 - Se seleccionan alternativas de proyecto relacionados con el mayor VAN.
- Cuando la escasez de los fondos obliga a la distribución de capital (cuando se debe elegir entre un proyecto de naturaleza A y otro de naturaleza B);
 - Se seleccionan los proyectos independientes con el mayor VAN/relación de

costos.

- Se seleccionan proyectos relacionados usando el método de crecimiento VAN/costos

2.6.5 Conceptos de interés

Tasa de Descuento

Según MEF (2017) la Tasa Social de Descuento (TSD) representa el costo en que incurre la sociedad cuando el sector público extrae recursos de la economía para financiar sus proyectos. Se utiliza para transformar a un valor actual los flujos futuros de beneficios y costos de un proyecto en particular. La utilización de una única tasa de descuento permite la comparación del valor actual neto de los proyectos de inversión pública.

Si la evaluación del proyecto se realiza a precios reales o constantes se debe utilizar la tasa social de descuento General. Si la evaluación se realiza a precios nominales se debe utilizar la Tasa Social de Descuento Nominal.

La tasa social de descuento General es de 8 % según el seminario 2017 de actualización de la tasa de descuento organizado por el MEF, Anexo 03-INVIERTE.

Costos sociales y costos de mercado.

El precio social o económico refleja el verdadero costo que significa para la sociedad el uso de un bien, insumo, servicio o factor productivo y es igual al precio de mercado o financiero corregido por un factor de corrección que representa las distorsiones del mercado (impuestos, aranceles, subsidios, etc).

$$\text{Costo social} = (\text{Costo a precios de mercado}) \times (\text{factor de corrección}) \quad (2.10)$$

Materiales y métodos

3.1 Propuesta Metodológica

Con el objetivo de determinar el tipo de pavimento económicamente más rentable para el distrito de Ayacucho se busca la obtención del costo de ciclo de vida del pavimento rígido y flexible, para el cual se inicia con la delimitación del área de estudio de vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho en base al Sistema Vial de la M.P.H; Seguido a esto se obtiene el número de calles a analizar mediante el tamaño de muestra usando métodos estadísticos como el método estratificado con asignación proporcional.

En base al objetivo planteado de esta investigación se propone la construcción de un pavimento rígido y flexible (alternativa 1 y alternativa 2) a partir de un camino no pavimentado, las cuales se analizarán en función a una alternativa básica las cuales se definen a continuación:

Alternativa base:

Constituye la alternativa de referencia respecto al cual se obtendrá la disminución de costo de los usuarios y el aumento en costos de administración de pavimento en cada alternativa propuesta. Como alternativa base, se considera el caso hipotético de la construcción de un pavimento flexible, sometido al estándar de conservación actual que se aplica sobre las vías de pavimento flexible en el Distrito de Ayacucho a cargo de la UGRS-MPH.

Alternativa 1:

Se propone la construcción de un pavimento rígido diseñado según las cargas de

tráfico actuales y las características de la subrasante sobre las cuales se asienta el pavimento. El mantenimiento que se realizará sobre el pavimento de cada calle de análisis, será en función a los requerimiento del mismo para cumplir con el nivel de servicio exigido por el MTC(2013) para vías con $IMD > 6000$.

Alternativa 2:

Se propone la construcción de un pavimento flexible diseñado según las cargas de tráfico actuales y las características de la subrasante sobre las cuales se asienta el pavimento. El mantenimiento que se realizará sobre el pavimento de cada calle de análisis, será en función a los requerimiento del mismo para cumplir con el nivel de servicio exigido por el MTC(2013) para pavimentos con calzada asfáltica con $IMD > 6000$.

Como herramienta de cálculo se hace uso del software HDM-4 propuesto por el Banco Mundial, esta herramienta muy útil para evaluaciones económicas requiere el ingreso de datos como: Características climáticas que se obtuvo del INDECI (2004), características del tránsito como el volumen y composición conseguidas a través de aforos vehiculares mediante el método manual, también se requiere de las características geométricas logradas de la recolección de expedientes técnicos de instituciones públicas como del Gobierno Regional de Ayacucho y de la Municipalidad Provincial de Huamanga, a partir del aforamiento y de las características geométricas se obtiene la capacidad de vía mediante el método descrito por el HCM recomendado por el Plan Intermodal de Transportes del Perú perteneciente al MTC, seguidamente la caracterización del parque vehicular se obtiene de las fichas técnicas de cada tipo de vehículo de mayor uso dentro de la ciudad y en base a los parámetros opcionales para uso del HDM-4 sugeridos por la oficina General de Planeamiento y Presupuesto del MTC.

El HDM-4 a través de los submodelos que lo componen facilita el cálculo de los costos de operación del pavimento, de los costos de operación vehicular y de los índices

de rentabilidad que finalmente se desea saber.

El costo de construcción de los pavimentos de las calles en estudio se adquiere de los presupuestos de los expedientes técnicos recopilados de instituciones públicas como el Gobierno Regional de Ayacucho y de la Municipalidad Provincial de Huamanga actualizados en sus metrados.

3.2 Delimitación del Área de Estudio

3.2.1 Clasificación de vías en la ciudad de Ayacucho

La población de estudio para la evaluación económica son las calles consideradas como vías arteriales y colectoras en base al Sistema Vial adoptado en Lizarbe (2014) y criterios de investigación de cumplimiento fijadas para cada vía en el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas -2005 (Vilchez, 2005).

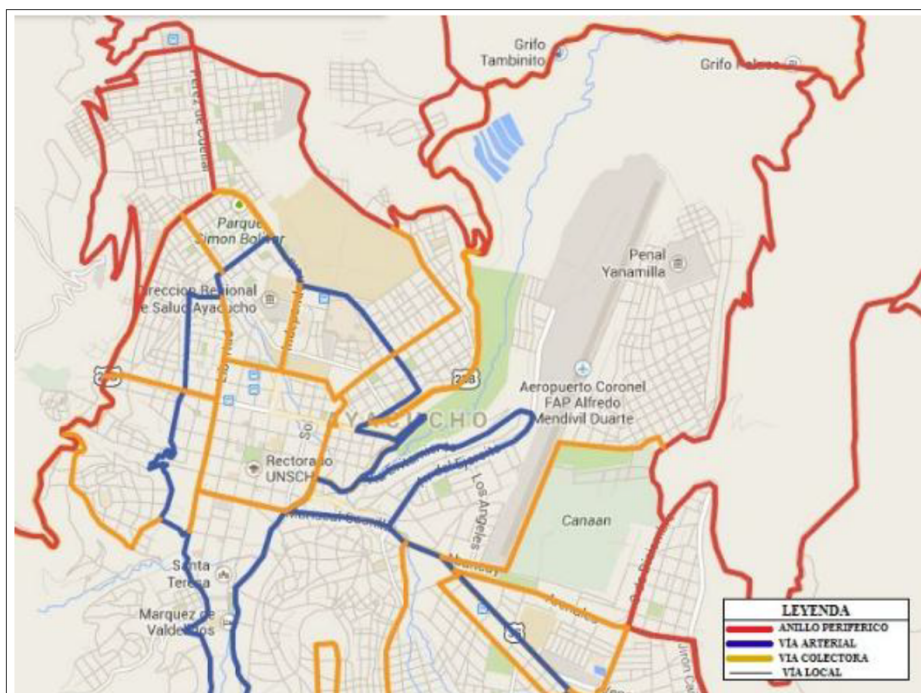


Figura 3.1: Clasificación vial de la ciudad de Ayacucho

Fuente: Lizarbe (2014)

Cuadro 3.1: Parámetros vinculados a la clasificación de vías urbanas

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
Velocidad de Diseño	Entre 80 y 100 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
Características del flujo	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
Control de Accesos y Relación con otras vías	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
Número de carriles	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/sentido
Servicio a propiedades adyacentes	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
Servicio de Transporte público	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en " Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido
Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente

Fuente: Vilchez (2005)

3.2.1.1 Vías Expresas

Las vías expresas establecen la relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tránsito de paso (origen y destino distantes entre sí). Unen zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos, con circulación a alta velocidad (entre 80 y 100 km/h) tienen flujo ininterrumpido con 3 o más carriles por sentido.

No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones y su estacionamiento, carga y descarga de mercancías no está permitida, salvo emergencias. A este tipo de vías también se llaman autopistas.

3.2.1.2 Vías Arteriales

Las vías arteriales permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez (velocidad entre 50 y 80 km/h), baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante, Tienen 2 ó 3 carriles por sentido.

Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido.

Los peatones deben cruzar solamente en las intersecciones o en cruces semaforizados especialmente diseñados para el paso de peatones.

El término Vía Arterial no equivale al de Avenida, sin embargo, muchas vías arteriales han recibido genéricamente la denominación de tales.

3.2.1.3 Vías Colectoras

Las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales.

El flujo del tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas

y la velocidad de tránsito varía entre 40 y 60 km/h.

Este tipo de vías, han recibido muchas veces el nombre genérico de Jirón, vía Parque, e inclusive Avenida.

3.2.1.4 Vías Locales

Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto.

La velocidad de tránsito vehicular es entre 30 y 40 km/h, está permitido el uso de vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto.

3.2.2 Población de estudio

La población de estudio que se asume para la evaluación económica son las calles consideradas como vías arteriales y colectoras se basan principalmente en la clasificación del sistema vial que forma parte del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Ayacucho MPH (2008) y criterios asumidos como los considerados para la Av. Javier Pérez de Cuellar, que está siendo catalogada como vía expresa según MPH (2008) y cuya principal finalidad es restringir la circulación del tránsito pesado en la ciudad, sin embargo, esta clasificación no cumple con las características de vías expresas, descritas anteriormente. En consecuencia, se considera conveniente hacer un análisis de ésta importante vía, es así que la clasificaremos como parte de las vías arteriales.

En los cuadros 3.2 y 3.3 se muestran las calles consideradas como vías arteriales y colectoras de la población de estudio.

3.2.3 Tamaño de la muestra

Para determinar el número de muestra se usará el método estratificado con asignación proporcional en base a la disponibilidad de recursos.

Cuadro 3.2: Vías Arteriales

Nº	VÍAS ARTERIALES
1	Jr. José Olaya
2	Av. Nery García Zárate
3	Av. Masprone
4	Av. Universitaria
5	Av. Independencia Tramo 2: Av. Universitaria - Av. Masprone
6	Av. Mariscal Castilla
7	Av. Valdelirios
8	Jr. Antunez de Mayolo
9	Av. Javier Pérez

Fuente: Elaboración propia en base a (MPH,2008) y (MDGVU,2005)

Cuadro 3.3: Vías Colectoras

Nº	VÍAS COLECTORAS
1	Av. Independencia Tramo 1: Av. Universitaria - Jr. Quinua Tramo 3: Av. Masprone - Av. J. Pérez de Cuellar
2	Jr. Pockra
3	Av. Los Incas
4	Av. 26 de Enero
5	Jr. Libertad
6	Prolongación Mariscal Cáceres
7	Av. Democracia
8	Av. José Carlos Mariátegui
9	Jr. Javier Heraud
10	Av. Señor de Quinuapata
11	Jr. Quinua
12	Av. Nueva Independencia
13	Jr. Carlos F. Vivanco
14	Jr. Fransisco Pizarro

Fuente: Elaboración propia en base a (MPH,2008) y (MDGVU,2005)

En términos de nuestro objetivo se busca usar una asignación que presente una cantidad especificada de información a un costo mínimo.

El mejor esquema de asignación está influido por el número total de elemento en cada estrato, la variabilidad de las observaciones en cada estrato, el costo para obtener

una observación de cada estrato (Scheaffer *et al.*, 2006, p.89-99).

$$n_i = n \frac{N_i \sqrt{p_i q_i / c_i}}{N_1 \sqrt{p_1 q_1 / c_1} + N_2 \sqrt{p_2 q_2 / c_2} + \dots + N_L \sqrt{p_L q_L / c_L}} \quad (3.1)$$

$$n_i = n \frac{N_i \sqrt{p_i q_i / c_i}}{\sum_{k=1}^L N_k \sqrt{p_k q_k / c_k}} \quad (3.2)$$

Donde: n_i : tamaño de la muestra del i-ésimo estrato

n : tamaño total de la muestra

N_i : tamaño del i-ésimo estrato

p_i : proporción poblacional para el i-ésimo estrato.

c_i : costo por obtener una observación individual del i-ésimo estrato.

La expresión anterior toma una forma muy simple cuando las proporciones, así como los costos, sean iguales en todos los estratos. tomando la siguiente forma.

$$n_i = n \left(\frac{N_i}{N} \right) \quad (3.3)$$

Donde: n_i : tamaño de la muestra del i-ésimo estrato

n : tamaño total de la muestra

N_i : tamaño del i-ésimo estrato

N : Tamaño total de la población

c_i : costo por obtener una observación individual del i-ésimo estrato.

A este método de asignación de los tamaños de muestra de los estratos se denomina asignación proporcional.

3.2.4 Cálculo del tamaño de la muestra

En base a la recolección de datos obtenidos en la Municipalidad Provincial de Huamanga (CRAET y Archivo central) y Gobierno Regional de Ayacucho (Archivo central), como se muestra en los cuadros 3.4 y 3.5 , se tiene registro de la existencia de 8 expedientes de pavimentación entre vías consideradas como arteriales y colectoras que cuentan con datos suficientes para la investigación.

Cuadro 3.4: Relación de expedientes técnicos existentes de vías arteriales

VÍAS ARTERIALES		EXPEDIENTE TÉCNICO DISPONIBLE		ACCESO A INFORMACIÓN	
Nº	DESCRIPCION	DENOMINACIÓN	AÑO	ENTIDAD	OFICINA
1	Jr. José Olaya	Estudio de suelo de la subrasante obra pavimentación Jr. José Olaya.	2005	MPH	Archivo Central
2	Av. Nery García Zárate	---	---	---	---
3	Av. Masprone	---	---	---	---
4	Av. Universitaria	---	---	---	---
5	Av. Independencia (tramo 2)	---	---	---	---
6	Av. Mariscal Castilla	Rehabilitación y Mejoramiento de la Av. Ramón Castilla	2005	GRA	Archivo Central
7	Av. Valdelirios	"Construcción de Vía Arterial Alameda Valdelirios - Puente Nuevo - Cuarta Etapa" (Incompleto)	2008	MPH	CRAET
8	Jr. Antunez de Mayolo	---	---	---	---
9	Av. Javier Pérez	Construcción Pavimentación de Pistas y Veredas de Calles del Asentamiento Humano de los Artesanos	2008	MPH	CRAET
		Construcción de Pistas y Veredas en la 9na a la 13va cuadra en la Av. Javier Pérez de Cuellar	2008	MPH	CRAET

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los cuadros mostrados anteriormente se obtiene el número de muestra para cada estrato mediante el método estratificado con asignación proporcional.

Se considera dos estratos:

Estrato 1: Vías Arteriales

$$n_i = n \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

Donde: n_1 : tamaño de la muestra del estrato 1

n : tamaño total de la muestra ($n = 8$)

Cuadro 3.5: Relación de expedientes técnicos existentes de vías colectoras

VÍAS COLECTORAS		EXPEDIENTE TÉCNICO DISPONIBLE		ACCESO A INFORMACIÓN	
N°	DESCRIPCIÓN	DENOMINACIÓN	AÑO	ENTIDAD	OFICINA
1	Av. Independencia (tramo 1 y 3)	Pavimentación de la Avenida Independencia (Casa campesino - Av. Javier Pérez de Cuellar)	1999	MPH	Archivo Central
		Asfaltado Av. Independencia Cuadras 1,2 y 3.	2000	MPH	Archivo Central
2	Jr. Pockra	---	---	---	---
3	Av. Los Incas	Construcción de ovalo, pistas, veredas y áreas verdes de la Av. Los Incas entre las Av. Universitaria y la Av. Venezuela.	2014	MPH	CRAET
4	Av. 26 de Enero	Pavimentación Av. 26 de Enero	1996	MPH	CRAET
5	Jr. Libertad	Pavimentación Jr. Libertad Zona Este (incompleto)	1991	MPH	Archivo Central
6	Prolong. Mariscal Cáceres	---	---	---	---
7	Av. Democracia	---	---	---	---
8	Av. José Carlos Mariátegui	---	---	---	---
9	Jr. Javier Heraud	---	---	---	---
10	Av. Señor de Quinuapata	---	---	---	---
11	Jr. Quinua	Construcción y Mejoramiento de Sistema de Drenaje Pluvial- IV Etapa Tramo: Jr. Quinua	2014	MPH	CRAET
		Construcción de Pavimento Rígido Jr. Quinua	2000	MPH	Archivo Central
12	Av. Nueva Independencia	---	---	---	---
13	Jr. Carlos F. Vivanco	Mejoramiento de Pistas y Veredas del Jr. Carlos F. Vivanco del distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga -Ayacucho	2012	MPH	CRAET
14	Jr. Fransisco Pizarro	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

N_1 : tamaño del estrato 1 ($N_1 = 9$)

N : Tamaño total de la población ($N = 23$)

Reemplazando tenemos que:

$$n_1 = 8 \left(\frac{9}{23} \right)$$

$$n_1 = 3,1$$

Por disponibilidad de los recursos para la obtención de información se considera $n_1 = 3$ calles arteriales para analizar (tamaño de muestra del estrato número 1)

Estrato 2: Vías Colectoras

$$n_2 = n \left(\frac{N_2}{N} \right)$$

Donde:

n_2 : tamaño de la muestra del estrato 2

n : tamaño total de la muestra ($n = 8$)

N_2 : tamaño del estrato 2 ($N_2 = 14$)

N : Tamaño total de la población ($N = 23$)

Reemplazando tenemos que:

$$n_2 = 8 \left(\frac{14}{23} \right)$$

$$n_2 = 4,9$$

$$n_2 = 5$$

$n_2 = 5$ calles colectoras para analizar (tamaño de muestra del estrato número 2)

En la figura 3.2 se muestran las vías arteriales y colectoras, consideradas en el análisis de la presente investigación.

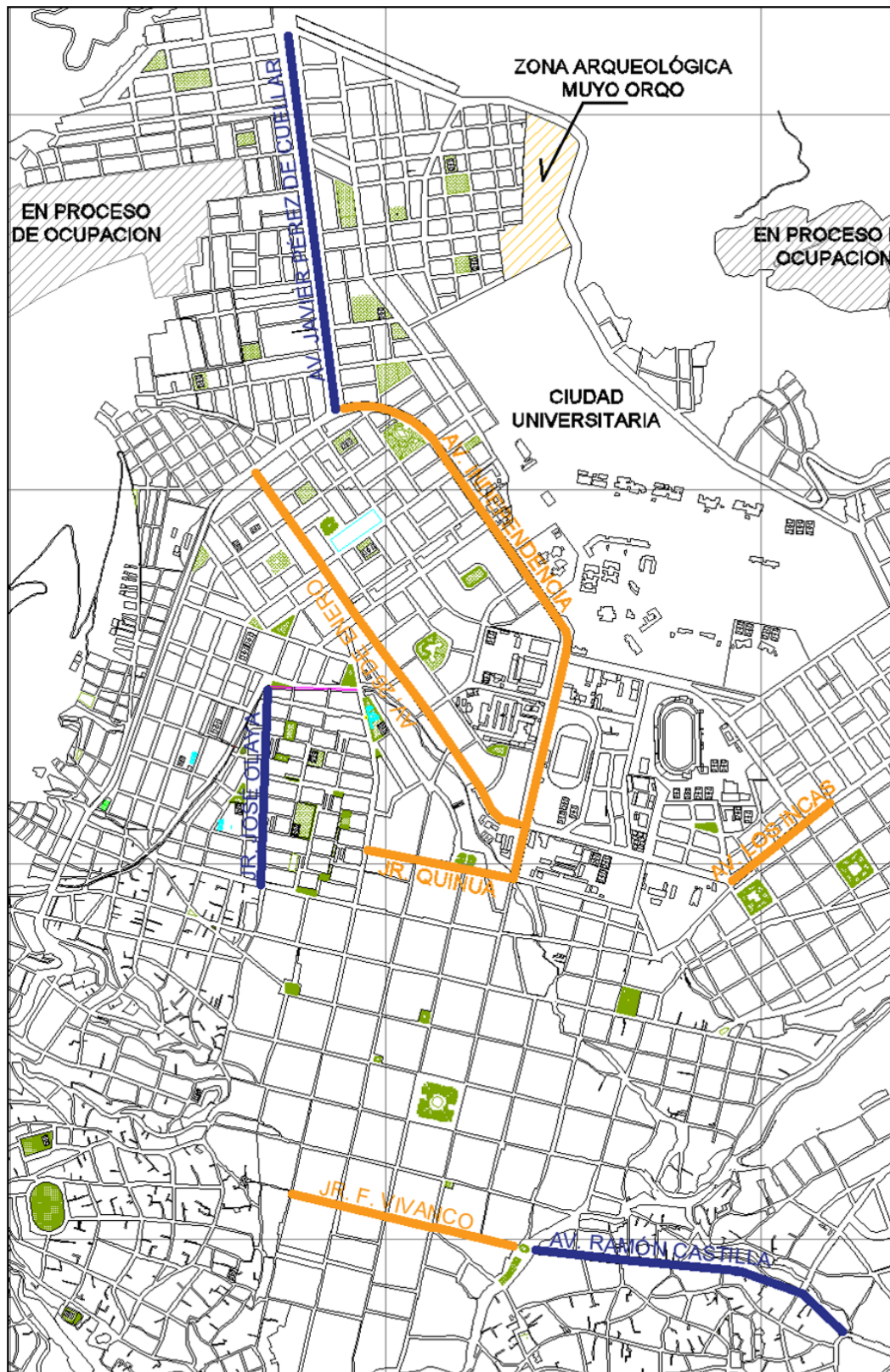


Figura 3.2: Vías arteriales y colectoras del Distrito de Ayacucho consideradas en el estudio

Fuente: Google Earth, 2017

3.3 Recolección de datos

3.3.1 Características climáticas de la ciudad de Ayacucho

Ubicación:

Altitud : 2772 m.s.n.m

Latitud : 13°08'51"S

Longitud : 74°13'05"W

Según estudios realizados en la estación meteorológica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, la temperatura media anual caracteriza el clima de la ciudad como una región latitudinal “Templada” con una temperatura promedio anual de 15,43°C.. (INDECI, 2004).

Cuadro 3.6: Características de humedad de la ciudad de Ayacucho

Clasificación por humedad	Índice de Humedad Thornthwaite	Duración de estación seca como fracción de año	Precipitación media mensual (mm)	Carreteras cubiertas de nieve	Carreteras cubiertas de agua
Semi-árida	-39.642	0.5	47.06	0	0

Fuente: Elaboración propia en base a INDECI (2004)

Cuadro 3.7: Características de temperatura de la ciudad de Ayacucho

Clasificación por temperatura	Temperatura media °C	Rango de temperaturas medias °C	Días T>32°C	Velocidad del viento (km/h)
Templada - fría	15.43	13.19	0	7.74

Fuente: Elaboración propia en base a INDECI (2004) y SENAMHI (2018)

La ciudad de Ayacucho se caracteriza por tener lluvias en los meses de Octubre a Marzo, siendo de mayor intensidad los meses de Diciembre a marzo del año siguiente.

El promedio anual de precipitaciones es 564.72 mm. Y los valores extremos promedio anuales son de 268 mm para el mínimo y 918 para el máximo.

3.3.2 Características geométricas de las vías en estudio

La descripción de la geometría con fines del uso del HDM-4 en el análisis de las diferentes vías en estudio de la presente investigación, se puede definir en términos de parámetros que reflejan el arqueamiento horizontal y vertical como: el promedio de inclinación máxima de pendiente, el número de rampas y pendientes por kilómetro, el promedio del arqueamiento horizontal y la super elevación (Kerali *et al.*, 2000, p. D1-11), los cuales se define a continuación:

3.3.2.1 Ascensos y descensos

Se define como la suma de los valores absolutos de la elevación vertical total y la caída vertical total del terreno original, en metros, a lo largo de las alineaciones de la carretera en cualquier dirección dividida por la longitud total de la sección, en km.

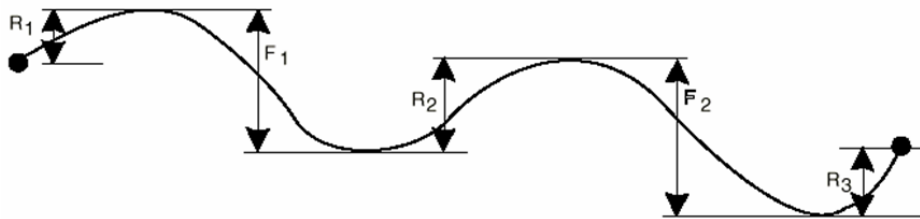


Figura 3.3: Ilustración de parámetros geométricos

Fuente: Kerali *et al.* (2000)

$$\text{Ascensos y descensos} = \frac{(R_1 + R_2 + R_3 + F_1 + F_2)}{\text{Longitud}} \text{ (m/Km)} \quad (3.4)$$

3.3.2.2 Curvatura horizontal

Se define como el promedio ponderado de las curvaturas de las secciones con curvas de la carretera, Sus unidades son grados / km. La curvatura horizontal de una sección curva es el ángulo (en grados) del centro por una unidad de longitud de arco de la curva (en km).

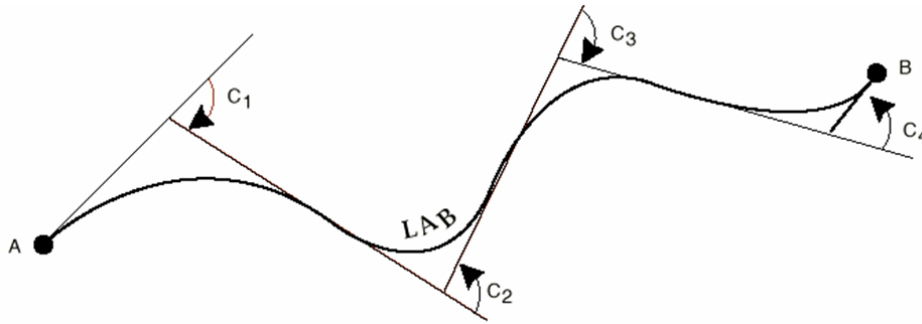


Figura 3.4: Ilustración de parámetros geométricos

Fuente: Kerali *et al.* (2000)

$$Curvatura\ Horizontal = \frac{(C_1 + C_2 + C_3 + C_4)}{Longitud} (\text{°}/Km) \quad (3.5)$$

3.3.2.3 Número de ascenso y descensos por Km (Nº/Km)

Este valor representa el número de aumentos más el número de caídas, según se define en el cálculo de la subida y bajada de una sección de carretera, por km de una sección de carretera.

3.3.2.4 Velocidad límite (km/h)

Es la velocidad publicada y definida por ley basado en condiciones de seguridad para la vía.

En los cuadros 3.8 y 3.9 se muestran las características geométricas de las vías arteriales y colectoras consideradas en la investigación.

3.3.3 Características del tránsito

3.3.3.1 Clasificación vehicular

La caracterización del parque Automotor de la ciudad de Ayacucho considerado en esta investigación se basa en el Reglamento Nacional de Vehículos MTC (2003), en la Clasificación Vehicular y Estandarización de características Registrables Vehiculares MTC (2006) y en el aforamiento realizado en las calles involucradas. Se considera los vehículos automotores menores, por elevada proporción en el tráfico urbano ya

Cuadro 3.8: Características geométricas de vías arteriales

Vías Arteriales			
Vía Características	Av. Javier Pérez de Cuellar	Av. Ramón Castilla	Jr. José Olaya
Longitud (km)	1.014	0.875	0.653
Ancho total de tramo en estudio (m)	8.50	4.90	7.10
Ancho de Canlzada (m)	7.20	3.50	7.10
Ancho de berma (m)	0.65	1.40	0.00
Número de carriles	2	1	2
Ascensos y decensos (m/Km)	5.47	11.36	6.17
N° de Ascensos y descensos (N°/Km)	3.00	3.00	4.59
Curva horizontal promedio (°/Km)	0	43.18	10.72
Velocidad máx. permitida (Km/h)	60	60	60

Fuente: Elaboración propia en base a expedientes técnicos

Cuadro 3.9: Características geométricas de vías colectoras

Vías Colectoras					
Vía Características	Av. Independencia	Av. 26 de Enero	Av. Los Incas	Jr. Carlos F. Vivanco	Jr. Quinua
Longitud (km)	1.540	1.181	0.280	0.656	0.387
Ancho total de tramo en estudio (m)	7.60	6.30	6.00	5.20	7.83
Ancho de Canlzada (m)	7.20	6.30	6.00	5.20	7.20
Ancho de berma (m)	0.20	0	0	0	0.32
Número de carriles	2	2	2	2	2
Ascensos y decensos (m/Km)	43.29	54.56	24.90	75.26	43.43
N° de Ascensos y descensos (N°/Km)	4.25	3.39	3.57	4.57	5.17
Curva horizontal promedio (°/Km)	106.44	44.85	0	3.05	0
Velocidad máx. permitida (Km/h)	40.00	40	40	40	40

Fuente: Elaboración propia en base a expedientes técnicos

que repercute de manera directa en la capacidad de vías, aunque no tanto en el daño estructural que pueda generar en la misma.

El RNV(2003) considera las siguientes categorías:

Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.

Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos

para el transporte de pasajeros.

M1 : Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.

M2 : Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. De acuerdo a la disposición de pasajeros pueden clasificarse en Clase I, II y III.

M3 : Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas. De acuerdo a la disposición de pasajeros pueden clasificarse en Clase I, II y III.

Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía.

N1 : Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.

N2 : Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.

N3 : Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.


















Categoría O: Remolques (incluidos semirremolques).

Remolque: Vehículo sin motor diseñado para ser halado por un vehículo motorizado, de tal forma que ninguna parte de su peso descansa sobre el vehículo remolcador.

Semirremolque: Vehículo sin motor y sin eje delantero, que se apoya en el remolcador transmitiéndole parte de su peso, mediante un sistema denominado quinta rueda.

En el cuadro 3.10 se clasifica el parque automotor de la ciudad de Ayacucho en función de la categoría y características registrables de los vehículos.

Cuadro 3.10: Vehículos Automotores

VEHÍCULOS AUTOMOTORES			
CATEGORÍA	VEHÍCULO DE MAYOR CIRCULACIÓN	GRÁFICO	DESCRIPCIÓN
"L" Vehículos con menos de cuatro ruedas	L1 y L5	Vehículo menor 	L1: Vehículos de dos ruedas de hasta 50 cm ³ y velocidad máxima de 50 km/h. L3: Vehículos de dos ruedas de más de 50 cm ³ o velocidad mayor a 50 km/h
	L5	Vehículo menor 	Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo de más de 50 cm ³ o velocidad mayor a 50 km/h, peso bruto que no exceda a 1 tonelada.
"M" Vehículos automotores de cuatro ruedas a más, diseñadas y construidas para el transporte de pasajeros.	M1	Hatchback 	Hatchback : Vehículo cerrado con techo fijo algo extendido hacia atrás, cuya cubierta de maletera incorpora la luna posterior, sus asientos pueden ser movidos o rebatibles para proveer un espacio de carga.
		Automovil 	Automóvil : Vehículo automotor con carrocería tipo sedan, con 4 o más asientos en por lo menos dos filas, con 4 puertas laterales y cuya maletera constituye un volumen propio y definido no pudiendo la luna posterior formar parte de la misma.
		Stación Wagon 	Estación wagon : Vehículo automotor derivado de automóvil con 2 o 4 puertas laterales y apertura posterior, para 4 o más asientos y que al rebatir los asientos posteriores permite ser utilizado para el transporte de carga.
		Camioneta rural < 9 asientos 	Utilitario : Vehículo fabricado con carrocería cerrada y techo fijo. Para 4 o más asientos en por lo menos 2 filas. Los asientos pueden tener respaldo rebatible o removibles para proveer mayor espacio de carga. Con 2 o 4 puertas laterales y apertura posterior. Generalmente de tracción 4x4, pero puede ser de 4x2.
	M2	Ómnibus/ Camioneta rural > 9 asientos  	Microbús : Vehículo de diez (10) hasta diez y seis (16) asientos, incluyendo el asiento del conductor.
			Minibús : Vehículo de diez y siete (17) hasta treinta (33) asientos, incluyendo el asiento del conductor, con peso bruto vehicular menor a 5 toneladas.
M3	Ómnibus 	Ómnibus : Vehículo de más de treinta y tres (33) asientos incluyendo el asiento del conductor.	
"N" Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñadas y construidas para el transporte de mercancías.	N1	Pick Up 	Pick up : Vehículo automotor de cabina simple o doble, con caja posterior, destinada para el transporte de carga liviana y con el peso bruto vehicular que no excede los 3.5 toneladas.
		Camioneta Panel 	Camioneta panel : Vehículo automotor con carrocería cerrada para el transporte de mercancías, la misma que no está separada del habitáculo de pasajeros con un peso bruto vehicular que no excede los 3.5 toneladas.
		Camión Liviano 	Camión liviano : Vehículo con carrocería plana o cerrada con techo (furgón) para el transporte de mercancías y separada del habitáculo de pasajeros. Puede o no tener compuertas laterales y/o posteriores. Con peso bruto vehicular menor a 3.5 toneladas.
	N2	Camión mediano 	Camión : Vehículo autopropulsado motorizado con furgón o con carrocería de madera o metal, sin techo destinado al transporte de bienes con un peso bruto vehicular entre 3.5 a 12 toneladas.
		Remolcador 	Remolcador : Vehículo motorizado diseñado para remolcar y soportar la carga que le transmiten estos a través de la quinta rueda. Con Peso bruto entre 3.5 a 12 toneladas.
	N3	Camión Pesado 	Camión : Vehículo autopropulsado motorizado carrocería de madera o metal destinado al transporte de bienes con un peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.
		Remolcador 	Remolcador : Vehículo motorizado diseñado para remolcar y soportar la carga que le transmiten estos a través de la quinta rueda. Con Peso bruto mayor a 12 toneladas.
"O" Vehículo sin motor diseñado para ser halado por un vehículo motorizado	O1 O2 O3 O4	remolques / semirremolques 	O1 : Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos. O2 : Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas. O3 : Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas. O4 : Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.
Vehículos especiales	Aquellos que pueden afectar sensiblemente al tráfico a causa de sus grandes dimensiones, de su lentitud de movimiento, o de ambas cosas a la vez. Se incluyen los tractores agrícolas con o sin remolque, los vehículos gigantes de transporte y máquinas de construcción, entre otros.		

Fuente: Elaboración Propia en base a MTC (2003) y MTC (2006)

3.3.3.2 Aforamiento vehicular

Descripción del trabajo:

... El tránsito tiende a tener variaciones cíclicas predecibles, por lo que, a través de una clasificación adecuada de las vialidades y los aforos, es posible establecer el patrón básico de variación del volumen del tránsito para cada tipo de vía o calle.

... Aunque los valores de los volúmenes específicos para determinados períodos pueden llegar a ser bastante diferentes de un lugar a otro, su proporción en el tiempo con respecto a los totales o promedios es en muchos casos, son constantes. Estas propiedades, son las que sustentan el uso de factores de expansión y ajuste en la estimación de volúmenes para otros lugares y otros períodos...

(Vilchez, 2005, p. 4/13)

Basados en lo descrito anteriormente se aforó cada vía considerada en el estudio, un día a la semana desde las 6:00 am hasta alrededor de las 10:00pm, datos que luego fueron extendidos desde las 10:00 pm hasta las 6:00 am en base a funciones lineales y exponenciales, considerando un tráfico mínimo a las 2:00 am como se señala en Lizarbe (2014).

Posteriormente basados en Vilchez (2005), se transformó este aforo de 24 horas de un día y mes específico en un volumen de tránsito promedio diario (TPDi) mediante ajustes de volúmenes de tránsito, el cual se consigue mediante la expresión 3.6.

$$TPD_i = TD_i (F_m) (F_d) \quad (3.6)$$

Donde:

TD_i = volumen de tránsito diario (aforado)

F_m = factor de ajuste mensual

F_d = factor de ajuste diario

Se considera un factor de ajuste mensual $F_m=1$ debido a que el aforamiento se realizó entre los meses de Noviembre y Diciembre además se sabe que las variaciones de flujo en el tráfico para caminos en zonas urbanas no tienen mucha variabilidad en comparación a la variabilidad que tienen las vías interurbanas; esto debido a las actividades rutinarias de trabajo y educación del día a día como se muestra en la figura 3.5.



Figura 3.5: Variación del volumen de tráfico mensual

Fuente: HCM (1983)

Por otro lado, el factor de ajuste diario se realiza en base al estudio de tráfico realizado mediante los aforamientos en las estaciones de conteo N° 01, N° 02 y N° 03 del proyecto “Construcción del Ovalo Pista y Veredas entre las Avenida Universitaria y la Avenida Venezuela, distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga - Ayacucho” y lo propuesto en Vilchez (2005), obteniéndose los factores de expansión diario mostrados

en los cuadros 3.11, 3.12, 3.13 y 3.14, logrados mediante la expresión 3.7.

$$F_d = \frac{1}{\frac{TD}{TPDS}} \quad (3.7)$$

Donde:

TD : Volumen de tránsito diario

$TPDS$: Volumen de tránsito promedio semanal

Cuadro 3.11: Factor de expansión diario, correspondiente a la estación de conteo N°1.

Día	TD	TD/TPDS	F _d
Lunes	2787	1.07	0.931
Martes	2538	0.98	1.023
Miercoles	2574	0.99	1.008
Jueves	2684	1.03	0.967
Viernes	2580	0.99	1.006
Sábado	2564	0.99	1.012
Domingo	2441	0.94	1.063
Promedio de la semana	2595.43		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.12: Factor de expansión diario, correspondiente a la estación de conteo N°2.

Día	TD	TD/TPDS	F _d
Lunes	1854	1.08	0.925
Martes	1693	0.99	1.013
Miercoles	1711	1.00	1.003
Jueves	1774	1.03	0.967
Viernes	1691	0.99	1.015
Sábado	1676	0.98	1.024
Domingo	1610	0.94	1.066
Promedio de la semana	1715.57		

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de los aforos, extensión de datos y corrección con factores de ajuste, mediante el mismo procedimiento que se muestra en el Anexo N° 01-A para la Av. Javier Pérez de Cuellar, se obtienen el IMD y el porcentaje de composición vehicular, para cada vía considerada en el estudio.

Cuadro 3.13: Factor de expansión diario, correspondiente a la estación de conteo N°3.

Día	TD	TD/TPDS	F _d
Lunes	870	1.13	0.886
Martes	868	1.13	0.888
Miércoles	851	1.10	0.906
Jueves	825	1.07	0.935
Viernes	562	0.73	1.372
Sábado	575	0.75	1.341
Domingo	846	1.10	0.911
Promedio de la semana	771		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.14: Factor de ajuste diario, resultante del promedio de los cuadros anteriores.

Día	F _d
Lunes	0.914
Martes	0.975
Miércoles	0.972
Jueves	0.956
Viernes	1.131
Sábado	1.126
Domingo	1.013

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 3.15, se muestra el índice medio diario y la composición vehicular por vías.

3.3.3.3 Tasa de crecimiento

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en función al crecimiento socio económico. El crecimiento de vehículos de pasajeros se relaciona al crecimiento poblacional, mientras que el crecimiento de vehículos de carga se relaciona con el crecimiento de la economía de cada región normalmente expresada como el Producto Bruto Interno (PBI). (MTC, 2014a, p. 64).

Según los Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2018), la tasa de crecimiento anual poblacional para la ciudad de Ayacucho es de 2.5% y el promedio de PBI de los últimos 10 años es 3%, en consecuencia, a los descrito se tiene que:

Cuadro 3.15: Composición vehicular e índice medio diario anual de vías colectoras y arteriales.

Tipos de vehículos	Vías arteriales			Vías colectoras				
	Av. Javier Pérez de cuellar	Av. Ramón Castilla	Jr. José Olaya	Av. Independencia	Av. 26 de Enero	Av. Los Incas	Jr. Carlos F. Vivanco	Jr. Quinua
	2 carriles	1 carril	2 carriles	2 carriles	2 carriles	2 carriles	2 carriles	2 carriles
Motocicleta (L3)	5.72%	21.51%	8.69%	18.49%	12.05%	10.44%	20.10%	13.76%
Mototaxi (L5)	34.67%	7.41%	57.07%	27.50%	40.46%	43.48%	4.80%	33.27%
Hatchback	12.14%	13.99%	8.02%	7.15%	10.74%	10.09%	14.93%	11.68%
Automovil	17.85%	22.02%	10.81%	13.80%	11.35%	16.26%	22.31%	15.15%
Stación Wagon	8.92%	7.88%	7.16%	6.49%	7.15%	5.28%	10.18%	6.09%
Pick Up	5.09%	6.92%	3.19%	4.50%	5.65%	6.69%	3.17%	5.58%
Utilitario	1.17%	3.63%	1.60%	2.27%	2.29%	2.69%	1.47%	2.56%
Camión liviano	0.96%	0.93%	0.60%	0.62%	0.68%	1.13%	0.61%	0.68%
Camión mediano	1.02%	1.08%	0.63%	0.43%	1.58%	0.72%	0.58%	0.27%
Camión pesado	1.29%	0.45%	0.19%	0.14%	0.60%	0.10%	0.09%	0.09%
Camión articulado	0.90%	0.35%	0.02%	0.13%	0.05%	0.03%	0.00%	0.01%
Microbús	1.11%	1.47%	0.37%	1.25%	1.42%	1.36%	2.06%	1.06%
Minibús	8.46%	12.36%	1.65%	17.21%	5.98%	1.73%	19.69%	9.80%
Ómnibus (B2)	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
Ómnibus (B3-1)	0.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
Ómnibus (B4-1)	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
IMD	9529	11597	9189	8904	13546	8655	9644	11322

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.16: Tasa de crecimiento de vehículos ligeros y pesados.

Tipo de vehículo	Tasa de crecimiento (%)
Vehículos ligeros	2.50%
Vehículos pesados	3.00%

Fuente: INEI (2018)

3.3.4 Capacidad de vía

La metodología empleada para la obtención de la capacidad de vía es la descrita en el Highway Capacity Manual (HCM, 1985) para carreteras de dos carriles. (MTC, 2005).

...La capacidad de vías (S_f) en carreteras de dos carriles y en condiciones ideales se considera 2800 veh/h... Esta capacidad ideal se reduce en función de la relación volumen a capacidad máxima considerada posible sobre la base de la geometría longitudinal y transversal de la vía, porcentaje de zonas de no pasar, distribución direccional del tránsito y porcentaje de vehículos pesados (camiones y ómnibus) presentes en el tránsito... También se consideran efectos reductores relativo al entorno de la vía por ser urbano, suburbano y rural.

(MTC, 2005)

$$Sf_i = 2800(v/c)_i f_d f_w f_{HV} f_A \quad (3.8)$$

Donde: Sf_i : Capacidad para nivel de servicio i. $(v/c)_i$: relación volumen a capacidad para nivel de servicio i. f_d : factor de reducción de la capacidad por el desbalance direccional. f_w : factor de reducción por carriles y bermas angostos. f_{HV} : factor de reducción por la presencia de vehículos pesados. f_A : factor de reducción por el entorno de la vía.

3.3.4.1 Relación volumen a capacidad para un nivel de servicio i (v/c)

Estudios hechos por el Plan Intermodal de Transportes del Perú del MTC muestra valores de relación (v/c) adoptados en función al terreno y al rango de velocidad de flujo libre.

3.3.4.2 Factor de distribución direccional (fd)

Se puede representar mediante la ecuación de una recta.

$$f_d = 1 - 5,71 \times 10^{-3} (DD - 50) \quad (3.9)$$

Donde:

Cuadro 3.17: Plan Intermodal de Transportes -MTC

Tipo de terreno	Velocidad de Flujo Libre	
	> 60 kph	< 60 kph
Plano	0.9	0.9
Ondulado	0.9	0.8
Montañoso	0.8	0.7

Fuente: MTC (2005)

DD: porcentaje de tránsito en la dirección de mayor flujo.

3.3.4.3 Factor de ajuste por carriles y bermas angostas (F_w)

Toma en cuenta la reducción en la capacidad debido al efecto restrictivo de carriles angostos menores de 3.65 m y bermas menores de 1.8 m de ancho.

$$f_w = 0,278W + 0,147H - 0,279 \quad (3.10)$$

Donde:

f_w : factor de ajuste por carriles y bermas angostas

W : ancho de carril, máximo 3.65 m.

H : ancho de berma máximo 1.80 m.

3.3.4.4 Factor de ajuste por vehículos pesados, f_{HV}

Toma en cuenta el efecto restrictivo de los vehículos pesados.

$$f_{HV} = 1 / [1 + P_T (E_T - 1) + P_B (E_B - 1)] \quad (3.11)$$

3.3.4.5 Factor de ajuste por condición del entorno, f_A

El HCM sólo considera carreteras de dos carriles en un entorno rural, es decir con poca variación del flujo vehicular por lo que en zonas urbanas se consideran los efectos de ingreso y salida de vehículos, paradas de ómnibus e intersecciones. Se debe realizar

Cuadro 3.18: Factor de ajuste por vehículos pesados

Tipo de vehículo	Tipo de terreno			
	Plano	Ondulado	Montañoso	Pendientes críticas
Camión	2.0	5.0	12.0	16.0
Ómnibus	1.6	2.9	6.5	10.0

Fuente: HCM referenciado en MTC (2005)

un análisis aproximado de la condición urbana.

La metodología seguida para el cálculo de capacidad de vía, en cada una de las calles analizadas, es la misma que se considera en el Anexo N° 01-C para obtener la capacidad de vía de la Av. Javier Pérez de Cuellar.

En el cuadro 3.19, se muestra la capacidad de vías arteriales y colectoras consideradas en la investigación.

Cuadro 3.19: Cuadro de capacidad de vías arteriales y colectoras

Tipo de vía	Vía	Capacidad (PCSE/carril/hora)
Arterial	Av. Javier Pérez de Cuellar	1080
	Av. Ramón Castilla	900
	Jr. José Olaya	940
Colectora	Av. Independencia	770
	Av. 26 de Enero	535
	Av. Los Incas	775
	Jr. Carlos F. Vivanco	415
	Jr. Quinua	550









Fuente: Elaboración propia

3.3.5 Caracterización del parque vehicular

3.3.5.1 Parámetros y características técnicas de vehículos que forman parte del parque automotor de la ciudad de Ayacucho

En el cuadro 3.20, se presenta información y datos referidos a las características de vehículos que componen el parque automotor de mayor circulación en la ciudad de Ayacucho. Estos parámetros técnicos y costos locales identificados serán incorporados al HDM 4 según marca y modelo, ver Anexo N° 02 - Marca y modelo de vehículos más usados en la ciudad de Ayacucho.

Cuadro 3.20: Características principales de la flota vehicular

TIPO DE VEHÍCULO CARACTERÍSTICAS		VEHÍCULO MENOR		HATCHBACK	AUTOMOVIL	STACIÓN WAGON	PICK UP	UTILITARIO	CAMIÓN LIVIANO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	T3S3	MICROBÚS	MINIBUS	ÓMNIBUS					
		L3	L5												B2	B3-1	B4-1			
																				
MARCA (MODELO)		BAJAJ (PULSAR 135)	BAJAJ (RE AUTORIKSHA TORITO 4T THL)	SUZUKI (ALTO)	TOYOTA (YARIS)	TOYOTA (COROLLA)	TOYOTA (HILUX)	HYUNDAI (TUCSON)	HYUNDAI (H100 TRUCK)	mitsubishi (CANTER TURBO TD T5 5TON)	VOLVO (NL 10 6X4 42FW INTERCOOLER)	VOLVO (FH 6X4 T)	TOYOTA (HIACE)	mitsubishi (ROSA FUSO)	mitsubishi (ROSA FUSO)	MERCEDES BENZ (O-500 RSD 2436/30)	SCANIA (K 124 IB6X2NB 380)			
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	FÍSICAS	Factor de Espacio Equivalente del vehículo (PCSE)		0.50	0.75	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.50	2.50	2.50	6.00	1.25	2.50	3.00	3.00	3.00	
		N° de ruedas		2.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	10.00	22.00	4.00	4.00	6.00	8.00	10.00	
		N° de ejes		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	6.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00	
	NEUMÁTIC.	Tipo de neumático (Radial /Diagonal)		Diagonal	Diagonal	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	
		Km Anuales (km conducidos anualmente)		7541.75	16746.70	23488.53	23488.53	23488.53	40000.00	17644.63	60000.00	90000.00	100000.00	100000.00	37000.00	46441.26	120000	120000	120000	
	UTILIZACIÓN	Horas de trabajo (horas al año empleadas en trayectos completos de trabajo)		236.44	482.69	758.55	758.55	758.55	960.00	588.15	1440.00	2400.00	2400.00	2400.00	1030.00	1625	2496	2496	2496	
		Vida de servicio del vehículo (años)		8.00	10.00	20.00	20.00	20.00	25.00	20.00	25.00	25.00	25.00	25.00	20.00	20.00	10.00	10.00	10.00	
		Porcentaje de utilización privada del vehículo (%)		90%	0%	50%	50%	50%	5%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		Número medio de pasajeros por vehículo		1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.00	1.00	17.00	32.00	40.00	50.00	50.00
		Viajes de trabajo (%)		55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	0%	0%	0%	0%	55%	55%	0%	0%	
CARGA	ESALF		0.00	0.00	0.000141	0.000380	0.000488	0.0043	0.001	0.006	0.182	3.285	4.99	0.01	0.10	4.50	2.63	2.73		
	Peso promedio en marcha (T)		0.218	0.670	1.210	1.550	1.650	2.847	2.020	3.420	7.900	25.000	50.000	3.200	6.200	18.000	23.000	28.000		
COSTOS ECONÓMICOS UNITARIOS	RECURSOS DEL VEHÍCULO	Vehículo Nuevo (costo promedio del vehículo nuevo (S./))		3933	8280	17802	34500	26220	69000	58236	53337	87147	135240	151800.00	89700.00	110400.00	144900.00	158700.00	172500.00	
		Neumático		90/80-17 110/80-17	4.00X8 4/6 PR	165/65 R 13	175/65 R14	185/70R13	265/65R17	225/55R 18	195/70 R15C-8PR 145R13C-8 PR	215/75 R 17.5	295 / 80 R 22.5 12.00R20	295 / 80 R 22.5 12.00R20	P195 / 80R15 195R15C	215 / 75 R 17.5	295/80R22.5 16 R	295/80R22.5 16 R	295/80R22.5 16 R	
		Costo medio de sustitución de un neumático (S./)		136.00	93.50	102.00	119.00	119.00	425.00	340.00	255.00	510.00	1530.00	1530.00	255.00	510.00	1530.00	1530.00	1530.00	
		Tipo de Combustible		Gasolina	GLP/Gasolina	Gasolina	Gasolina	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	
		Costo medio del combustible (S./ por litro)		2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.06	2.30	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	
		Tipo de lubricante para motor		20W50 VISTONY	SAE 20W50 VISTONY	5W30 VISTONY	5W30 VISTONY	5W30 VISTONY	5w40 GASTROL	10W40 GASTROL	15w40 VISTONY	15w40 VISTONY	15W40 VISTON	CRB-15W40 GASTROL	15W40 GASTROL	15W40 GASTROL	25w60 VISTON	25w60 VISTON	25w50 VISTON	
		Costo medio del lubricante (S./ por litro)		13.20	13.20	17.16	17.16	17.16	24.42	19.80	13.20	13.20	8.91	8.72	23.43	23.43	8.58	8.58	8.91	
		Costo de mano de obra por mantenimiento (S./ por hora)		8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	8.42	9.64	9.64	9.64	8.42	8.42	9.64	9.64	9.64	
		Salario Total de la tripulación (costos económicos) (S./ por hora)		5.84	5.73	6.42	6.42	6.42	3.97	0.00	7.54	9.98	11.50	11.50	3.97	7.52	12.74	12.74	12.74	
		Interés anual medio (%) para la compra de un vehículo		14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	
VALOR DEL TIEMPO	Costo promedio del tiempo de pasajeros por trabajo (S./ por hora)		4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99	4.99			
	Costo promedio del tiempo de pasajero por otros fines diferentes al trabajo (S./ por hora)		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.45	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50			

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe los procedimientos seguidos para la obtención de los valores del cuadro 3.20 relacionados a:

■ **Las características físicas**

- El espacio equivalente de vehículos PCSE por sus siglas en inglés (Passenger Car Space Equiv), se refiere al espacio relativo ocupado por un vehículo sobre la vía comparado con un carro de pasajeros (Auto). ver Cuadro 2.2
- El número de ruedas, el número de ejes así como el tipo de neumático de cada tipo de vehículo se basan en las características técnicas de cada vehículo.

■ **La Utilización**

Estos parámetros son requeridos por los modelos del HDM-4 para realizar el cálculo de consumo y costos de partes y mantenimiento. Los kilómetros y las horas por trabajo de conducción al año se obtuvieron de encuestas realizadas a los conductores de: Motocicleta, Mototaxi, taxi, Camioneta tipo Landrover y Autobús ligero de transporte público, cuyas estimaciones del tamaño de muestra se há obtenido mediante la expresión 4.1 y presentados en el cuadro 3.21.

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{(N - 1) \times E^2 + Z^2 \times p \times q} \quad (3.12)$$

Donde:

n es el tamaño de la muestra.

Z es la puntuación para un determinado nivel de confianza

p es la variabilidad positiva (0.5)

q es la variabilidad negativa (0.5)

N es el tamaño de la población

E es la precisión o el error

Cuadro 3.21: Cuadro de cálculo del número de muestra para encuestas a conductores

Conductores de:	Tamaño de población (N)	Nivel de confianza (Nc)	Puntuación (Z)	p	q	Error	Tamaño de muestra (n)
(**) Motocicleta	11562	85%	1.44	0.5	0.5	0.09	64
(*) Mototaxi	1082	85%	1.44	0.5	0.5	0.1	51
(*) Taxi (Automóviles)	286	85%	1.44	0.5	0.5	0.1	44
(*) Vehículo de transporte público	311	95%	1.96	0.5	0.5	0.09	87
(**) Camioneta tipo land drover	140	80%	1.28	0.5	0.5	0.1	32

Fuente: Elaboración propia en base al total de vehículos registrados en la MPH (*) y SUNARP (**)

Los resultados de las encuestas en base al tamaño de muestra del cuadro 3.21, se presenta en el Anexo N° 03 - Encuestas a conductores, cabe mencionar que las encuestas se realizaron a conductores de vehículos de transporte público, debido a que el transporte en la ciudad de Ayacucho, se realiza en un 69.3 % a través de “Colectivo Urbano” seguido por un 13.5 % de “Mototaxis” y de un 6 % de “taxi colectivo”, mientras que sólo el 1 % del transporte se realiza con vehículo privado, como señala Ccasani (2014).

Respecto a los vehículos como: Pick Up, microbús (camioneta panel), Camión (Ligero, mediano y pesado), camión articulado, los kilómetros y las horas por trabajo de conducción al año se obtuvieron de los parámetros requeridos y opcionales para uso de HDM OGPP-MTC (2011), mientras que del ómnibus Tipo B2 se obtuvieron de Barreto y Zapata (2012).

La Vida de servicio de cada vehículo, se obtuvieron respecto al Tiempo de circulación más antigua, al MTC (2009) y a los parámetros requeridos y opcionales para uso de HDM (OGPP-MTC, 2011).

El Número medio de pasajeros por vehículo, es en base a la capacidad de los vehículos de transporte público y a los parámetros requeridos y opcionales para uso de HDM, OGPP-MTC (2011).

El porcentaje de utilización privada del vehículo corresponde al uso particular

durante la vida útil de un vehículo y que es diferente al uso comercial que puede ser de transporte de pasajeros o mercancía. Estos parámetros se obtuvieron en base a criterios considerados en Barreto y Zapata (2012) y OGPP-MTC (2011).

- El porcentaje de viajes por motivos de trabajo se refiere a la cantidad de pasajeros de cada uno de los vehículos y cuyo origen o destino es su lugar de trabajo. Estos parámetros se obtuvieron en base a encuestas origen destino de 400 en hogares de los distintos distritos de Ayacucho (Ccasani, 2014, p. 84-85) y (Barreto y Zapata, 2012, p. 128).

- **Carga:**

El HDM-4 considera el peso en marcha y ESALF de los vehículos para predecir los impactos que genera el tráfico en el deterioro y en los efectos de conservación del pavimento, Ambos parámetros se obtuvieron en base a las características técnicas respecto a la marca y modelo de los vehículos y al MTC (2003) mientras que el ESALF de cada tipo de vehículo se obtuvo en base a lo especificado en el manual MTC (2014b).

- **Los recursos del vehículo:**

Los costos de los vehículos nuevo (con kilometraje cero y sin neumáticos para evitar la duplicidad), neumáticos, combustible y lubricante, se obtuvieron a precio de mercado en diferentes puntos de venta en la ciudad de Ayacucho, como: Concesionarios de venta de las diferentes marcas de vehículos, grifos y tiendas de lubricantes y prepuestos. Para el cálculo de costos sociales, se aplicará su correspondiente factor de corrección como se muestran en los cuadros 3.22 y 3.23. Los salarios totales de la tripulación, considerados en el cuadro 3.24, consta de la suma de los salarios por hora de todo el personal que contribuye a que el transporte se realice.

Cuadro 3.22: Costo económico y financiero de vehículos y neumáticos

TIPO DE VEHÍCULO	MARCA (MODELO)	VEHÍCULO NUEVO		NEUMÁTICO		
		COSTO ECONÓMICO (S/.)	COSTO FINANCIERO (S/.)	CARACTERÍSTICA DE NEUMÁTICO	COSTO ECONÓMICO (S/.)	COSTO FINANCIERO (S/.)
FACTOR DE CORRECCIÓN		0.69		0.85		
MOTOCICLETA (L3)	BAJAJ (PULSAR 135)	4140	6000	90/80-17 110/80-17	136	160
MOTOTAXI (L5)	BAJAJ (RE AUTORIKSHA TORITO 4T THL)	8694	12600	4.00X8 4/6 PR	94	110
HATCHBACK	SUZUKI (ALTO)	18147	26300	165/65 R 13	102	120
AUTOMOVIL	TOYOTA (YARIS)	34500	50000	175/65 R14	119	140
STACIÓN WAGON	TOYOTA (COROLLA)	26634	38600	185/70R13	119	140
PICK UP	TOYOTA (HILUX)	69000	100000	265/65R17	425	500
UTILITARIO	HYUNDAI (TUCSON)	59340	86000	225/55R 18	340	400
CAMIÓN LIVIANO	HYUNDAI (H100 TRUCK)	54165	78500	195/70 R15C- 8PR	255	300
CAMIÓN MEDIANO	MITSUBISHI (CANTER TURBO TD T5 5TON)	87147	126300	215/75 R 17.5	510	600
CAMIÓN PESADO	VOLVO (NL 10 6X4 42FW INTERCOOLER)	135585	196500	295 / 80 R 22.5	1530	1800
CAMIÓN ARTICULADO	VOLVO (FH 6X4 T)	151800	220000	295 / 80 R 22.5	1530	1800
MICROBÚS	TOYOTA (HIACE)	89700	130000	P195 / 80R15 195R15C	255	300
MINIBUS	MITSUBISHI (ROSA FUSO)	110400	160000	215 / 75 R	510	600
ÓMNIBUS - B2	MITSUBISHI (ROSA FUSO)	144900	210000	295/80R22.5	1530	1800
ÓMNIBUS - B3-1	MERCEDES BENZ (O-500 RSD 2436/30)	158700	230000	295/80R22.5 16 R	1530	1800
ÓMNIBUS - B4-1	SCANIA (K 124 IB6X2NB 380)	172500	250000	295/80R22.5	1530	1800

Fuente: Elaboración propia en base al factor de corrección dado por OGPP-MTC- Oficina de estadística

Cuadro 3.23: Costo económico y financiero de combustible y lubricante

TIPO DE VEHÍCULO	MARCA (MODELO)	COMBUSTIBLE		LUBRICANTE	
		COSTO ECONÓMICO (S./ litro)	COSTO FINANCIERO (S./ litro)	COSTO ECONÓMICO (S./ litro)	COSTO FINANCIERO (S./ litro)
FACTOR DE CORRECCIÓN		0.66		0.66	
MOTOCICLETA (L3)	BAJAJ (PULSAR 135)	2.18	3.30	13.20	20.00
MOTOTAXI (L5)	BAJAJ (RE AUTORIKSHA TORITO 4T THL)	2.18	3.30	13.20	20.00
HATCHBACK	SUZUKI (ALTO)	2.18	3.30	17.16	26.00
AUTOMOVIL	TOYOTA (YARIS)	2.18	3.30	17.16	26.00
STACIÓN WAGON	TOYOTA (COROLLA)	2.18	3.30	17.16	26.00
PICK UP	TOYOTA (HILUX)	2.06	3.12	24.42	37.00
UTILITARIO	HYUNDAI (TUCSON)	2.30	3.49	19.80	30.00
CAMIÓN LIVIANO	HYUNDAI (H100 TRUCK)	2.06	3.12	13.20	20.00
CAMIÓN MEDIANO	MITSUBISHI (CANTER TURBO TD T5 5TON)	2.06	3.12	13.20	20.00
CAMIÓN PESADO	VOLVO (NL 10 6X4 42FW INTERCOOLER)	2.06	3.12	8.91	13.50
CAMIÓN ARTICULADO	VOLVO (FH 6X4 T)	2.06	3.12	8.72	13.21
MICROBÚS	TOYOTA (HIACE)	2.06	3.12	23.43	35.50
MINIBUS	MITSUBISHI (ROSA FUSO)	2.06	3.12	23.43	35.50
ÓMNIBUS - B2	MITSUBISHI (ROSA FUSO)	2.06	3.12	8.58	13.00
ÓMNIBUS - B3-1	MERCEDES BENZ (O-500 RSD 2436/30)	2.06	3.12	8.58	13.00
ÓMNIBUS - B4-1	SCANIA (K 124 IB6X2NB 380)	2.06	3.12	8.91	13.50

Fuente: Elaboración propia en base al factor de corrección dado por Anexo N° 03- DIRECTIVA N° 002-2017-EF/63.01

Cuadro 3.24: Salario total de la tripulación

TIPO DE VEHÍCULO	SALARIO DE LA TRIPULACIÓN	
	COSTO FINANCIERO (S/.)	COSTO ECONÓMICO (S/.)
FACTOR DE CORRECCIÓN	0.91	
(*) MOTOCICLETA (L3)	6.42	5.84
(*) MOTOTAXI (L5)	6.30	5.73
(*) HATCHBACK	7.06	6.42
(*) AUTOMOVIL	7.06	6.42
(*) STACIÓN WAGON	7.06	6.42
(**) PICK UP	4.36	3.97
(**) UTILITARIO	0.00	0.00
(**) CAMIÓN LIVIANO	8.29	7.54
(**) CAMIÓN MEDIANO	10.96	9.98
(**) CAMIÓN PESADO	12.64	11.50
(**) CAMIÓN ARTICULADO	12.64	11.50
(**) MICROBÚS	4.36	3.97
(*) MINIBUS	8.26	7.52
(**) ÓMNIBUS - B2	14.00	12.74
(**) ÓMNIBUS - B3-1	14.00	12.74
(**) ÓMNIBUS - B4-1	14.00	12.74

Fuente: (*) Elaboración propia en base a encuestas (ver Anexo N° 03 – Encuestas a conductores)
 (**) Alejos y Cribillero (2017, p.175) Factor de Corrección de OGPP-MTC

El costo de mano de obra por mantenimiento consta de la suma de los salarios por hora del oficial técnico y ayudante del taller mecánica. Los valores considerados en la tabla son en base a la tabla 3.25 de Alejos *et al.* (2017).

Cuadro 3.25: Costo de mano de obra por mantenimiento

TIPO DE VEHÍCULO	MANO DE OBRA POR HORA	
	COSTO FINANCIERO (S/.)	COSTO ECONÓMICO (S/.)
LIGEROS	9.25	8.42
PESADOS	10.59	9.64

Fuente: Alejos *et al.* (2017)

Los valores de interés anual medio (%) para la compra de un vehículo se obtuvieron de OGPP-MTC (2011)

- **Valor social del tiempo (VST)** El VST es un parámetro imprescindible al momento de la estimación de beneficios netos de toda evaluación social de proyectos de transporte, debido a que el tiempo utilizado en transporte implica

un costo de oportunidad para las personas al emplear el recurso en trasladarse y dejar de realizar otras actividades.

El MEF-CEUP (2012) utiliza la metodología objetiva, en el que el valor social del tiempo de viaje se aproxima al salario real gracias al modelo de maximización de bienestar del consumidor, es decir las personas buscan su satisfacción y consumo en función a sus ingresos.

En base al análisis del modelo de ocio y consumo, El MEF-CEUP (2012), utiliza la siguiente fórmula 3.13 y 3.14 para estimar de forma general el valor social del tiempo de viaje en función a la valoración de un usuario promedio.

$$VST = PT \times VTT + PO \times VTO \quad (3.13)$$

$$PT + PO = 100 \% \quad (3.14)$$

Donde:

VST: Valor social del tiempo por hora

VTT: Valor del tiempo de trabajo del usuario (100 % del sueldo bruto)

VTO: Valor del tiempo de ocio del usuario (30 % VIT utilizado por el MEF)

PT: Porcentaje de viajes de trabajo del usuario.

PO: Porcentaje de viajes de ocio del usuario.

En esta investigación se considera un escenario base de 176 horas de trabajo por mes.

Según el instituto Nacional de Estadística e Informática (Encuesta Nacional de Hogares), el sueldo promedio para el departamento de Ayacucho al año 2016 es S/. 879.5 por mes.

$$VTT = 879,5/176 = 4,99$$

$$VTO = 30 \% (4,99) = 1,497$$

$$PT = 16,33 \%$$

$$PO = 87,67 \%$$

$$VST = 16,33 \% (4,99) + 83,67 \% (1,497)$$

$$VST = 2,067$$

3.3.6 Características y propiedades estructurales del pavimento

Con la finalidad de realizar una evaluación económica de acuerdo a los requerimientos del tráfico vehicular actual de la ciudad, se propone para una misma carga vehicular, estructuras de pavimento tanto rígido como flexible que permitan realizar comparaciones económicas correspondientes a su desempeño en el distrito de Ayacucho.

Para el diseño se utilizó el método AASHTO 93 recomendado por el MTC (2014a) y los parámetros de diseño como: las cargas vehiculares actuales y características de la subrasante fueron obtenidas mediante aforos con el método manual y de los expedientes técnicos recopilados de instituciones públicas como el GRA y MPH respectivamente, las demás variables, así como el diseño se muestran en detalle en el Anexo N° 01-E tanto para el pavimento rígido como del pavimento flexible.

Las características que se muestran en los cuadros del 3.26 al 3.30 describen los parámetros y valores que regirán su desempeño dentro del análisis con el HDM-4, cabe mencionar que los pavimentos rígidos corresponden a la opción de la alternativa 1 y los pavimentos flexibles corresponden a la alternativa base y a la alternativa 2 (diferenciadas por la conservación aplicada) en cada una de las calles analizadas.

3.3.6.1 Características estructurales del pavimento rígido

En los cuadros 3.26 y 3.27 se muestran los parámetros resultantes del diseño de pavimento rígido, los cuales caracterizarán al pavimento de la propuesta de la alternativa 1.

Cuadro 3.26: Características estructurales y propiedades de materiales del pavimento rígido en vías arteriales

Vías Arteriales					
Características	Parámetro	Unidad	Av. Javier Pérez de Cuellar	Av. Ramón Castilla	Jr. José Olaya
Tráfico	Nrep de EE de 8.2t	EE	13163461.9	7512081.3	658618.2
Losas de concreto	Espesor	mm	260.00	240.00	200.00
	Longitud de paño de losa	m	3.50	3.50	3.50
	Elasticidad de concreto	Mpa	24801.24	24801.24	21478.50
	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	280.00	280.00	210.00
	Módulo de Rotura	Mpa	4.00	4.00	3.49
	Coefficiente de retracción del concreto	---	0.0006	0.0006	0.0007
	Coefficiente de dilatación térmica	1/°C	0.00001	0.00001	0.00001
	Diametro de Dowels	mm	31.25	31.25	---
Sub base	Espesor	mm	200.00	200.00	150.00
	CBR base (al 100% de MDS)	%	50.00	40.00	40.00
	Módulo elastico (MR)	Mpa	215.40	186.73	186.73
Subrasante	CBR subrasante (al 95% de MDS)	%	30.00	15.00	20.00
	Módulo de reacción	Mpa/m	95.40	64.40	81.80

Fuente: Elaboración propia

Diferencia de temperatura entre la superficie y base de la losa

Las variaciones de temperatura existente entre la superficie y base de la capa superficial del pavimento es una de las causas principales para el agotamiento del material junto a las cargas del tráfico y a la pérdida de humedad; la variación de temperatura a lo largo del año se puede representar por una distribución de gradientes de temperaturas, la cual se define como la diferencia entre el promedio de temperatura en la superficie y de la base de la losa, dividida por el espesor (Odoki y Kerali, 2000, p. C3-21).

Cuadro 3.27: Características estructurales y propiedades de materiales del pavimento rígido en vías colectoras

Vías Colectoras							
Características	Parámetro	Unidad	Av. Independencia	Av. 26 de Enero	Av. Los Incas	Jr. Carlos F. Vivanco	Jr. Quinua
Tráfico	Nrep de EE de 8.2t	EE	2'416,724.6	2'684,518.25	723439.0	1'717,926	1'301,822
Losa de concreto	Espesor	mm	230.00	200.00	200.00	220.00	210.00
	Longitud de paño de losa	m	3.80	3.15	3.00	3.50	3.50
	Elasticidad de concreto	Mpa	24801.24	24801.20	21478.50	24801.24	24801.24
	Resistencia a la compresión	kg/cm2	280.00	280.00	210.00	280.00	280.00
	Módulo de Rotura	Mpa	4.00	4.00	3.49	4.00	4.00
	Coefficiente de retracción del concreto	---	0.0006	0.0006	0.0007	0.0006	0.0006
	Coefficiente de dilatación térmica	1/°C	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
Sub base	Diametro de Dowels	mm	---	25.40	---	---	---
	Espesor	mm	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
	CBR sub base (al 100% de MDS)	%	40.00	72.00	40.00	83.00	40.00
Subrasante	Módulo elastico (MR)	Mpa	186.73	272.02	186.73	297.93	186.73
	CBR sub rasante (al 95% de MDS)	%	10.00	13.30	15.40	13.00	10.00
Subrasante	Módulo de reacción	Mpa/m	55.10	76.48	65.10	60.50	55.08

Fuente: Elaboración propia

Un gradiente positivo indica que la parte de arriba de la losa estará más templada que la de abajo, lo cual ocurre normalmente durante el día y un gradiente negativo ocurre generalmente durante las horas más frías de la noche.

**Figura 3.6:** Alabeo debido al efecto de la temperatura

Fuente: Salgado (2017)

Para la obtención de la diferencia de temperatura entre la fibra superior e inferior

de la losa ($^{\circ}\text{C}$) con el fin del modelamiento de fisuración, se usará la expresión 3.15 para el diferencial de temperatura positivo y la expresión 3.16 para el diferencial de temperatura negativo (MVU, 2018, p.654).

$$\Delta T (+) = 12,33 - \frac{2385,715}{D} + 0,707.WIND + 0,596.TEMP - 5,924 (10^{-4}) \times PRECIP \quad (3.15)$$

$$\Delta T (-) = -28,62 - \frac{2377,897}{D} + 0,817.WIND + 0,227.TEMP - 2,884 (10^{-4}) \times PRECIP \quad (3.16)$$

Donde:

$\Delta T(+)$: Diferencial de temperatura positivo, $^{\circ}\text{C}$

$\Delta T(-)$: Diferencial de temperatura negativo, $^{\circ}\text{C}$

$WIND$: Velocidad media anual del viento, nudos

$TEMP$: Temperatura media anual del ambiente, $^{\circ}\text{C}$

$PRECIP$: Precipitación anual, mm

En base a las expresiones 3.15 y 3.16, se obtiene los valores de diferencias térmicas para las vías de estudio, los cuales se indican en el cuadro 3.28 en función al espesor de la losa y a las variables climáticas de la ciudad de Ayacucho como son la velocidad del viento, precipitación y la temperatura obtenidas del SENAMHI.

Por otro lado, Según Odoki y Kerali (2000), un gradiente positivo ocurre con más frecuencia que los negativos, mientras que los gradientes negativos ocurren durante las horas más frías de la noche, Yela (2017) a través de mediciones realizadas en campo, señala que las horas más frías se dan entre las 11 pm a 6 am para las cuales, se obtiene el flujo de tráfico.

Cuadro 3.28: Diferencia de temperatura entre la fibra superior e inferior de la losa y su correspondiente flujo de tráfico para la Av. Javier Pérez de Cuellar

Av. Javier Pérez de Cuellar		
Nº	ΔT° (entre parte superior e inferior de la losa)	Frecuencia de tráfico
1.00	11.82	0.03600757
2.00	12.49	0.04785218
3.00	14.67	0.04448188
4.00	17.77	0.08130781
5.00	18.97	0.08519735
6.00	19.74	0.06385553
7.00	20.40	0.06275896
8.00	-14.58	0.01278429

Fuente: Elaboración propia

Los cuadros en detalle de las demás calles en estudio se muestran en el Anexo N° 06 (Variación de temperatura de la losa y frecuencia de tráfico).

3.3.6.2 Características estructurales del pavimento flexible

El HDM-4 para tomar en cuenta la calidad y defectos de la construcción se considera indicadores de los defectos constructivos como:

- % COMP: Se refiere a las compactaciones relativas de la base, de la subbase y de las capas de la explanada (subrasante). Se sugiere que se use COMP de 100 % si hay una compactación total en todas las capas y que se use COMP de 95 % si hay compactación total en varias capas, pero no en todas (Odoki y Kerali, 2000, p.C2-18).
- CDS: Es un indicador de la rigidez y del diseño óptimo de la mezcla bituminosa y varía entre 0.5 y 1.5. Un bajo valor de CDS indica que la capa superficial es propensa a la fisuración y pérdida de áridos, mientras que un valor de CDS alto hace que la carpeta sea propensa a roderas por la deformación plástica. Un CDS de valor 1 indica un óptimo diseño.
- CDB: Defectos de construcción de la base oscila entre 0 (sin defectos de construcción) y 1.5 (varios defectos).

Para la presente investigación se considera que los pavimentos no tendrán defectos constructivos, es decir los indicadores de defecto de construcción CDS será 1 y CDB será 0.

En los cuadros 3.29 y 3.30 se muestran los parámetros resultantes del diseño de pavimento flexible en las vías arteriales y colectoras consideradas en el estudio, las cuales caracterizarán la propuesta de la alternativa base y la alternativa 2, diferenciadas únicamente por el tipo de conservación aplicada.

Cuadro 3.29: Características estructurales y propiedades del pavimento flexible en vías arteriales

Vías Arteriales					
Características	Parámetro	Unidad	Av. Javier Pérez de Cuellar	Av. Ramón Castilla	Jr. José Olaya
Tráfico	Nrep de EE de 8.2t	EE	8'786,794	5307033.3	456028.8
SN	Número estructural (SN)	---	3.57	3.66	2.21
Carpeta asfáltica	Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica medida a 20°C	Mpa	2965	2965	2965
	Espesor	mm	110.00	100.00	70.00
Base	CBR base (al 100% de MDS)	%	80	80	80
	Espesor	mm	200	250.00	200.00
Sub base	CBR sub base (al 100% de MDS)	%	40.00	40.00	40.00
	Espesor	mm	150	150.00	0.00
Subrasante	CBR _{sub-rasante} (al 95 % de MDS)	%	30	15	20
	Módulo de resiliencia de la Sub rasante (MR)	PSI	22529.3	14457.37	17380.01
COMP	Compactación relativa	%	95.00	95.00	95.00

Fuente: Elaboración propia

3.3.7 Estándar de conservación de los pavimentos para la ciudad de Ayacucho

3.3.7.1 Conservación de la alternativa base

La conservación aplicada a la alternativa base para el análisis, se sustenta en la que actualmente se aplica a los pavimentos asfálticos del distrito de Ayacucho, el cual está a cargo de la Unidad de Gestión de Residuos Sólidos (U.G.R.S) de la Municipalidad Provincial de Huamanga a través de la actividad denominada “Rastrillaje”.

Cuadro 3.30: Características estructurales y propiedades del pavimento flexible en vías colectoras

Vías Colectoras							
Características	Parámetro	Unidad	Av. Independencia	Av. 26 de Enero	Av. Los Incas	Jr. Carlos F. Vivanco	Jr. Quinua
Tráfico	Nrep de EE de 8.2t	EE	1'993,312	2'463,749.98	559091.3	1'725,864.5	1'213,699.7
SN	Número estructural (SN)	---	3.31	3.23	2.29	3.00	3.05
Carpeta asfáltica	Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica medida a 20°C	Mpa	2965	2965	2965	2965	2965
	Espesor	mm	100.00	90.00	75.00	90.00	90.00
Base	CBR base (al 100% de MDS)	%	80	80	80	80	80
	Espesor	mm	200.00	200	200	200	200.00
Sub base	CBR sub base (al 100% de MDS)	%	40.00	40.00	---	40.00	40.00
	Espesor	mm	130.00	150	---	100	110.00
Subrasante	CBRsub-rasante (al 95 % de MDS)	%	10	13.30	15.4	13	10
	Módulo de resiliencia de la Subrasante (MR)	PSI	11152.98	13386.20	14702.9	13192.1217	11152.98
COMP	Compactación relativa	%	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00

Fuente: Elaboración propia

Las consideraciones que la U.G.R.S. tiene para el mantenimiento son las siguientes:

1. Las medidas utilizadas son correctivas y no preventivas, esto ocasiona que las fallas como el desprendimiento de áridos y la fisura por fatiga progresen con el tiempo a falta de conservación, convirtiéndose en baches.
2. Los baches son las únicas fallas que son subsanadas de entre todos los tipos de fallas que aparecen en este tipo de pavimento.
3. Según la entrevista que se tuvo con el representante de la U.G.R.S. el “bacheo” se realiza cada vez que el estado de la vía alcanza una alta densidad de baches.
4. Con el fin de saber el estado de la vía al que debe llegar el pavimento para su mantenimiento e identificar el criterio de intervención que se tiene, se ha realizado un conteo de huecos previo al “bacheo”, como se muestra en la figura 3.7.

Se ha contabilizado un total de 680 baches por kilómetro de cara a una intervención en la Av. Javier Pérez de Cuellar (ver Anexo N° 04-A Condición del pavimento antes del mantenimiento), a partir del cual se obtiene el porcentaje de área de deterioro (baches) en las vías de estudio como se muestra en el cuadro 3.32.



Figura 3.7: Condición del pavimento antes del bacheo de la Av. Javier Pérez de Cuellar

Fuente: Elaboración propia

5. El procedimiento de bacheo que se sigue en el distrito de Ayacucho, no cumple con las Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras - MTC (2013), (ver Anexo N° 04-B Procedimiento constructivo), como resultado de este mal manejo de recursos se tiene la poca durabilidad del bacheo (ver Anexo N° 04-D deterioro del bacheo), a partir de éste, se puede deducir que el progreso de los baches será mayor al que normalmente se tendría si se realizaran bacheos correctos.

Se sabe que el modelo de progreso de baches del HDM-4 cuyos bacheos se realicen en condiciones perfectas y con las mismas características estructurales del pavimento existente, considera un factor de calibración del progreso de baches (K_{pp}) igual a 1, a partir de esto y considerando el Anexo N° 04-D (deterioro del bacheo realizado por la MPH), se deduce que el área pronosticada de baches con el HDM-4 sería muy diferente al área observada en la realidad si se consideraría un K_{pp} igual a 1, por lo que con el objetivo de caracterizar mejor la evolución de los baches, se asume como factor de calibración del progreso de baches (k_{pp}) para la ciudad de Ayacucho igual a 1.2 y se recomienda que éste parámetro sea

calibrado en cada región, el cual no se realiza en ésta investigación por ser un estudio más detallado, prolongado y costoso.

6. Para determinar el porcentaje de baches intervenidos se realiza un conteo posterior a la intervención. ver Anexo N° 04-C Condición del pavimento después del mantenimiento).

N° Baches antes de la intervención: 680 baches/km

N° Baches después de la intervención de la intervención: 28 baches Se interviene el 94 % del total de baches.

7. El costo unitario que se tendría por reparar un metro cuadrado (m^2) de bache en cada una de las calles en estudio, en función a los criterios de bacheo que tiene la MPH, se muestra en el cuadro 3.31, y su cálculo se realizó en base al análisis de precios unitarios y actividades consideradas para la conservación y mantenimiento de pavimentos flexibles incluido dentro del proyecto "Mejoramiento de los sistemas de evacuación de las aguas pluviales, transitabilidad peatonal y vehicular del sector oeste del distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho" que solventa las actividades de la U.G.R.S. de la M.P.H. (ver Anexo N° 04-E Costo de bacheo)

Según el SNIP Anexo N° 10 - 2013 los factores para obtener el precio social (económico) a partir del precio privado (Financiero) de mantenimiento de vías es de 0.75.

Cuadro 3.31: Costo económico y financiero del bacheo por m2 en las diferentes vías de estudio

Tipo de vía	Vía	Costo financiero (S/.)		Costo económico (S/.)	
Arterial	Av. Javier Pérez de Cuellar	S/.	85.41	S/.	64.06
	Av. Ramón Castilla	S/.	79.48	S/.	59.61
	Jr. José Olaya	S/.	61.68	S/.	46.26
Colectora	Av. Independencia	S/.	79.48	S/.	59.61
	Av. 26 de Enero	S/.	73.55	S/.	55.16
	Av. Los Incas	S/.	65.13	S/.	48.85
	Jr. Carlos F. Vivanco	S/.	73.55	S/.	55.16
	Jr. Quinua	S/.	73.55	S/.	55.16

Fuente: Elaboración propia

8. En consecuencia, a lo descrito anteriormente, el estándar de mantenimiento que se aplicaría según los criterios de mantenimiento de la MPH a las vías si éstas estuvieran construidas con pavimento flexible sería en función a lo mostrado en el cuadro 3.32.

Cuadro 3.32: Estándar de mantenimiento de pavimentos flexibles del distrito de Ayacucho

Criterio de conservación			
Tipo de vía	Nombre	Nº baches/km	Área deteriorada m2
Arterial	Av. Javier Pérez de Cuellar	680	68
	Av. Ramón Castilla	330	33
	Jr. José Olaya	670	67
Colectora	Av. Independencia	598	60
	Av. 26 de Enero	283	28
	Av. Los Incas	566	57
	Jr. Carlos F. Vivanco	491	49
	Jr. Quinua	680	68
% de baches intervenidos			94%

Fuente: Elaboración propia

3.3.7.2 Conservación de la alternativa 1

La propuesta de conservación para pavimentos rígidos se basa en el cumplimiento del nivel de serviciabilidad establecido por el MTC (2013), para una vía construida con

pavimento rígido de IMD mayor a 6000, la cual se describe a continuación.

1. No se admitirá desnivel entre losas mayor a 10mm.
2. El IRI no podrá superar el valor de 3.5 m/km.
3. No se admiten baches, reparaciones en mal estado y despostillado de juntas.
4. No se permiten fisuras longitudinales y transversales con un grosor mayor a 3mm, y el porcentaje máximo de fisuras longitudinales con grosor menor a 3 mm será de 3 % y en fisuras transversales será de 2 % del área total de la calzada.

Debido a que nuestra herramienta de cálculo es el Software HDM4, el cambio de losa será en función al porcentaje de agrietamiento de las misma, para tal fin se toma en consideración los valores recomendados por la dirección de vialidad del Gobierno de Chile MOP (2012) quien, según la importancia del camino, considera el reemplazo de losas cuando existe un máximo 30 % de losas fisuradas en vías colectoras y un máximo de 20 % de losas agrietadas en vías principales y autopistas.

En consecuencia, a lo descrito anteriormente y con la finalidad de cumplir con el nivel de servicio exigido por el MTC (2013) para un pavimento construido con concreto hidráulico de IMD mayor a 6000, se propone implementar la siguiente política de mantenimiento (cuadro 3.33) para todas las calles en estudio según requiera cada caso.

Cuadro 3.33: Criterio de conservación para pavimentos rígidos

Acción	Criterio de intervención
Fresado	Resalto promedio entre losas > 10 mm
	IRI > 3.5 m/km
Resellado de juntas	Actividad programada cada 10 años
Reemplazo de losas (vías arteriales)	% losas fisuradas > 20 %
Reemplazo de losas (vías colectoras)	% losas fisuradas > 30%

Fuente: Elaboración propia

1 Cepillado con diamante

Esta actividad se realiza cuando los niveles de deterioro como el resalto, arqueamiento en las losas e irregularidad sobrepasan los valores permitidos para cumplir con el nivel de servicio exigido para la vía.

2 Resellado de Juntas

Se aplica para disminuir la infiltración de agua de la superficie generando el reblandecimiento de la base, además evita el ingreso de materiales incompresibles en las juntas disminuyendo la posibilidad de desconchado en las mismas, su aplicación será programada cada cierto intervalo de tiempo.

3 Reemplazo de losas

El agrietamiento en pavimento rígido, en el HDM-4, se mide en porcentaje del número de losas. Se reemplazará las losas que estén gravemente deterioradas, esta actividad incluye la corrección de los huecos en la base (<3mm), generados por la filtración del agua a través de las juntas, fisuras o bordes. El reemplazo de losas repercute directamente en la disminución de fisuras, desconchados de juntas y resalto de losas.

Los costos de conservación del pavimento rígido se muestran en el cuadro 3.34, cuyos análisis de precios unitarios se muestran en el Anexo N° 05

Cuadro 3.34: Costo de resellado de juntas

Acción	Unidad	Costo financiero S/.	Costo económico S/.
Resellado de Juntas	m	7.80	5.85

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados del modelamiento de deterioro del programa HDM-4, la reposición de losas y el cepillado del pavimento no son necesarias en todas las calles

de análisis, en este sentido es innecesario detallar los costos de los mismos, dadas las condiciones de desempeño del pavimento rígido en el distrito de Ayacucho.

3.3.7.3 Conservación de la alternativa 2

El MTC (2013) sugiere que la intervención de los pavimentos se realice tan pronto sea posible después de identificado el deterioro/falla, ya que es obligación del ejecutor de la conservación vial tener la carretera en perfectas condiciones los 365 días del año. El MTC (2013) plantea la conservación vial por nivel de serviciabilidad, en el que los trabajos se realizan para cumplir los estándares admisibles y no por volúmenes de trabajo ejecutado, es decir, la condición del pavimento debe estar dentro de los valores sugeridos para el nivel de servicio establecido para la calzada.

El nivel de serviciabilidad establecido para una vía con un IMD mayor a 6000 se describe a continuación.

1. No se admitirá fisuras (entre 1 y 3 mm) que no se encuentren selladas en un porcentaje mayor al 3 %.
2. No se admitirá fisuras con un grosor mayor a 3 mm
3. El ahuellamiento mayor a 12 mm y la deformación por deficiencia estructural, no son permitidas.
4. No se admiten baches.
5. El IRI no podrá superar el valor de 3.5 m/km.
6. No se permite erosión y rotura de borde.

Como la rotura de borde es un deterioro relacionado con el ancho de la calzada (ancho menor a 7.2m) y bermas no pavimentadas, en la ciudad de Ayacucho se ha observado que calles como el Jr. José Olaya, Av. Los Incas, Av. 26 de Enero y Av. Ramón Castilla consideradas en la presente investigación, poseen un ancho de calzada menor a 7.2 m los cuales tendrían la tendencia de fractura en el borde de la calzada,

si no estuvieran confinadas con estructuras de concreto como veredas, sardineles y cunetas; por este criterio no se considera la rotura de borde en esta investigación.

Para cumplir con el nivel de servicio exigido por el MTC (2013) para un $IMD > 6000$, se propone implementar la política de mantenimiento detallada en el cuadro 3.35.

Cuadro 3.35: Criterio de conservación propuesto para pavimentos flexibles

Acción	Criterio de intervención
Sellado de fisuras	Fisuración estructural ancha $\geq 1\%$
Bacheo	N° Baches ≥ 1 bache/km
Sellado asfáltico	Área total de calzada fisurada $> 3\%$
Recapado asfáltico	IRI > 3.5 m/km

Fuente: Elaboración propia

- 1 Sello asfáltico:** Consiste en el recubrimiento sobre el pavimento flexible con un riego asfáltico, cuyo objetivo es la protección oportuna de pequeñas fisuras y resquebrajamientos que se presentan en la superficie y que normalmente son precursores de daños graves cuando no hay una intervención oportuna.
- 2 Sellado de fisuración estructural ancha:** Como medida correctiva se consideran la reparación sello en las fisuras de ancho mayor a 3 mm con material asfáltico, el objetivo del sello de fisuras es impedir la entrada de agua y la de materiales incompresibles, y de esta manera retardar la formación de agrietamientos más severos como los de piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.
- 3 Bacheo:** El Parchado consiste en la reparación, bacheo o reemplazo de una parte severamente deteriorada de la estructura de un pavimento flexible, cuando el daño afecte tanto a la o las capas asfálticas como, a lo menos, parte de la base y subbase, se consideran las reparaciones con carpeta asfáltica en caliente como medida correctiva.
- 4 Recapado asfáltico:** Consiste en la puesta de una sobre carpeta de mezcla asfáltica en caliente sobre el pavimento flexible existente, previo el tratamiento

de los daños puntuales que puedan existir, éste puede incluir fresado de carpeta antigua. El objetivo es recuperar las condiciones estructurales y superficiales del pavimento y mantener el IRI por debajo del valor de 3.5 m/Km.

Los costos de conservación del pavimento flexible se muestran en los cuadros 3.36 y 3.37, cuyos análisis de precios unitarios se muestran en el Anexo N° 05.

Cuadro 3.36: Costo de los trabajos de mantenimiento

Acción	Unidad	Costo financiero S/.	Costo económico S/.
Sellado de fisuras estructurales ancha	m	4.08	3.06
Sello asfáltico	m2	6.63	4.98

Fuente: Elaboración propia en base a MTC-Provias y Vega (2018).

Cuadro 3.37: Costo por metro cuadrado de fresado y posterior reemplazo

Tipo de vía	Nombre de vía	Unidad	Costo financiero S/.	Costo económico S/.
Arterial	Av. Javier Pérez de cuellar	m2	S/. 56.13	S/. 42.10
	Av. Ramón Castilla	m2	S/. 51.50	S/. 38.63
	Jr. José Olaya	m2	S/. 37.61	S/. 28.21
Colectora	Av. Independencia	m2	S/. 51.50	S/. 38.63
	Av. 26 de Enero	m2	S/. 46.87	S/. 35.15
	Av. Los Incas	m2	S/. 37.61	S/. 28.21
	Jr. Carlos F. Vivanco	m2	S/. 46.87	S/. 35.15
	Jr. Quinoa	m2	S/. 46.87	S/. 35.15

Fuente: Elaboración propia en base a MTC-Provias y Vega (2018).

3.4 Costo de construcción de pavimento

El costo de construcción de los pavimentos se basa en el presupuesto y análisis de costo unitario de cada uno de los expedientes técnicos recolectados de las entidades como la MPH y el GRA con modificación en el metrado según los espesores de cada diseño propuesto.

Se muestra en el cuadro 3.38 el costo de pavimento por metro cuadrado que incluye sólo construcción de pavimento rígido, es decir, movimiento de tierras y capa superficial.

(Ver parte G de los Anexos del 1 al 8).

Cuadro 3.38: Costo de construcción por metro cuadrado de pavimento rígido y flexible

Tipo de vía	Nombre de vía	Área (m ²)	Tipo de Pavimento	Fecha de presupuesto	Costo (S/.) incluido IGV (18%)	Coefficiente de reajuste (k) al 01/01/2018	Costo de pavimento reajustado (S/.)	Costo de pavimento por metro cuadrado (S/.)
Arterial	Av. Javier Pérez de cuellar	2240.00	Rígido	01/01/2008	S/. 337,014.09	1.258592	S/. 424,163.24	S/. 189.36
			Flexible	01/01/2008	S/. 283,966.60	1.237447	S/. 351,393.62	S/. 156.87
	Av. Ramón Castilla	7365.00	Rígido	01/03/2005	S/. 936,880.22	1.376728	S/. 1,289,829.23	S/. 175.13
			Flexible	01/03/2005	S/. 662,661.07	1.620654	S/. 1,073,944.31	S/. 145.82
Jr. José Olaya	1988.00	Rígido	06/02/2005	S/. 166,059.14	1.391748	S/. 231,112.48	S/. 116.25	
		Flexible	06/02/2005	S/. 119,697.92	1.636277	S/. 195,858.95	S/. 98.52	
Colectora	Av. Independencia	2695.49	Rígido	01/09/2000	S/. 234,724.61	1.580824	S/. 371,058.30	S/. 137.66
			Flexible	01/09/2000	S/. 142,351.51	2.185728	S/. 311,141.68	S/. 115.43
	Av. 26 Enero	4286.00	Rígido	01/08/2011	S/. 495,984.07	1.142861	S/. 566,840.85	S/. 132.25
			Flexible	01/08/2011	S/. 483,823.81	0.931879	S/. 450,865.25	S/. 105.19
	Av. Los Incas	1918.80	Rígido	25/09/2013	S/. 206,888.91	1.162882	S/. 240,587.39	S/. 125.38
			Flexible	25/09/2013	S/. 202,002.56	1.035132	S/. 209,099.31	S/. 108.97
	Jr. C. F. Vivanco	3123.00	Rígido	01/04/2008	S/. 568,794.86	1.347232	S/. 766,298.64	S/. 245.37
			Flexible	01/04/2008	S/. 489,767.76	1.333783	S/. 653,243.91	S/. 209.17
Jr. Quinua	2960.87	Rígido	16/06/2014	S/. 581,016.48	1.166764	S/. 677,909.12	S/. 228.96	
		Flexible	16/06/2014	S/. 527,779.21	1.07126	S/. 565,388.76	S/. 190.95	

Fuente: Elaboración propia en base a expedientes técnicos recopilados.

Según el SNIP Anexo N° 10 - 2013 los factores para obtener el precio social (económico) a partir del precio privado (Financiero) de una inversión es 0.79.

El software considera parámetros constantes a lo largo de cada uno de los tramos que forman parte de una red de carreteras, en este sentido para el costo del tramo se considera también un ancho de sección continuo para todo el tramo en estudio que se muestra en el cuadro 3.39.

3.5 Acerca las emisiones de los gases contaminantes en la ciudad de Ayacucho

Se ha solicitado a la Gerencia de Control Técnico del Transporte de la MPH los análisis de gases contaminantes que se realiza para la emisión de los permisos de circulación dentro de la ciudad y se encontró que dichas evaluaciones se realizan únicamente a los vehículos de transporte público como mototaxi, taxi y bus ligero(combi), dichas evaluaciones son tomadas en condiciones de ralentí y sus resultados se dan en cantidades de concentración (% y ppm para CO, CO₂, HC) como se muestran en la figura 3.8.

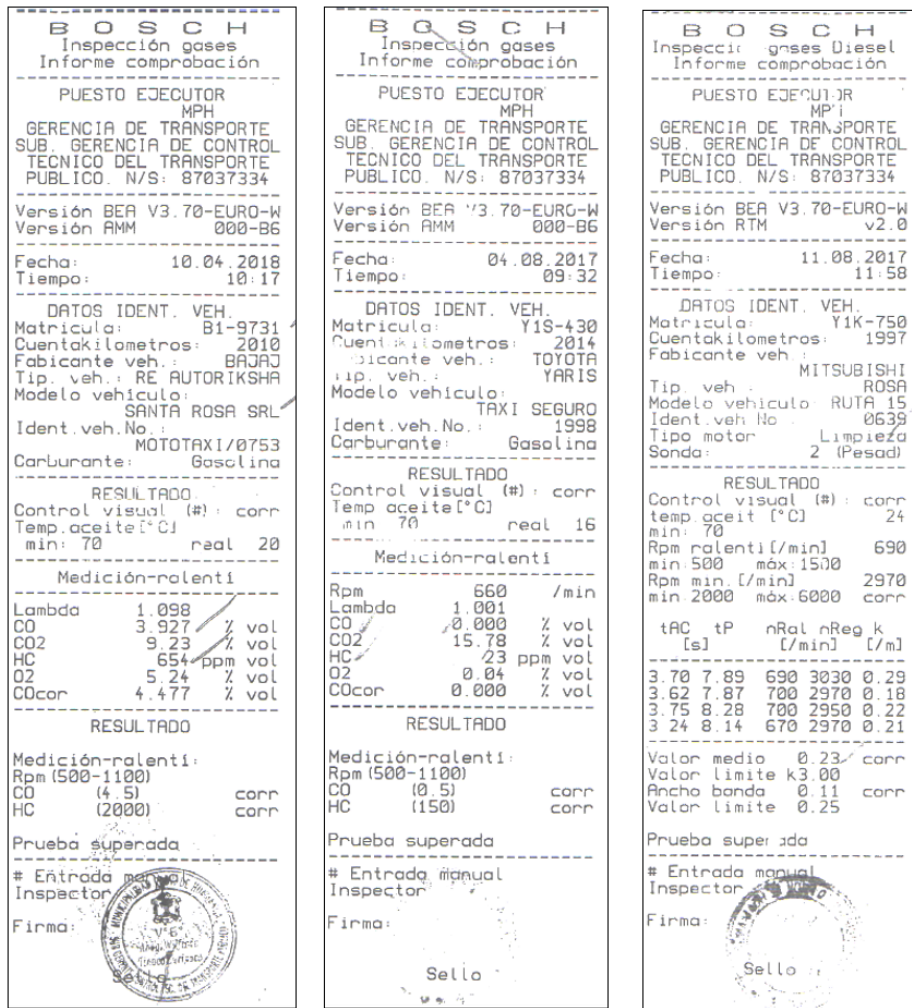
Cuadro 3.39: Costo de construcción por kilómetro de pavimento rígido y flexible

Tipo de vía	Nombre de vía	Ancho pavimentado (m)	Tipo de pavimento	Costo de pavimento por metro cuadrado (S/.)	Costo Económico (S./)Km	Costo financiero (S./)Km
Arterial	Av. Javier Pérez de cuellar	8.50	Rígido	S/. 189.36	S/. 1,271,542.92	S/. 1,609,548.00
			Flexible	S/. 156.87	S/. 1,053,396.49	S/. 1,333,413.28
	Av. Ramón Castilla	4.90	Rígido	S/. 175.13	S/. 677,926.54	S/. 858,134.86
			Flexible	S/. 145.82	S/. 564,458.72	S/. 714,504.70
	Jr. José Olaya	7.10	Rígido	S/. 116.25	S/. 652,067.34	S/. 825,401.70
			Flexible	S/. 98.52	S/. 552,602.05	S/. 699,496.26
Colectora	Av. Independencia	7.60	Rígido	S/. 137.66	S/. 826,504.28	S/. 1,046,207.95
			Flexible	S/. 115.43	S/. 693,044.55	S/. 877,271.58
	Av. 26 Enero	6.30	Rígido	S/. 132.25	S/. 658,228.40	S/. 833,200.50
			Flexible	S/. 105.19	S/. 523,554.91	S/. 662,727.73
	Av. Los Incas	6.00	Rígido	S/. 125.38	S/. 594,321.57	S/. 752,305.78
			Flexible	S/. 108.97	S/. 516,536.77	S/. 653,844.01
	Jr. F. Vivanco	5.20	Rígido	S/. 245.37	S/. 1,007,990.65	S/. 1,275,937.53
			Flexible	S/. 209.17	S/. 859,278.26	S/. 1,087,693.99
	Jr. Quinua	7.83	Rígido	S/. 228.96	S/. 1,416,253.47	S/. 1,792,725.91
			Flexible	S/. 190.95	S/. 1,181,181.63	S/. 1,495,166.62

Fuente: Elaboración propia.

Como observación se tiene la falta de control de emisiones en los vehículos de uso particular como Pick up, camioneta tipo Land Drover y motocicletas; respecto al control de los vehículos de transporte público (bus ligero-urbano), como se muestra en la figura 3.41 el único parámetro de evaluación es la opacidad del gas que se emite por el tubo de escape, si bien es cierto, se cumple con el DS N° 010-2017-MINAM en el que se señala que los vehículos de categorías M y N con motor Diesel sólo serán evaluados en función al coeficiente de absorción, también deberían ser evaluados en emisiones de CO, HC y CO2 al igual que los vehículos de las mismas categorías que usan gasolina, además de ello, como se muestra en la figura 3.9, Ayacucho no se encuentra dentro de los departamentos en que se comercializa Diesel con menos de 50 ppm de azufre, en éste sentido también sería conveniente realizar control respecto a emisiones de SO2 en la ciudad de Ayacucho.

Por un lado, los límites máximos permisibles de emisiones de gas contaminantes son dados en función a los años de fabricación de los vehículos, por otro lado no está regulado los años de uso de los vehículos dentro de la ciudad, permitiéndose mayores



a) Mototaxi

b) Taxi

c) Urbano

Figura 3.8: Fichas de inspección de gas

Fuente: Gerencia de Control Técnico del Transporte de la MPH

emisiones por antigüedad de fabricación de los vehículos pesados y privados como se señala en la norma anteriormente referenciada, entonces cabe la pregunta de si se está realmente controlando las emisiones de gases contaminantes.

Por otro lado, los resultados del HDM-4 concernientes a los gases contaminantes de los vehículos por uso del pavimento rígido y flexible para la Av. Javier Pérez de Cuellar, se muestran en el anexo 08, cabe mencionar que el modelo mecánico empírico que usa el software (HDM-4 versión 1.3 del año 2001) para el cálculo de emisiones de contaminantes, lo hace para la mitad del tiempo de vida de los vehículos y considera en



Figura 3.9: Departamentos en los que se comercializa Diesel con menos de 50 ppm de azufre en el año 2015

Fuente: MINAM (2016)

la composición del combustible cantidades de sulfuro en un 0.012% y para el plomo de 0.15%, sin embargo, en el Perú el plomo fue retirado como aditivo de la gasolina en el año 2005 y hoy ya no es un problema en los combustibles líquidos MINAM (2016, p. 4), adicional a esto, en el 2006 la ley N° 28694 prohíbe la comercialización de combustibles con contenido de azufre mayor a 50 ppm, por lo que los resultados mostrados en el Anexo 08 son de referencia y se recomienda para su cálculo, el uso de versiones más recientes del HDM-4 o hacer calibraciones de la versión 1.3 según emisiones actuales de

gases contaminantes en la ciudad de Ayacucho.

Cabe recalcar que los resultados de emisiones de contaminantes mostrados en el anexo 08 de ésta investigación, no afecta a los indicadores de rentabilidad, por ser colaterales a los resultados económicos y por tanto a los indicadores de rentabilidad.

Resultados

La Evaluación económica se desarrollo tomando en cuenta los objetivos y alcances de este estudio en las diferentes vías tanto colectoras como arteriales, la cual está orientada a determinar el pavimento más rentable entre uno rígido y otro flexible usando como herramienta de cálculo, el Software HDM-4.

4.1 Costo de construcción de pavimentos

En el siguiente cuadro se muestran los resultados del costo de construcción que incluye movimiento de tierras, conformación de base y subbase y construcción de la capa de rodadura de los pavimentos tanto rígido como flexible según la longitud considerada en la evaluación.

Cuadro 4.1: Costo de construcción de pavimento rígido y flexible por longitud analizada

Tipo de vía	Nombre de vía	Longitud (Km)	Tipo de pavimento	Costo Económico (S/.)	Costo financiero (S/.)
Arterial	Av. Javier Pérez de Cuellar	1.014	Rígido	S/. 1,289,341.64	S/. 1,632,081.67
			Flexible	S/. 1,068,147.04	S/. 1,352,081.14
	Av. Ramón Castilla	0.875	Rígido	S/. 593,186.17	S/. 750,868.00
			Flexible	S/. 493,901.58	S/. 625,191.62
	Jr. José Olaya	0.653	Rígido	S/. 425,799.78	S/. 538,987.31
			Flexible	S/. 360,849.08	S/. 456,771.04
Colectora	Av. Independencia	1.540	Rígido	S/. 1,272,816.50	S/. 1,611,160.24
			Flexible	S/. 1,067,288.61	S/. 1,350,998.24
	Av. 26 Enero	1.181	Rígido	S/. 777,367.26	S/. 984,009.79
			Flexible	S/. 618,318.31	S/. 782,681.45
	Av. Los Incas	0.280	Rígido	S/. 166,410.16	S/. 210,645.62
			Flexible	S/. 144,630.30	S/. 183,076.32
	Jr. F. Vivanco	0.656	Rígido	S/. 661,241.47	S/. 837,015.05
			Flexible	S/. 563,686.57	S/. 713,527.26
	Jr. Quinua	0.387	Rígido	S/. 548,216.36	S/. 693,946.27
			Flexible	S/. 457,223.57	S/. 578,764.05

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro 4.1 deduce que para los mismos parámetros de diseño, el costo por construcción de un pavimento flexible es aproximadamente el 83.7 % del costo de

pavimento rígido, para las vías consideradas en el estudio éstos se distribuyen como se indica en la figura 4.1.

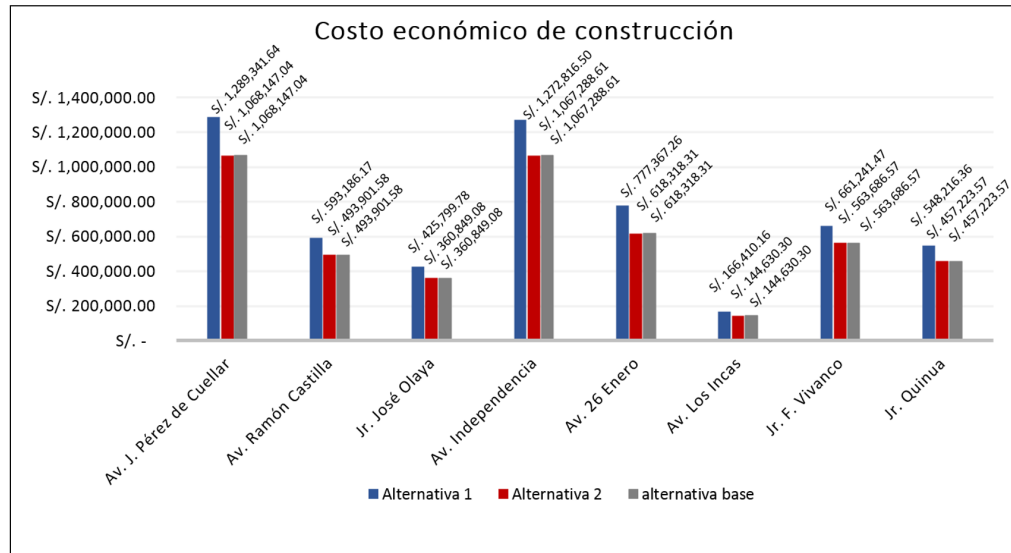


Figura 4.1: Costo económico de construcción de pavimento rígido y flexible

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Costo de operación de pavimentos

En los cuadros sucesivos del 4.2 al 4.9, se muestran los flujos de dinero año tras año para las propuestas planteadas (alternativa 1 (pavimento rígido) y alternativa 2 (pavimento flexible)) bajo sus respectivas propuestas de conservación para el cumplimiento del nivel de servicio exigido por el MTC (2013), además de ello se incluye el flujo de dinero del caso hipotético (alternativa base) por la construcción y conservación bajo los actuales criterios de intervención para el mantenimiento que la M.P.H a través de la U.G.R.S tiene para los pavimentos flexibles de las vías en nuestra ciudad.

En el Anexo N° 07-A Deterioro/efecto de los trabajos, se muestra el progreso de las fallas y deterioros en el pavimento rígido y flexible año tras año.

Los montos del año 2018 corresponden a la inversión realizada para la construcción del pavimento y el de los siguientes años corresponden al costo por mantenimiento según la alternativa planteada para cada caso. La tasa de descuento es de 8 %.

4.2.1 Costo de operación de pavimentos en vías arteriales

El flujo de dinero que se muestran en los cuadros 4.2, 4.3 y 4.4, de la Av. Javier Pérez de Cuellar, Ramón Castilla y Jr. José Olaya respectivamente, para las alternativas 1 y 2, son los costos de construcción y mantenimientos requeridos para el cumplimiento del nivel de servicio exigido por el MTC (2013) descritos en el capítulo 3, los detalles del tipo de mantenimiento y sus costos, para la Av. Javier Pérez de Cuellar, se muestran en el Anexo N° 07-B Calendario de actuaciones.

En todos los casos, el flujo de dinero de la alternativa base por construcción y bacheos, según el criterio de intervención de la MPH para la conservación del pavimento flexible, resultan ser inferiores en costos a las propuestas 1 y 2 sin embargo, no cumplen con el nivel de servicio exigido por el MTC (2013), como se muestra en la figura 4.2 respecto a la regularidad del pavimento y de forma detallada, año tras año, en el Anexo N° 07-A Deterioro/efectos de los trabajos.

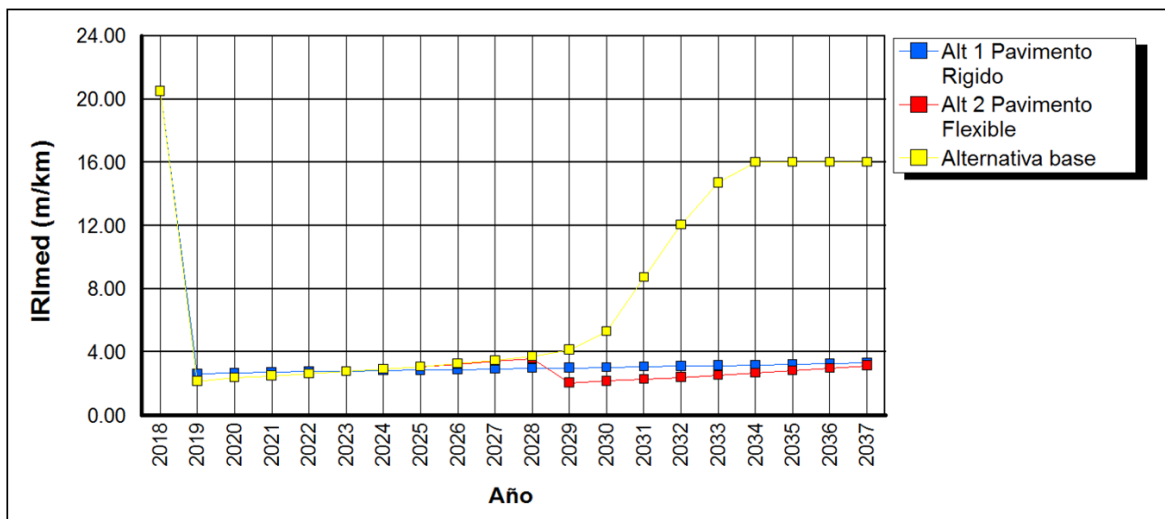


Figura 4.2: Regularidad media en la Av. Javier Pérez de Cuellar

Fuente: Procesamiento HDM-4

A continuación, en los cuadros 4.2, 4.3 y 4.4 se muestran los costos y tipo de intervención en cada calle analizada:

Cuadro 4.2: Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en la Av. Javier Pérez de Cuellar

Año	Alternativa 1: Pavimento rígido		Alternativa 2: Pavimento flexible		Alternativa base	
	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad
2018	S/.1,289,341.63	Construcción	S/.1,068,147.63	Construcción	S/.1,068,147.63	Construcción
2025	S/.0.00	---	S/.36,357.98	Sellado asfáltico	S/.0.00	---
2028	S/.12,202.77	Resellado de juntas	S/.307,363.69	Fresado y reemplazo	S/.0.00	---
2031	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.6,908.03	bacheo
2033	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.9,626.41	bacheo
2034	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.5,294.50	bacheo
2035	S/.0.00	---	S/.36,357.98	Sellado asfáltico	S/.5,377.30	bacheo
2036	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.5,755.25	bacheo
2037	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.5,998.73	bacheo
Total	S/.1,301,544.40		S/.1,448,227.28		S/.1,107,107.85	

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.2 se muestra que para mantener en buenas condiciones funcionales la superficie del pavimento, se requiere de las actividades y gastos señalados en dicho cuadro tanto para la alternativa 1 y alternativa 2; al término del periodo de evaluación, el pavimento flexible termina costando S/.1,448,227.28, un 11.27% más del costo final del pavimento de la alternativa 1, cuyo monto de administración al final del periodo de análisis es S/.1,301,544.40.

Cuadro 4.3: Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en la Av. Ramón Castilla

Año	Alternativa 1: Pavimento rígido		Alternativa 2: Pavimento flexible		Alternativa base	
	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad
2018	S/.593,186.13	Construcción	S/.493,901.63	Construcción	S/.493,901.63	Construcción
2025	S/.0.00	---	S/.21,351.75	Sellado asfáltico	S/.0.00	---
2028	S/.7,166.25	Resellado de juntas	S/.165,626.13	Fresado y reemplazo	S/.0.00	---
2030	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.3,275.74	bacheo
2031	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.2,444.84	bacheo
2032	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.3,023.12	bacheo
2033	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.3,729.68	bacheo
2034	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.4,368.66	bacheo
2035	S/.0.00	---	S/.21,351.75	Sellado asfáltico	S/.4,904.34	bacheo
2036	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.5,309.58	bacheo
2037	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.5,552.83	bacheo
Total	S/.600,352.38		S/.702,231.26		S/.526,510.42	

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.3, el pavimento flexible en la Av. Ramón Castilla, por su mantenimiento alcanza un monto final de S/702,231.26 y resulta costando un 16.97 % más de lo invertido en un pavimento rígido (S/600,352.38) en la misma avenida, para mantener la buena serviciabilidad del camino; estos resultados muestran que para la entidad administradora en 20 años, el pavimento rígido es más económico que el pavimento flexible, si no se considera el costo de oportunidad del dinero.

Cuadro 4.4: Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en el Jr. José Olaya

Año	Alternativa 1: Pavimento rígido		Alternativa 2: Pavimento flexible		Alternativa base	
	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad
2018	S/.425,799.75	Construcción	S/.360,849.09	Construcción	S/.360,849.09	Construcción
2025	S/.0.00	---	S/.23,088.77	Sellado asfáltico	S/.0.00	---
2027	S/.0.00	---	S/.130,790.02	Fresado y reemplazo	S/.0.00	---
2028	S/.7,749.24	Resellado de juntas	S/.0.00	---	S/.0.00	---
2031	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.2,125.35	bacheo
2033	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.5,130.34	bacheo
2034	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.3,037.89	bacheo
2035	S/.0.00	---	S/.23,088.77	Sellado asfáltico	S/.3,204.29	bacheo
2036	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.3,544.95	bacheo
2037	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.3,828.21	bacheo
Total	S/.433,548.99		S/.537,816.65		S/.381,720.12	

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el Jr. José Olaya como se muestra en el cuadro 4.4, el costo del pavimento bituminoso de la alternativa 2, en 20 años incluyendo el costo de mantenimiento llega a S/.537,816.65, monto que supera en 24 % al costo final por construcción y conservación del pavimento rígido (S/.433,548.99) en esta misma calle, también se muestra, que el flujo de costo de la alternativa base, no supera al de las alternativas 1 y 2, siendo más económico para la entidad administradora, sin embargo, la serviciabilidad del pavimento no es la recomendada por el MTC.

4.2.2 Costo de operación de pavimentos en vías colectoras

De los resultados mostrados en los cuadros 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 y 4.9 de las vías colectoras en estudio, señalan que si éstas se construyen con un pavimento rígido correspondiente

a la alternativa 1, en 20 años no requiere de cambio de losas, pues no se alcanza el 30 % de losas fisuradas, tampoco se requiere del cepillado de la superficie, ya que el IRI no sobrepasa los 3.5 m/k a lo largo de su periodo de vida, ésta alternativa requiere sólo de resellado de juntas en el año 10 u 11 para prevenir infiltraciones de agua, bombeo, escalonamientos y desconchados de juntas.

Respecto a la alternativa 2 en cada caso, las actividades de conservación para mantener las superficie del pavimento dentro de lo exigido por el MTC (2013), requiere de sellado asfáltico para prevenir el progreso de fisuras tanto estructurales como térmicas, cuando se sobrepase el 3% del área total, esta intervención hace que no se alcance a desarrollar fisuras anchas (mayores a 3mm), también se requiere de un fresado con reemplazo de carpeta asfáltica cuando el IRI supere los 3.5 m/km.

Si estas mismas calles se construyen con pavimento flexible y su conservación está bajo el criterio de intervención de la alternativa base, a partir del año 11 ó 12, se tienen gastos importantes anuales, sólo por “bacheo”, y a pesar de esto no se mantiene en condiciones funcionales la superficie del pavimento, como se muestra en la figura 4.5 respecto a la regularidad del pavimento.

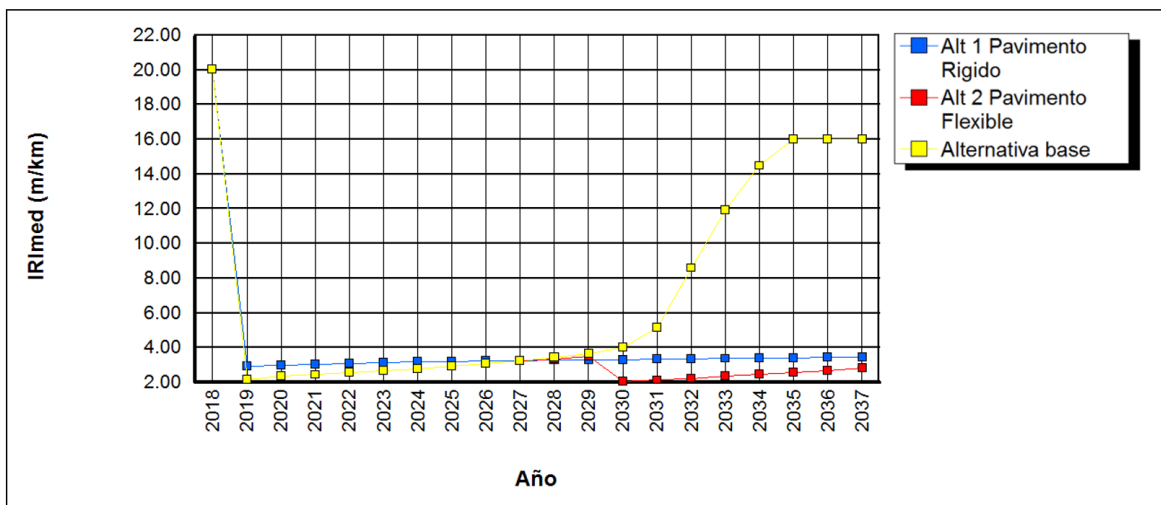


Figura 4.3: Regularidad media en la Av. Independencia

Fuente: Procesamiento HDM-4

A continuación, en los cuadros 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 y 4.9 se muestran los costos y tipo de intervención en cada calle analizada.

Cuadro 4.5: Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en la Av. Independencia

Año	Alternativa 1: Pavimento rígido		Alternativa 2: Pavimento flexible		Alternativa base	
	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad
2018	S/.1,272,816.50	Construcción	S/.1,067,288.63	Construcción	S/.1,067,288.63	Construcción
2026	S/.0.00	---	S/.55,218.24	Sellado asfáltico	S/.0.00	---
2028	S/.17,069.68	Resellado de juntas	S/.0.00	---	S/.0.00	---
2029	S/.0.00	---	S/.428,329.44	Fresado y reemplazo	S/.0.00	---
2032	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.9,875.74	bacheo
2033	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.5,310.08	bacheo
2034	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.5,897.22	bacheo
2035	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.6,826.07	bacheo
2036	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.7,628.17	bacheo
2037	S/.0.00	---	S/.55,218.24	Sellado asfáltico	S/.8,209.44	bacheo
Total	S/.1,289,886.18		S/.1,606,054.55		S/.1,111,035.35	

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.5 se muestra que, en la Av. Independencia de 1.54 km de longitud y ancho 7.2 m, el pavimento flexible (alternativa 2) al término del periodo de evaluación (año 20) tiene una diferencia de costos de S/. 316,168.37 respecto al costo total del pavimento rígido (alternativa 1) que representa un 24.5 % del costo del mismo.

Cuadro 4.6: Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en la Av. 26 de Enero

Año	Alternativa 1: Pavimento rígido		Alternativa 2: Pavimento flexible		Alternativa base	
	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad
2018	S/.777,367.25	Construcción	S/.618,318.31	Construcción	S/.618,318.31	Construcción
2025	S/.0.00	---	S/.36,903.89	Sellado asfáltico	S/.0.00	---
2027	S/.0.00	---	S/.205,724.30	Fresado y reemplazo	S/.0.00	---
2028	S/.13,817.70	Resellado de juntas	S/.0.00	---	S/.0.00	---
2030	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.5,829.50	bacheo
2031	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.4,161.90	bacheo
2032	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.4,992.47	bacheo
2033	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.6,119.42	bacheo
2034	S/.0.00	---	S/.36,903.89	Sellado asfáltico	S/.7,160.55	bacheo
2035	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.8,039.60	bacheo
2036	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.8,734.23	bacheo
2037	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.9,175.14	bacheo
Total	S/.791,184.95		S/.897,850.39		S/.672,531.12	

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.6 de la Av. 26 de Enero cuyo ancho promedio es de 6.3m y longitud 1.181km, se muestra que, el costo del pavimento flexible (alternativa 2) al cabo de 20 años termina costando S/.897,850.39, un 13.5 % más de lo invertido en construcción y conservación del pavimento rígido (alternativa 1), cuyo monto asciende a S/. 791,184.94 al término del periodo de análisis. De estos resultados se concluye que para la Av. 26 de Enero, si no se considera el costo de oportunidad del dinero, la alternativa 1 es más económico que la alternativa 2 para la entidad administradora, cabe señalar que la alternativa base es aun mas económica que cualquiera de las 2 alternativas ya mencionadas, sin embargo, ésta no cumple con brindar una serviciabilidad adecuada para el tránsito.

Cuadro 4.7: Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en la Av. Los Incas

Año	Alternativa 1: Pavimento rígido		Alternativa 2: Pavimento flexible		Alternativa base	
	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad
2018	S/.166,410.16	Construcción	S/.144,630.30	Construcción	S/.144,630.30	Construcción
2025	S/.0.00	---	S/.8,366.40	Sellado asfáltico	S/.0.00	---
2028	S/.3,276.00	Resellado de juntas	S/.47,392.80	Fresado y reemplazo	S/.0.00	---
2031	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.834.27	bacheo
2033	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.1,990.77	bacheo
2034	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.1,202.65	bacheo
2035	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.1,279.16	bacheo
2036	S/.0.00	---	S/.8,366.40	Sellado asfáltico	S/.1,416.32	bacheo
2037	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.1,529.24	bacheo
Total	S/.169,686.16		S/.208,755.90		S/.152,882.71	

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.7 se muestra que para mantener en buenas condiciones funcionales la superficie del pavimento, se requiere de las actividades y gastos señalados en dicho cuadro tanto para la alternativa 1 y alternativa 2; al culminar el periodo de evaluación, el pavimento de la alternativa 2 termina costando S/.208,755.90, un 23 % más del costo final del pavimento de la alternativa 1, cuyo monto de administración al final del periodo de análisis es S/.169,686.16.

Cuadro 4.8: Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en el Jr. Carlos F. Vivanco

Año	Alternativa 1: Pavimento rígido		Alternativa 2: Pavimento flexible		Alternativa base	
	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad
2018	S/.661,241.44	Construcción	S/.563,686.56	Construcción	S/.563,686.56	Construcción
2026	S/.0.00	---	S/.16,987.78	Sellado asfáltico	S/.0.00	---
2028	S/.5,701.58	Resellado de juntas	S/.0.00	---	S/.0.00	---
2029	S/.0.00	---	S/.119,903.69	Fresado y reemplazo	S/.0.00	---
2032	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.3,113.49	bacheo
2034	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.4,093.43	bacheo
2035	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.2,246.19	bacheo
2036	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.2,246.27	bacheo
2037	S/.0.00	---	S/.16,987.78	Sellado asfáltico	S/.2,348.60	bacheo
Total	S/.666,943.02		S/.717,565.81		S/.577,734.54	

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.8 del Jr. C. F. Vivanco se muestra que el pavimento flexible al termino del periodo de análisis, tiene un costo de S/.717,565.81, un 8 % más del costo final de la alternativa 1, cuyo monto asciende a S/. 666,943.02.

Cuadro 4.9: Flujo de costos económicos totales anuales de la entidad administradora en el Jr. Quinua

Año	Alternativa 1: Pavimento rígido		Alternativa 2: Pavimento flexible		Alternativa base	
	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad
2018	S/.548,216.19	Construcción	S/.457,223.59	Construcción	S/.457,223.59	Construcción
2026	S/.0.00	---	S/.13,879.50	Sellado asfáltico	S/.0.00	---
2028	S/.4,658.35	Resellado de juntas	S/.0.00	---	S/.0.00	---
2029	S/.0.00	---	S/.97,964.74	Fresado y reemplazo	S/.0.00	---
2031	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.1,478.28	bacheo
2033	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.3,565.85	bacheo
2034	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.2,117.15	bacheo
2035	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.2,235.96	bacheo
2036	S/.0.00	---	S/.0.00	---	S/.2,474.36	bacheo
2037	S/.0.00	---	S/.13,879.50	Sellado asfáltico	S/.2,672.17	bacheo
Total	S/.552,874.54		S/.582,947.33		S/.471,767.36	

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.9 se muestra los gastos de la alternativa 1 y 2 para mantener sus correspondientes pavimentos en condiciones óptimas de serviciabilidad a lo largo del periodo de análisis (20 años), en el que la alternativa 2 propuesta para el Jr. Quinua,

tiene una diferencia de costos de S/. 30,072.79 respecto al costo total del pavimento rígido (alternativa 1) que representa un 6 % del costo del mismo.

En la figura 4.4 se muestra la distribución de costos de la entidad administradora de los pavimentos en 20 años, éste incluye el costo de construcción y mantenimiento.

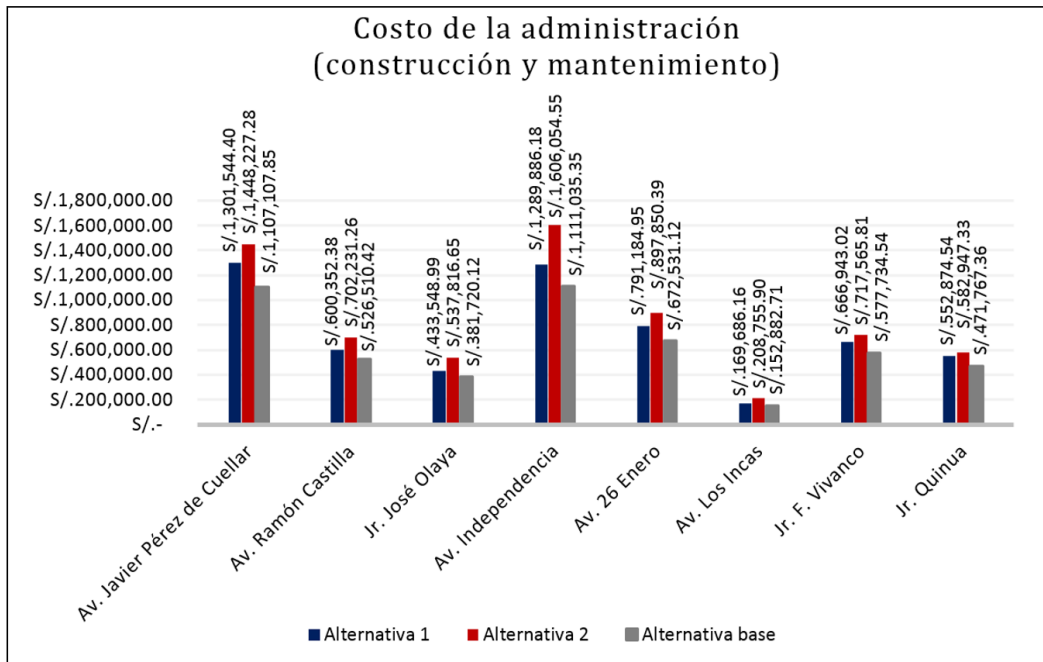


Figura 4.4: Costo en que incurre la entidad administradora de pavimentos (M.P.H) en 20 años

Fuente: Elaboración propia

De la distribución de costos de la entidad administradora de los pavimentos en 20 años mostrados en la figura 4.4, se deduce que, si no se considera el costo de oportunidad del dinero, en el 100 % de los casos evaluados, el pavimento flexible (alternativa 2) supera en costo al pavimento rígido (alternativa 1), es decir para la entidad administradora la alternativa 1 es más económica.

Los flujos de caja que se muestran en los cuadros del 4.2 al 4.9, en cada una de las alternativas deben ser transformadas a un valor actual (tasa de descuento de 8 %), para una correcta evaluación del dinero, según el monto y momento de inversión, mediante la expresión matemática 2.5. Los montos descontados se muestran en el cuadro 4.10.

Cuadro 4.10: Total de flujo de costos de capital descontados durante el periodo de análisis

Nombre de calles	Alternativas	Costos descontado	
		En soles (S/.)	En millonesde soles
Av. Javier Pérez de Cuellar	Alternativa 1	S/. 1,294,993.87	1.295
	Alternativa 2	S/. 1,241,557.45	1.242
	Alternativa Base	S/. 1,079,551.30	1.080
Av. Ramón Castilla	Alternativa 1	S/. 596,505.49	0.597
	Alternativa 2	S/. 588,847.83	0.589
	Alternativa Base	S/. 503,522.48	0.504
Jr. José Olaya	Alternativa 1	S/. 429,389.15	0.429
	Alternativa 2	S/. 445,988.92	0.446
	Alternativa Base	S/. 366,774.79	0.367
Av. Independencia	Alternativa 1	S/. 1,280,723.06	1.281
	Alternativa 2	S/. 1,293,619.21	1.294
	Alternativa Base	S/. 1,079,702.28	1.080
Av. 26 Enero	Alternativa 1	S/. 783,767.52	0.784
	Alternativa 2	S/. 753,536.64	0.754
	Alternativa Base	S/. 634,367.12	0.634
Av. Los Incas	Alternativa 1	S/. 167,927.58	0.168
	Alternativa 2	S/. 173,557.73	0.174
	Alternativa Base	S/. 146,970.17	0.147
Jr. F. Vivanco	Alternativa 1	S/. 663,882.37	0.664
	Alternativa 2	S/. 628,225.44	0.628
	Alternativa Base	S/. 567,654.82	0.568
Jr. Quinua	Alternativa 1	S/. 550,373.91	0.550
	Alternativa 2	S/. 509,953.70	0.510
	Alternativa Base	S/. 461,351.92	0.461

Fuente: Procesamiento HDM-4

A continuación, se muestra la distribución de costos actuales totales (descontados al 8 %) de la administración de los pavimentos en el periodo de análisis (20 años).

Si se considera el costo de oportunidad del dinero por el momento de inversión, como se evidencia en la figura 4.5, para la entidad administradora (M.P.H), el pavimento flexible (alternativa 2), en un 62.5 % de los casos analizados, resulta ser más económico que el pavimento rígido (alternativa 1), sin embargo, la rentabilidad de un pavimento no sólo está definida por ésta, sino también por las repercusiones económicas generadas en los usuarios.

En la figura 4.6 se muestra la distribución de costos por mantenimiento de vías en un periodo de 20 años.

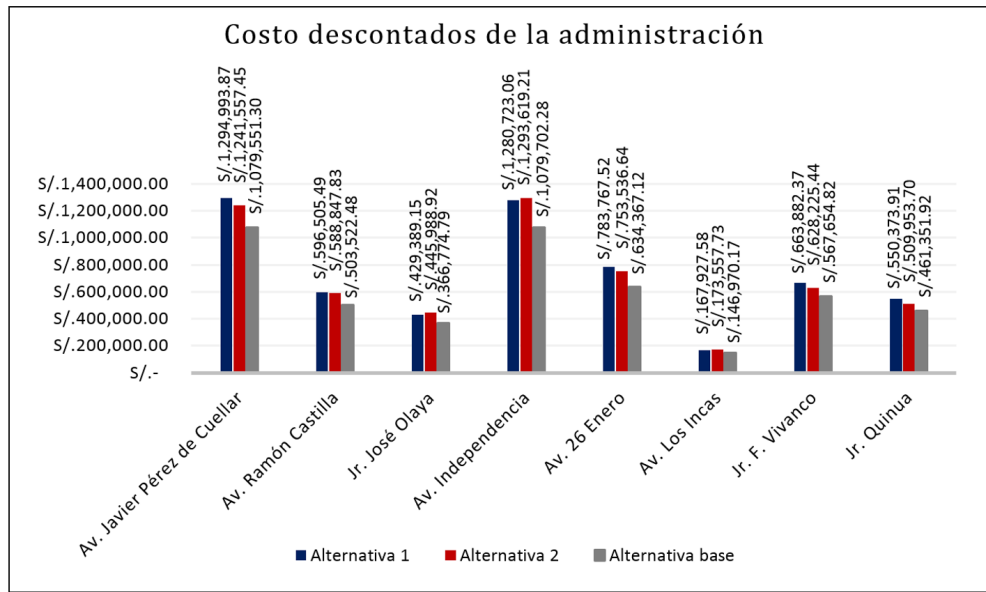


Figura 4.5: Costo descontado de la admiración de pavimentos

Fuente: Elaboración propia

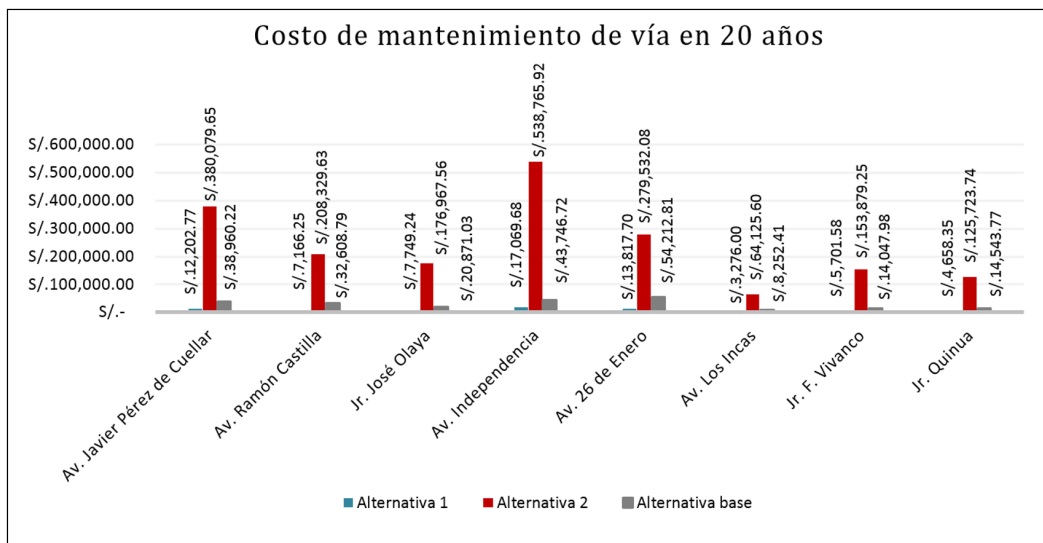


Figura 4.6: Costo del mantenimiento de pavimentos en vías arteriales y colectoras durante 20 años

Fuente: Elaboración propia

De la figura 4.6 se puede concluir que, en todos los casos, el costo para mantener la serviciabilidad exigida por el MTC (2013) en los pavimentos del distrito de Ayacucho, es mayor si se usa un pavimento flexible en vez de uno rígido.

4.3 Costo de los usuarios por uso de la vía

Los costos de circulación incluyen gastos por uso de vehículos y tiempo de circulación a lo largo del tramo de estudio, éstos se obtienen multiplicando las cantidades de costo unitario de cada tipo de vehículo por el número de vehículos de circulación anual, cabe mencionar que el costo de operación vehicular unitario de cada vehículo por kilómetro incluye los costos por consumo de combustible, lubricante, ruedas, repuestos, tareas de mantenimiento, costo de capital, costo de tripulación y gastos generales.

Con fines explicativos, a continuación, se detalla el procedimiento para la obtención del COV únicamente de la Av. Javier Pérez de Cuellar.

En la figura 4.7, 4.8 y 4.9 se muestra el COV (S/.) medio anual de cada tipo de vehículo por km de las alternativas 1, 2 y la alternativa base respectivamente.

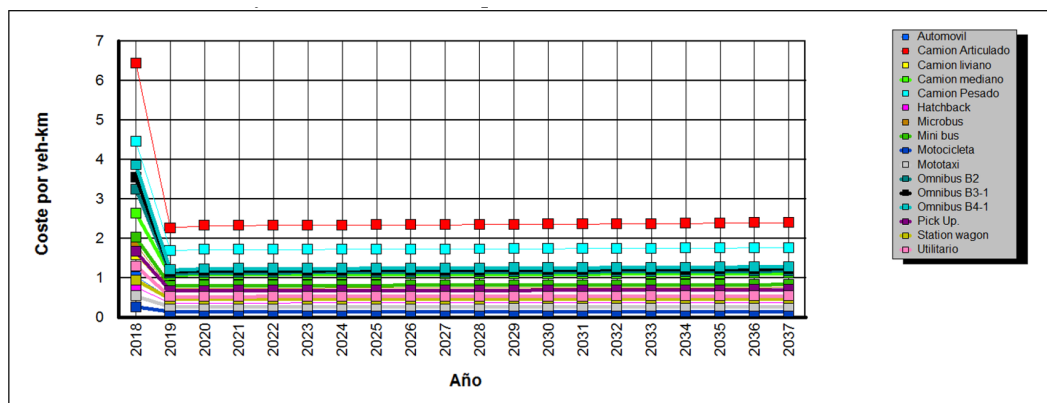


Figura 4.7: COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento rígido (alternativa 1)

Fuente: Procesamiento HDM-4

Con la finalidad de entender los resultados, se evalúa el COV en los casos de la alternativa 1, 2 y alternativa base de la Av. Javier Pérez de Cuellar para el año 2030, los cuales se muestran en los cuadros 4.11, 4.12 y 4.13 respectivamente.

En el cuadro 4.11 se muestra que, el COV en el pavimento rígido (alternativa 1) de la Av. Javier Pérez de Cuellar es de de 2.260 millones de soles para el año 2030, mientras

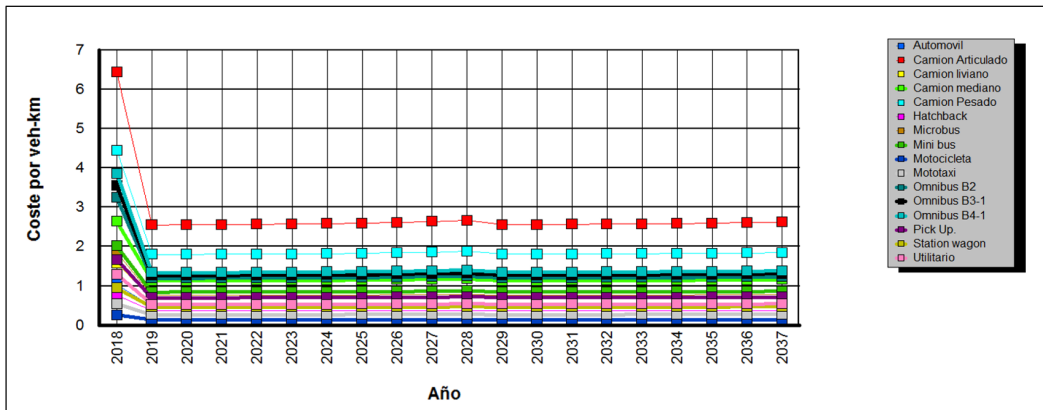


Figura 4.8: COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento flexible (alternativa 2)

Fuente: Procesamiento HDM-4

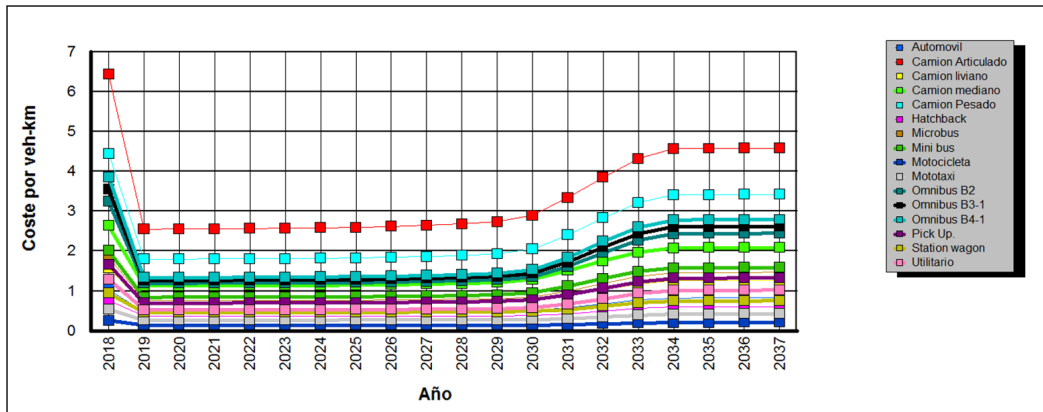


Figura 4.9: COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento flexible (alternativa base)

Fuente: Procesamiento HDM-4

que en el cuadro 4.12, el COV por uso del pavimento flexible (alternativa 2) para ese mismo año es de 2.293 millones de soles y finalmente en el cuadro 4.13, el COV de la alternativa base es 2.486 millones de soles. Este mismo procedimiento desarrollado para el año 2030 en la Av. Javier Pérez de Cuellar, se realiza en base al costo de cada vehículo por Km mostrados en el anexo 7-D (Resumen de costo de usuario por vehículo) y el Anexo 7-C (IMD de tráfico motorizado (Veh/día)) para todos los años en cada una de las calles, según la longitud evaluada. Los resultados finales de estos procedimientos para cada vía se muestran en los cuadros del 4.14 al 4.21 y en el Anexo 7-F (Flujo de

Cuadro 4.11: COV en la Av. Javier Pérez de Cuellar en el año 2030 de la alternativa 1

COV en la Av. Javier Pérez de Cuellar - Alternativa 1 (Año 2030)					
Descripción Tipo de vehículo	Gasto de un vehículo en recorrer 1 km	N° de vehículo promedio anual	Costo en un día por viaje de todos los vehículos a lo largo de 1.014 km	Costo en un año por viaje de todos los vehículos a lo largo de 1.014 km	
Automovil	S/. 0.49	2346	S/. 1,158.88	S/. 422,990.34	
Camion liviano	S/. 0.65	134	S/. 88.13	S/. 32,167.15	
Camión mediano	S/. 1.09	143	S/. 158.27	S/. 57,768.43	
Camión pesado	S/. 1.74	181	S/. 318.47	S/. 116,240.22	
Camión articulado	S/. 2.36	126	S/. 301.03	S/. 109,874.50	
Ómnibus B3-1	S/. 1.20	54	S/. 65.55	S/. 23,925.17	
Ómnibus B4-1	S/. 1.25	20	S/. 25.37	S/. 9,258.89	
Hatchback	S/. 0.37	1595	S/. 590.58	S/. 215,563.24	
Microbus	S/. 0.74	146	S/. 110.22	S/. 40,228.77	
Mínibus	S/. 0.81	1111	S/. 917.81	S/. 335,002.41	
Motocicleta	S/. 0.14	751	S/. 103.47	S/. 37,765.42	
Mototaxi	S/. 0.27	4554	S/. 1,240.61	S/. 452,821.31	
Ómnibus B2	S/. 1.14	17	S/. 19.72	S/. 7,198.47	
Pick up	S/. 0.68	669	S/. 464.17	S/. 169,422.76	
Station wagon	S/. 0.46	1172	S/. 548.09	S/. 200,054.23	
Utilitario	S/. 0.53	154	S/. 82.75	S/. 30,202.11	
COV en pavimento rígido del año 2030 en la Av. Javier Pérez de Cuellar				S/. 2,260,483.41	

Fuente: Elaboración propia en base al procesamiento HDM-4

costos anuales descontado/no descontado).

4.3.1 Costos generados a los usuarios en vías Arteriales

Los resultados mostrados en los cuadros del 4.14 al 4.19 representan los costos en que incurren todos los usuarios de todos los tipos de vehículos que circulan en cada año a lo largo del tramo de estudio (los valores mostrados están en millones de soles).

Av. Javier Pérez de Cuellar

En el cuadro 4.14, se muestra el flujo de costos por tiempo de viaje y por gastos de operación vehicular año tras año, expresados en millones de soles, resultando en 20 años, para la alternativa 1, un COV de S/44,920,185.78 y gastos por tiempo de viaje de S/27,527,306.85; montos próximos (en comparación a la alternativa base) a los obtenidos en COV y costos por tiempo de viaje de la alternativa 2, cuyos montos

Cuadro 4.12: COV en la Av. Javier Pérez de Cuellar en el año 2030 de la alternativa 2

COV en la Av. Javier Pérez de Cuellar - Alternativa 2 (Año 2030)				
Descripción Tipo de vehículo	Gasto de un vehículo en recorrer 1 km	Nº de vehículo promedio anual	Costo en un día por viaje de todos los vehículos a lo largo de 1.014 km	Costo en un año por viaje de todos los vehículos a lo largo de 1.014 km
Automovil	S/. 0.49	2346	S/. 1,155.57	S/. 421,783.43
Camion liviano	S/. 0.66	134	S/. 90.27	S/. 32,950.25
Camión mediano	S/. 1.13	143	S/. 164.33	S/. 59,981.26
Camión pesado	S/. 1.81	181	S/. 331.80	S/. 121,108.38
Camión articulado	S/. 2.56	126	S/. 326.87	S/. 119,308.07
Ómnibus B3-1	S/. 1.27	54	S/. 69.64	S/. 25,420.32
Ómnibus B4-1	S/. 1.34	20	S/. 27.24	S/. 9,942.93
Hatchback	S/. 0.36	1595	S/. 589.11	S/. 215,026.05
Microbus	S/. 0.76	146	S/. 112.81	S/. 41,177.10
Mínibus	S/. 0.84	1111	S/. 950.69	S/. 347,000.99
Motocicleta	S/. 0.14	751	S/. 103.25	S/. 37,684.81
Mototaxi	S/. 0.27	4554	S/. 1,236.17	S/. 451,203.25
Ómnibus B2	S/. 1.20	17	S/. 20.71	S/. 7,558.99
Pick up	S/. 0.70	669	S/. 474.70	S/. 173,265.56
Station wagon	S/. 0.46	1172	S/. 546.70	S/. 199,546.72
Utilitario	S/. 0.53	154	S/. 82.44	S/. 30,090.96
COV en pavimento flexible del año 2030 en la Av. Javier Pérez de Cuellar				S/. 2,293,049.07

Fuente: Elaboración propia en base al procesamiento HDM-4

son S/.45,775,809.39 y S/.27,546,752.49 respectivamente, puesto que ambos preservan la vía dentro de la serviciabilidad exigida por el MTC(2013), sin embargo los costos que conllevan tener una vía con capacidad funcional deficiente bajos los criterios de conservación actuales de la ciudad de Ayacucho correspondiente a la alternativa base, representan gastos mucho mayores en COV (S/.56,765,073.77) y costos por tiempo de viaje (S/.34,377,282.22) que resulta no económico para el usuario.

Por otro lado, si se hace una comparación de costos totales de los usuarios en los veinte años de uso del pavimento, se puede concluir que hay un ahorro de S/. 875,069.25 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones de vía exigida por el MTC (2013) y un ahorro de S/. 18,694,863.36 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones actuales de conservación en la Av. Javier Pérez de Cuellar.

Cuadro 4.13: COV en la Av. Javier Pérez de Cuellar en el año 2030 de la alternativa base

COV en la Av. Javier Pérez de Cuellar - Alternativa base (Año 2030)				
Descripción Tipo de vehículo	Gasto de un vehículo en recorrer 1 km	Nº de vehículo promedio anual	Costo en un día por viaje de todos los vehículos a lo largo de 1.014 km	Costo en un año por viaje de todos los vehículos a lo largo de 1.014 km
Automovil	S/. 0.52	2346	S/. 1,231.65	S/. 449,550.97
Camion liviano	S/. 0.75	134	S/. 101.74	S/. 37,134.56
Camión mediano	S/. 1.29	143	S/. 186.99	S/. 68,249.85
Camión pesado	S/. 2.05	181	S/. 376.50	S/. 137,423.10
Camión articulado	S/. 2.89	126	S/. 369.87	S/. 135,002.23
Ómnibus B3-1	S/. 1.45	54	S/. 79.13	S/. 28,884.08
Ómnibus B4-1	S/. 1.54	20	S/. 31.13	S/. 11,362.90
Hatchback	S/. 0.38	1595	S/. 622.04	S/. 227,045.07
Microbus	S/. 0.85	146	S/. 125.10	S/. 45,662.63
Mínibus	S/. 0.95	1111	S/. 1,072.70	S/. 391,537.22
Motocicleta	S/. 0.14	751	S/. 108.01	S/. 39,424.80
Mototaxi	S/. 0.28	4554	S/. 1,293.16	S/. 472,002.08
Ómnibus B2	S/. 1.36	17	S/. 23.38	S/. 8,533.22
Pick up	S/. 0.77	669	S/. 523.09	S/. 190,929.60
Station wagon	S/. 0.49	1172	S/. 578.20	S/. 211,041.59
Utilitario	S/. 0.57	154	S/. 89.49	S/. 32,664.95
COV por uso del pavimento flexible - alternativa base del año 2030				S/. 2,486,448.84

Fuente: Elaboración propia en base al procesamiento HDM-4

Av. Ramón Castilla

En el Cuadro 4.15 se muestra el flujo de costos por tiempo de viaje y por gastos de operación vehicular año tras año expresados en millones de soles, resultando en 20 años, para la alternativa 1, un COV de S/ .81,823,532.88 y gastos por tiempo de viaje de S/ . 100,361,592; montos próximos a S/ .82,344,942.25 y S/ .100,364,036.25 por COV y costos por tiempo de viaje respectivamente de la alternativa 2, en comparación con los de la alternativa base, ya que ambos preservan la correcta serviciabilidad de la vía, sin embargo los costos que conllevan tener una vía asfáltica bajos los criterios de conservación actuales de la ciudad de Ayacucho, representado por la alternativa base, figuran gastos mucho mayores en COV (S/ .92,145,767.25) y costos por tiempo de viaje (S/ .102,023,129.75) que resulta no económico para el usuario.

Cuadro 4.14: Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en la Av. Javier Pérez de Cuellar

Año	Alternativa 01: Pavimento Rígido			Alternativa 02: Pavimento Flexible			Alternativa base		
	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC
2018	3.739	2.266	6.005	3.739	2.266	6.005	3.739	2.266	6.005
2019	1.674	1.033	2.706	1.723	1.035	2.757	1.723	1.035	2.757
2020	1.734	1.062	2.796	1.770	1.062	2.832	1.770	1.062	2.832
2021	1.781	1.090	2.871	1.818	1.091	2.909	1.818	1.091	2.909
2022	1.829	1.119	2.948	1.867	1.120	2.987	1.867	1.120	2.987
2023	1.877	1.150	3.027	1.918	1.151	3.069	1.918	1.151	3.069
2024	1.927	1.181	3.108	1.972	1.182	3.154	1.972	1.182	3.154
2025	1.979	1.213	3.191	2.029	1.214	3.243	2.029	1.214	3.243
2026	2.032	1.245	3.277	2.092	1.247	3.339	2.094	1.247	3.341
2027	2.086	1.279	3.365	2.159	1.281	3.440	2.165	1.281	3.446
2028	2.142	1.314	3.456	2.229	1.316	3.546	2.240	1.316	3.557
2029	2.200	1.350	3.550	2.232	1.350	3.583	2.331	1.353	3.684
2030	2.260	1.387	3.647	2.293	1.387	3.680	2.486	1.396	3.882
2031	2.321	1.425	3.746	2.355	1.425	3.781	2.874	1.565	4.439
2032	2.385	1.464	3.849	2.420	1.464	3.884	3.435	2.013	5.449
2033	2.451	1.504	3.955	2.487	1.505	3.991	4.012	2.481	6.493
2034	2.519	1.546	4.064	2.556	1.547	4.102	4.383	2.771	7.154
2035	2.589	1.589	4.178	2.628	1.590	4.218	4.507	2.855	7.363
2036	2.662	1.633	4.295	2.704	1.634	4.339	4.636	2.943	7.578
2037	2.735	1.679	4.414	2.783	1.680	4.463	4.766	3.033	7.799
Total	44.920	27.527	72.447	45.776	27.547	73.323	56.765	34.377	91.142

Fuente: Procesamiento HDM-4

Por otro lado, si se hace una comparación de costos totales de los usuarios en los veinte años de uso del pavimento, se puede concluir que hay un ahorro de S/. 523,853.62 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones de vía exigida por el MTC (2013) y un ahorro de S/. 11,983,772.12 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones actuales de conservación en la Av. Ramón Castilla.

Jr. José Olaya

En el Cuadro 4.16 se muestra el flujo de costos por tiempo de viaje y por gastos de operación vehicular año tras año expresados en millones de soles, resultando en 20 años, para la alternativa 1, un COV de S/ .21,273,116.35 y gastos por tiempo de viaje de S/ .9,303,117.60; mientras que para la alternativa 2, el COV y costo por tiempo de viaje resulta S/ .21,353,887.09 y S/ .9,307,598.54 respectivamente, cabe mencionar que ambas alternativas mantienen las características del pavimento dentro de los rangos exigidos por el MTC(2013), por tanto, no difieren demasiado en comparación con los

Cuadro 4.15: Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en la Av. Ramón Castilla

Año	Alternativa 01: Pavimento Rígido			Alternativa 02: Pavimento Flexible			Alternativa base		
	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC
2018	4.258	3.677	7.935	4.258	3.677	7.935	4.258	3.677	7.935
2019	2.081	2.164	4.245	2.119	2.165	4.284	2.119	2.165	4.284
2020	2.278	2.439	4.716	2.304	2.439	4.743	2.304	2.439	4.743
2021	2.571	2.886	5.457	2.597	2.887	5.483	2.597	2.887	5.483
2022	2.888	3.376	6.265	2.915	3.376	6.291	2.915	3.376	6.291
2023	3.309	4.027	7.336	3.335	4.028	7.363	3.335	4.028	7.363
2024	3.562	4.418	7.979	3.590	4.418	8.008	3.590	4.418	8.008
2025	3.802	4.776	8.577	3.834	4.776	8.610	3.834	4.776	8.610
2026	4.172	5.337	9.510	4.212	5.338	9.550	4.213	5.338	9.551
2027	4.272	5.462	9.734	4.323	5.462	9.785	4.328	5.462	9.790
2028	4.372	5.585	9.957	4.436	5.585	10.022	4.447	5.585	10.033
2029	4.475	5.711	10.186	4.492	5.711	10.202	4.575	5.711	10.286
2030	4.580	5.839	10.419	4.597	5.839	10.436	5.202	5.878	11.080
2031	4.688	5.970	10.658	4.705	5.970	10.675	5.906	6.169	12.075
2032	4.798	6.104	10.902	4.815	6.104	10.919	6.049	6.313	12.361
2033	4.911	6.240	11.151	4.928	6.240	11.168	6.195	6.460	12.654
2034	5.027	6.379	11.406	5.044	6.379	11.423	6.344	6.610	12.954
2035	5.145	6.521	11.666	5.163	6.521	11.684	6.497	6.764	13.261
2036	5.267	6.666	11.933	5.287	6.666	11.953	6.654	6.921	13.575
2037	5.368	6.784	12.153	5.392	6.784	12.177	6.783	7.049	13.832
Total	81.824	100.362	182.185	82.345	100.364	182.709	92.146	102.023	194.169

Fuente: Procesamiento HDM-4

Cuadro 4.16: Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en el Jr. José Olaya

Año	Alternativa 01: Pavimento Rígido			Alternativa 02: Pavimento Flexible			Alternativa base		
	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC
2018	1.599	0.729	2.328	1.599	0.729	2.328	1.599	0.729	2.328
2019	0.805	0.351	1.155	0.816	0.352	1.168	0.816	0.352	1.168
2020	0.832	0.361	1.193	0.838	0.361	1.199	0.838	0.361	1.199
2021	0.855	0.371	1.226	0.860	0.371	1.231	0.860	0.371	1.231
2022	0.878	0.380	1.258	0.883	0.381	1.263	0.883	0.381	1.263
2023	0.901	0.391	1.292	0.906	0.391	1.297	0.906	0.391	1.297
2024	0.924	0.401	1.326	0.931	0.401	1.332	0.931	0.401	1.332
2025	0.949	0.412	1.361	0.957	0.412	1.369	0.957	0.412	1.369
2026	0.973	0.423	1.397	0.985	0.424	1.408	0.985	0.424	1.409
2027	0.999	0.434	1.433	1.014	0.435	1.449	1.015	0.435	1.450
2028	1.025	0.446	1.471	1.025	0.446	1.471	1.047	0.447	1.494
2029	1.052	0.458	1.510	1.052	0.458	1.510	1.081	0.459	1.540
2030	1.080	0.471	1.550	1.079	0.471	1.550	1.122	0.472	1.594
2031	1.108	0.483	1.592	1.108	0.483	1.591	1.205	0.490	1.695
2032	1.137	0.497	1.634	1.137	0.497	1.634	1.326	0.542	1.869
2033	1.167	0.510	1.678	1.168	0.510	1.678	1.628	0.736	2.364
2034	1.198	0.524	1.723	1.199	0.524	1.723	1.917	0.916	2.833
2035	1.230	0.539	1.769	1.232	0.539	1.770	1.970	0.943	2.914
2036	1.263	0.553	1.816	1.266	0.554	1.819	2.026	0.971	2.997
2037	1.296	0.569	1.865	1.302	0.569	1.871	2.083	1.001	3.083
Total	21.273	9.303	30.576	21.354	9.308	30.661	25.193	11.234	36.428

Fuente: Procesamiento HDM-4

resultados de la alternativa base, sin embargo los costos que conllevan tener una vía con capacidad funcional deficiente bajos los criterios de conservación actuales de la

ciudad de Ayacucho representan gastos mucho mayores en COV (S/.25,193,351.28) y costos por tiempo de viaje (S/.11,234,204.41).

Por otro lado, si se hace una comparación de costos totales de los usuarios en los veinte años de uso del pavimento, se puede concluir que hay un ahorro de S/. 85,251.68 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones de vía exigida por el MTC (2013) y un ahorro de S/. 5,851,321.74 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones actuales de conservación en el Jr. José Olaya.

4.3.2 Costos generados a los usuarios en vías Colectoras

Av. Independencia

Cuadro 4.17: Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en la Av. Independencia

Año	Alternativa 01: Pavimento Rígido			Alternativa 02: Pavimento Flexible			Alternativa base		
	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC
2018	5.052	4.794	9.847	5.052	4.794	9.847	5.052	4.794	9.847
2019	2.814	3.345	6.159	2.845	3.364	6.208	2.845	3.364	6.208
2020	2.904	3.445	6.349	2.924	3.461	6.386	2.924	3.461	6.386
2021	2.990	3.545	6.536	3.005	3.562	6.567	3.005	3.562	6.567
2022	3.077	3.648	6.726	3.092	3.666	6.758	3.092	3.666	6.758
2023	3.167	3.754	6.921	3.182	3.773	6.955	3.182	3.773	6.955
2024	3.259	3.864	7.123	3.274	3.885	7.159	3.274	3.885	7.159
2025	3.355	3.978	7.333	3.372	4.000	7.372	3.372	4.000	7.372
2026	3.455	4.095	7.550	3.477	4.119	7.596	3.477	4.119	7.596
2027	3.553	4.217	7.770	3.584	4.242	7.827	3.586	4.242	7.828
2028	3.662	4.342	8.005	3.705	4.370	8.075	3.712	4.370	8.082
2029	3.778	4.472	8.251	3.835	4.503	8.338	3.848	4.503	8.352
2030	3.897	4.607	8.505	3.895	4.632	8.527	4.005	4.642	8.646
2031	4.011	4.747	8.758	4.008	4.774	8.782	4.236	4.790	9.026
2032	4.140	4.891	9.031	4.136	4.921	9.057	4.746	4.989	9.735
2033	4.271	5.041	9.312	4.267	5.073	9.340	5.343	5.397	10.740
2034	4.404	5.197	9.601	4.400	5.232	9.631	6.007	6.039	12.046
2035	4.543	5.359	9.902	4.539	5.396	9.935	6.543	6.624	13.167
2036	4.693	5.527	10.219	4.690	5.568	10.257	6.741	6.837	13.578
2037	4.841	5.701	10.542	4.840	5.746	10.586	6.951	7.058	14.010
Total	75.868	88.572	164.439	76.121	89.081	165.202	85.941	94.117	180.058

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.17 se muestra el flujo de costos por tiempo de viaje y por gastos de operación vehicular año tras año en la Av. Independencia (expresados en millones de soles), resultando al término del periodo de análisis (20 años), para la alternativa 1, un COV de S/.75,867,708.75 y gastos por tiempo de viaje de S/.88,571,657.75; y para la

alternativa 2, S/ .76,121,304.50 y S/ .89,081,154.25 por COV y costo de tiempo de viaje respectivamente, mientras que los costos que conllevan tener una vía asfáltica bajo los criterios de conservación actuales de la ciudad de Ayacucho, representan gastos mucho mayores en COV de S/ .85,941,452.75 y costos por tiempo de viaje (S/ .94,116,578.75) que resulta no económico para el usuario en comparación a las anteriores alternativas.

Por otro lado, si se hace una comparación de costos totales de los usuarios en los veinte años de uso del pavimento, se puede concluir que hay un ahorro de S/ . 763,092.25 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones de vía exigida por el MTC (2013) y un ahorro de S/ . 15,618,665.00 si se usa un pavimento rígido y no un pavimento flexible bajo las condiciones actuales de conservación en la Av. Independencia.

Av. 26 de Enero

Cuadro 4.18: Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en la Av. 26 de Enero

Año	Alternativa 01: Pavimento Rígido			Alternativa 02: Pavimento Flexible			Alternativa base		
	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC
2018	6.036	4.020	10.056	6.036	4.020	10.056	6.036	4.020	10.056
2019	3.840	2.932	6.772	3.872	2.945	6.817	3.872	2.945	6.817
2020	4.003	3.074	7.077	4.028	3.087	7.114	4.028	3.087	7.114
2021	4.172	3.235	7.407	4.197	3.248	7.444	4.197	3.248	7.444
2022	4.451	3.520	7.970	4.476	3.532	8.008	4.476	3.532	8.008
2023	4.836	3.933	8.769	4.862	3.942	8.804	4.862	3.942	8.804
2024	5.290	4.426	9.716	5.318	4.432	9.750	5.318	4.432	9.750
2025	5.861	5.052	10.913	5.895	5.057	10.952	5.895	5.057	10.952
2026	6.336	5.575	11.910	6.382	5.580	11.962	6.384	5.580	11.965
2027	6.755	6.025	12.780	6.812	6.026	12.838	6.821	6.026	12.847
2028	7.158	6.448	13.606	7.167	6.448	13.614	7.244	6.448	13.692
2029	7.523	6.824	14.347	7.532	6.824	14.356	7.641	6.825	14.466
2030	7.710	6.987	14.697	7.716	6.988	14.704	8.423	6.996	15.419
2031	7.897	7.148	15.045	7.902	7.149	15.051	9.252	7.226	16.478
2032	8.089	7.313	15.402	8.091	7.314	15.405	9.476	7.395	16.871
2033	8.287	7.481	15.768	8.286	7.482	15.768	9.706	7.567	17.273
2034	8.490	7.653	16.143	8.487	7.654	16.141	9.940	7.743	17.684
2035	8.698	7.829	16.527	8.694	7.830	16.524	10.181	7.924	18.105
2036	8.911	8.009	16.920	8.909	8.009	16.919	10.427	8.108	18.535
2037	9.130	8.192	17.322	9.139	8.193	17.331	10.680	8.296	18.976
Total	133.472	115.675	249.148	133.798	115.759	249.557	144.858	116.396	261.254

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.18 se muestra, para la Av. 26 de Enero, el flujo de costos por tiempo de viaje y por gastos de operación vehicular año tras año expresados en millones de soles,

resultando en 20 años, para la alternativa 1, un COV de S/ .133,472,290 y gastos por tiempo de viaje de S/ .115,675,465.50; mientras que los obtenidos en COV y costos por tiempo de viaje de la alternativa 2, alcanza los S/ .133,798,479.00 y S/ .115,758,626.75 respectivamente, puesto que ambos preservan la vía dentro de la serviciabilidad exigida por el MTC(2013), sin embargo los costos que conllevan tener una vía con capacidad funcional deficiente bajos los criterios de conservación actuales de la ciudad de Ayacucho representan gastos mucho mayores en COV (S/ .144,857,712.00) y costos por tiempo de viaje (S/ .116,395,865.25) que resulta no económico para el usuario.

Por otro lado, si se hace una comparación de costos totales de los usuarios en los veinte años de uso del pavimento, se puede concluir que hay un ahorro de S/ . 409,350.25 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones de vía exigida por el MTC (2013) y un ahorro de S/ . 12,105,821.75 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones actuales de conservación en la Av. 26 de Enero.

Las pendientes pronunciadas como se presenta en la Av. 26 de Enero, hace que el COV de cada uno de los vehículos, aumente considerablemente respecto al COV obtenido en una vía con pendiente llana. El COV de cada tipo de vehículo de circulación en esta vía, se muestra en las figuras 4.10, 4.11 y 4.12.

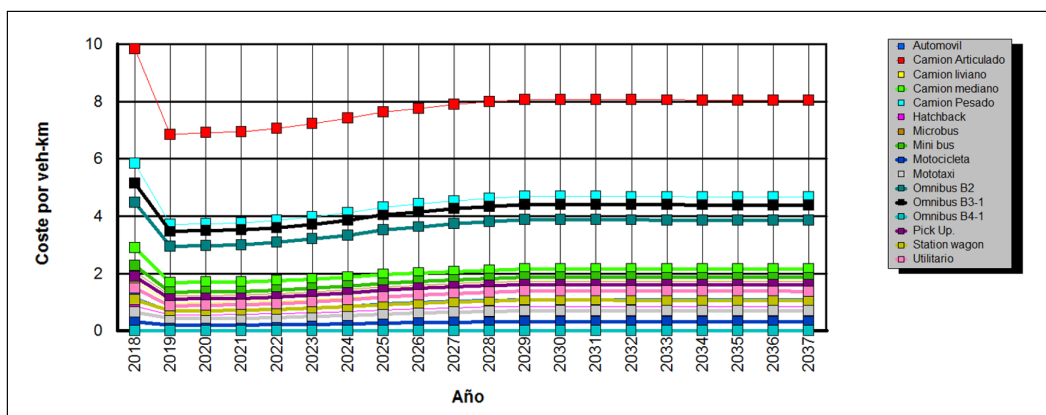


Figura 4.10: COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento rígido (alternativa 1)

Fuente: Procesamiento HDM-4

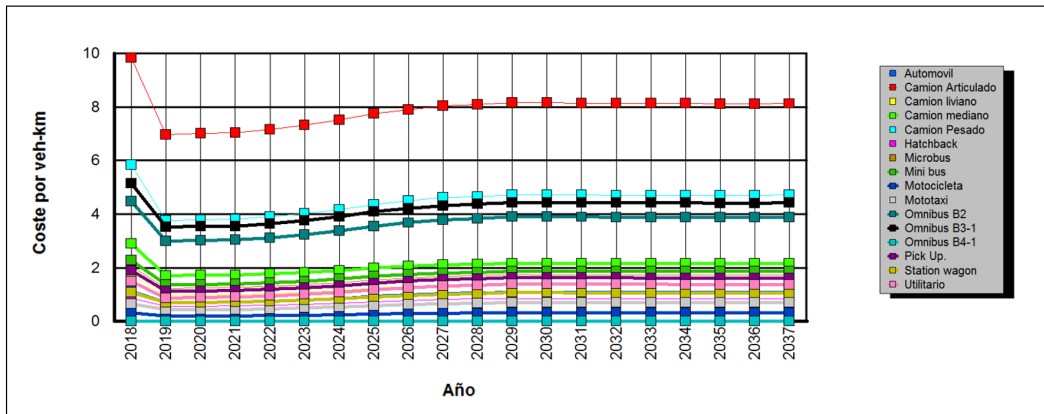


Figura 4.11: . COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento flexible (alternativa 2)

Fuente: Procesamiento HDM-4

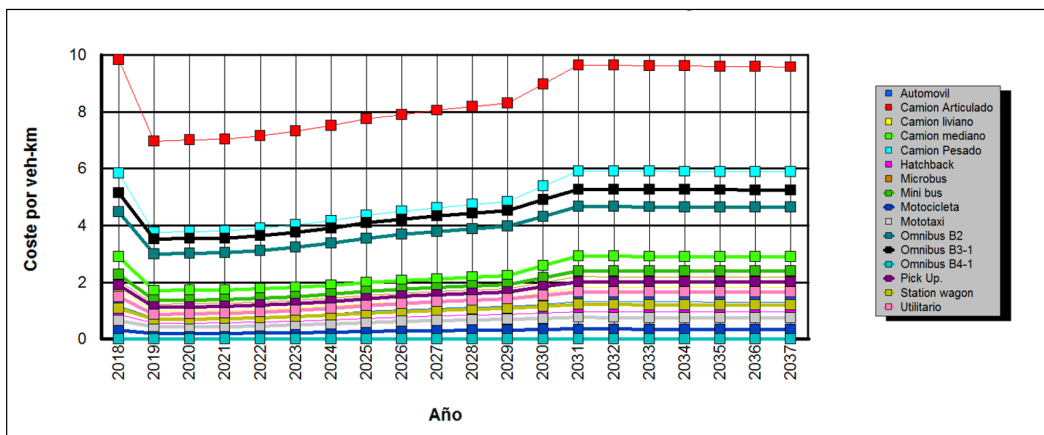


Figura 4.12: COV (S/.) medio anual por Veh-km en la Av. Javier Pérez de Cuellar por uso del pavimento flexible (alternativa base)

Fuente: Procesamiento HDM-4

Av. Los Incas

En el cuadro 4.19 se muestra el flujo de costos por tiempo de viaje y por gastos de operación vehicular año tras año expresados en millones de soles, resultando en 20 años, para la alternativa 1, un COV de S/ .11,996,528.93 gastos por tiempo de viaje de S/ .5,926,637.59; montos próximos a los obtenidos en COV y costos por tiempo de viaje de la alternativa 2, cuyos montos son S/ .12,042,001.67 y S/ .5,948,444.55 respectivamente, puesto que ambos preservan la vía dentro de la serviciabilidad exigida

Cuadro 4.19: Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en la Av. Los Incas

Año	Alternativa 01: Pavimento Rígido			Alternativa 02: Pavimento Flexible			Alternativa base		
	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC
2018	0.780	0.338	1.118	0.780	0.338	1.118	0.780	0.338	1.118
2019	0.457	0.228	0.685	0.462	0.229	0.691	0.462	0.229	0.691
2020	0.471	0.235	0.706	0.474	0.235	0.710	0.474	0.235	0.710
2021	0.485	0.241	0.726	0.487	0.242	0.729	0.487	0.242	0.729
2022	0.498	0.248	0.745	0.500	0.248	0.748	0.500	0.248	0.748
2023	0.511	0.254	0.765	0.513	0.255	0.769	0.513	0.255	0.769
2024	0.525	0.261	0.786	0.527	0.262	0.790	0.527	0.262	0.790
2025	0.539	0.268	0.807	0.542	0.269	0.811	0.542	0.269	0.811
2026	0.553	0.275	0.829	0.558	0.277	0.834	0.558	0.277	0.834
2027	0.568	0.283	0.851	0.574	0.284	0.858	0.575	0.284	0.859
2028	0.583	0.291	0.874	0.591	0.292	0.883	0.592	0.292	0.884
2029	0.599	0.299	0.898	0.599	0.300	0.899	0.611	0.300	0.911
2030	0.615	0.307	0.922	0.615	0.308	0.923	0.633	0.308	0.942
2031	0.632	0.315	0.948	0.633	0.316	0.949	0.671	0.317	0.989
2032	0.650	0.324	0.974	0.650	0.325	0.975	0.717	0.328	1.045
2033	0.668	0.333	1.001	0.668	0.334	1.003	0.822	0.361	1.184
2034	0.687	0.342	1.029	0.687	0.344	1.030	0.955	0.431	1.385
2035	0.706	0.352	1.057	0.706	0.353	1.060	0.983	0.443	1.426
2036	0.725	0.361	1.086	0.726	0.363	1.089	1.012	0.457	1.469
2037	0.746	0.371	1.118	0.748	0.373	1.121	1.041	0.471	1.512
Total	11.997	5.927	17.923	12.042	5.948	17.990	13.457	6.349	19.806

Fuente: Procesamiento HDM-4

por el MTC(2013), sin embargo los costos que conllevan tener una vía con capacidad funcional deficiente bajo los criterios de conservación actuales de la ciudad de Ayacucho representan gastos mucho mayores en COV (S/.13,457,156.30) y costos por tiempo de viaje (S/.6,348,642.79) que resulta no económico para el usuario.

Por otro lado, si se hace una comparación de costos totales de los usuarios en los veinte años de uso del pavimento, se puede concluir que hay un ahorro de S/. 67,279.70 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones de vía exigida por el MTC (2013) y un ahorro de S/. 1,882,632.57 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones actuales de conservación en la Av. Los Incas.

Jr. Carlos F. Vivanco

En vías con altas pendientes y con dirección de flujo negativo (bajada), los neumáticos tienen mayor incidencia en la diferencia de COV y costos por tiempo de viaje entre los dos tipos de pavimento analizados.

Cuadro 4.20: Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en el Jr. Carlos F. Vivanco

Año	Alternativa 01: Pavimento Rígido			Alternativa 02: Pavimento Flexible			Alternativa base		
	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC
2018	2.085	2.920	5.005	2.085	2.920	5.005	2.085	2.920	5.005
2019	1.125	1.966	3.091	1.112	1.938	3.050	1.112	1.938	3.050
2020	1.121	1.953	3.074	1.109	1.931	3.040	1.109	1.931	3.040
2021	1.123	1.952	3.076	1.109	1.931	3.039	1.109	1.931	3.039
2022	1.124	1.952	3.076	1.109	1.930	3.039	1.109	1.930	3.039
2023	1.125	1.952	3.077	1.109	1.930	3.039	1.109	1.930	3.039
2024	1.126	1.952	3.078	1.110	1.930	3.039	1.110	1.930	3.039
2025	1.127	1.952	3.078	1.111	1.929	3.040	1.111	1.929	3.040
2026	1.128	1.952	3.079	1.113	1.929	3.042	1.113	1.929	3.042
2027	1.128	1.952	3.080	1.117	1.928	3.046	1.118	1.928	3.046
2028	1.129	1.951	3.081	1.122	1.928	3.050	1.125	1.928	3.053
2029	1.130	1.951	3.081	1.127	1.928	3.055	1.132	1.927	3.059
2030	1.130	1.951	3.082	1.109	1.932	3.041	1.144	1.926	3.070
2031	1.131	1.951	3.082	1.109	1.932	3.040	1.176	1.924	3.100
2032	1.132	1.951	3.083	1.109	1.931	3.040	1.265	1.924	3.189
2033	1.132	1.951	3.083	1.109	1.931	3.040	1.348	1.938	3.286
2034	1.133	1.951	3.084	1.109	1.931	3.039	1.520	2.051	3.570
2035	1.133	1.951	3.084	1.109	1.930	3.039	1.711	2.281	3.992
2036	1.134	1.951	3.085	1.109	1.930	3.039	1.711	2.281	3.992
2037	1.134	1.951	3.085	1.109	1.930	3.039	1.711	2.281	3.992
Total	23.529	40.014	63.544	23.202	39.598	62.800	25.927	40.756	66.682

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.20 muestra que el COV en el pavimento flexible al término del periodo de análisis alcanza los S/.23,201,559.94, monto menor que en el rígido (S/.23,529,127.43), esto se debe principalmente a que el desgaste de los neumáticos en caminos con pendiente negativa dependen de la resistencia a la rodada y a la capacidad de frenado, es decir, el desgaste de neumáticos es menor si el IRI y la textura es mayor. Este hecho hace que el pavimento flexible de la alternativa 2, sea más económico en ahorro de neumáticos en el tiempo, respecto al pavimento rígido de la alternativa 1. También se muestra que el COV de la alternativa base alcanza los S/.25,926,738.81, es así que, por la condición del pavimento, los gastos en repuestos y mantenimiento hacen que la alternativa base termine siendo menos económico que la alternativa 1 y 2.

Los ahorros en tiempo de viaje dependen de la velocidad en que se pueda circular, en una pendiente negativa, ésta estará limitada por la capacidad de frenado del vehículo. Los valores alcanzados en gastos por tiempo de viaje de la alternativa 1 (S/.40,014,445.65), supera a los de la alternativa 2 (S/.39,598,190.41), como se muestra en el Cuadro

4.20, estos resultados indican que el uso pavimento flexible (alternativa 2), genera mayor ahorro de tiempo en pendientes negativas, puesto que éste permite ir a mayor velocidad debido al mayor progreso del IRI y la textura respecto al que pueda generarse en uno rígido (alternativa 1). Con éste mismo razonamiento, la alternativa base ofrece una mejor alternativa en tiempo de viaje en los primeros doce años, sin embargo, pasado este tiempo, esta alternativa genera un mayor costo debido al deterioro y tipo de conservación en la vía.

Por otro lado, si se hace una comparación de costos totales de los usuarios en los veinte años de uso del pavimento, se puede concluir que hay un ahorro de S/. 743,822.73 si se usa un pavimento flexible y no uno rígido bajo las condiciones de vía exigida por el MTC (2013) y un ahorro de S/. 3,138,729.03 si se usa un pavimento flexible con el mantenimiento correcto y no otro flexible bajo las condiciones actuales de conservación en el Jr. Carlos F. Vivanco.

Jr. Quinua

Cuadro 4.21: Flujo de costos económicos de operación vehicular y tiempo de viaje en el Jr. Quinua

Año	Alternativa 01: Pavimento Rígido			Alternativa 02: Pavimento Flexible			Alternativa base		
	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC
2018	1.973	1.531	3.504	1.973	1.531	3.504	1.973	1.531	3.504
2019	1.140	0.910	2.050	1.164	0.931	2.095	1.164	0.931	2.095
2020	1.185	0.946	2.131	1.204	0.964	2.167	1.204	0.964	2.167
2021	1.228	0.980	2.207	1.245	0.999	2.244	1.245	0.999	2.244
2022	1.268	1.014	2.282	1.286	1.035	2.321	1.286	1.035	2.321
2023	1.317	1.057	2.373	1.336	1.079	2.415	1.336	1.079	2.415
2024	1.376	1.115	2.491	1.397	1.139	2.536	1.397	1.139	2.536
2025	1.442	1.184	2.626	1.464	1.209	2.673	1.464	1.209	2.673
2026	1.518	1.269	2.787	1.542	1.294	2.836	1.542	1.294	2.836
2027	1.606	1.370	2.976	1.631	1.393	3.025	1.632	1.394	3.026
2028	1.655	1.414	3.070	1.684	1.440	3.124	1.688	1.442	3.129
2029	1.706	1.459	3.165	1.740	1.487	3.227	1.746	1.489	3.235
2030	1.775	1.531	3.306	1.790	1.556	3.347	1.830	1.565	3.395
2031	1.852	1.617	3.470	1.869	1.644	3.512	1.967	1.661	3.627
2032	1.938	1.722	3.660	1.955	1.749	3.704	2.133	1.777	3.910
2033	2.063	1.878	3.941	2.078	1.904	3.982	2.415	1.967	4.382
2034	2.198	2.061	4.259	2.213	2.084	4.297	2.694	2.212	4.906
2035	2.382	2.307	4.689	2.393	2.326	4.720	2.871	2.429	5.300
2036	2.571	2.563	5.135	2.579	2.576	5.155	3.050	2.650	5.700
2037	2.841	2.938	5.778	2.842	2.938	5.780	3.293	2.960	6.253
Total	35.035	30.866	65.901	35.385	31.279	66.664	37.930	31.725	69.655

Fuente: Procesamiento HDM-4

En el cuadro 4.21 se muestra el flujo de costos por tiempo de viaje y por gastos de operación vehicular año tras año expresados en millones de soles, resultando al término del periodo de análisis (20 años), para la alternativa 1, un COV de S/.35,035,249.42 y gastos por tiempo de viaje de S/.30,866,227.40; y para la alternativa 2, S/.35,385,345.04 y S/.31,278,619.98 por COV y costo de tiempo de viaje respectivamente, mientras que los costos que conllevan tener una vía asfáltica bajos los criterios de conservación actuales de la ciudad de Ayacucho, representan gastos mucho mayores en COV (S/.37,930,233.41) y costos por tiempo de viaje (S/.31,725,141.72) que resulta no económico para el usuario en comparación a las anteriores alternativas.

Por otro lado, si se hace una comparación de costos totales de los usuarios en los veinte años de uso del pavimento, se puede concluir que hay un ahorro de S/. 762,488.20 si se usa un pavimento rígido y no flexible bajo las condiciones de vía exigida por el MTC (2013) y un ahorro de S/. 3,753,898.31 si se usa un pavimento rígido y no un pavimento flexible bajo las condiciones actuales de conservación en el Jr. Quinua.

A continuación, en la figura 4.13 se muestra muestra la distribución de costos totales de operación vehicular en 20 años para los pavimentos rígidos y flexibles de las vías arteriales y colectoras.

De los resultados plasmados en la figura 4.13 se evidencia que el costo de operación vehicular, al término del periodo de análisis (20 años) se encuentra que en el 87.5 % de las calles analizadas, el COV es mayor si se opta por la alternativa 2 en vez de la alternativa 1.

También se evidencia en la figura 4.13, que los COV de la alternativa 1 y 2 son próximas, esto debido a que ambos preservan la vía dentro de la serviciabilidad exigida por el MTC (2013), sin embargo, los costos que conllevan tener una vía con capacidad funcional deficiente, bajo los criterios de conservación actuales de la ciudad de Ayacucho

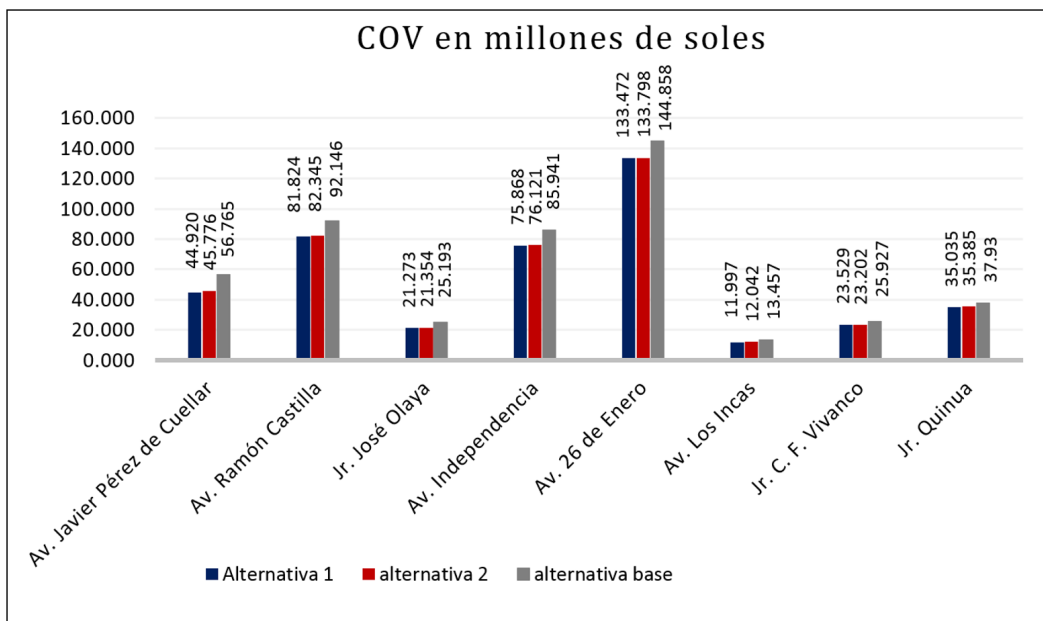


Figura 4.13: Costo de operación vehicular en 20 años de vías arteriales y colectoras

Fuente: Elaboración propia

reflejados en la alternativa base, representan gastos mucho mayores en COV que resulta no económico para el usuario en todas las vías analizadas.

4.4 Comparación del COV obtenido con los resultados en los trabajos referenciados

Con fines comparativos, en la presente investigación, se ha obtenido un COV por kilómetro promedio durante el periodo de análisis para vehículos de transporte público que circulan sobre pavimentos cuya conservación y rehabilitación están dentro de los estándares aceptados y recomendados por el MTC, cuyo monto asciende a S/. 1.185 por km para un pavimento rígido, y S/. 1.202 por km para un pavimento flexible en base a la longitud y COV de cada vía de análisis de los cuadros 4.23 y 4.24.

Según lo señalado en la Directiva General del SNIP (Anexo SNIP 10), el COV de buses de transporte público para la región Sierra en pavimentos asfálticos con geometría ondulada para condición de superficie de rodadura catalogada como buena, mala y regular es de \$ 0.262, \$ 0.335 y \$ 0.286 por kilómetro cuyo equivalente en moneda

nacional es S/. 0.917, S/. 1.1725 y S/. 1.001 por kilómetro, montos próximos al COV obtenido en nuestra investigación cuyo monto asciende a S/. 1.202 por kilómetro.

CEPAL – ILPES (2004) referenciado en Ccasani (2014) menciona que el COV de un bus de transporte público es 0.692 \$/km equivalente a 2.318 S/./km, por otro lado, en base al número de vueltas por día de trabajo y longitud de recorrido estimado para cada empresa según el Mapa de Ruta de la de la ciudad de Ayacucho (2011) (ver anexo N 03-D) se considera 149.14 km de recorrido promedio para buses de transporte público por día en la ciudad, lo que nos permite estimar el COV por km a partir del obtenido en Ccasani (2014) cuyo monto es de S/. 285.92 por día (ver cuadro 4.22), lo que se traduce en un COV de S/. 1.917 por km, cabe señalar que este es un monto obtenido en base al método de egresos, el mismo que fundamenta sus resultados en encuestas realizados a conductores de las 20 rutas de transporte público urbano de la ciudad entre Coaster y Microbús, los datos que maneja dicha investigación son gastos por día para estados variables de vehículos que han circulado por diferentes tipos de pavimentos y para una condición de superficie de rodadura de aquel entonces (año 2013 y 2014), pavimentos que no estaban sujetos a correctos criterios de conservación y mantenimiento, por lo que este monto es mayor a S/1.185 y S/. 1.202 por kilómetro, obtenido en la presente investigación en la que sí se ha considerado un estado intermedio de uso del vehículo y los estándares de conservación aceptado por el MTC.

Ccasani (2014) considera montos en condiciones de rehabilitación del pavimento, estado en el cual hay mayor congestión vehicular y por tanto mayores ruidos de aceleración y costos de operación vehicular. A continuación en los cuadros 2 y 3, con fines comparativos se muestra el COV para cada año, en cada una de las vías de análisis, para vehículos de tipo minibús o buses de transporte público con un recorrido promedio de 149.14 km por día.

Cuadro 4.22: Resultados de los costos de operación vehicular (COV)

Costo de Operación Vehicular/vehículo Sin rehabilitación de vías urbanas				Costo de Operación Vehicular/vehículo Con la rehabilitación de vías urbanas			
COV	Promedio	Promedio	Promedio	COV	Promedio	Promedio	Promedio
	COV/Día/veh.	COV/Mes/vehic.	COV/Semest/veh.		COV/Día/veh.	COV/Mes/veh.	COV/Semestr/veh.
Costos fijos (CF)	S/. 116.04	S/. 3,481.32	S/. 20,887.92	Costos fijos (CF)	S/. 116.04	S/. 3,041.59	S/. 20,887.92
Costos variables (CV)	S/. 169.87	S/. 5,096.18	S/. 30,577.07	Costos variables (CV)	S/. 199.87	S/. 5,996.25	S/. 35,977.07
Costo Total (CT)	S/. 285.92	S/. 8,577.50	S/. 51,464.99	Costo Total (CT)	S/. 315.92	S/. 9,037.84	S/. 56,864.99

Fuente: Ccasani (2014)

Cuadro 4.23: COV por día por uso del pavimento rígido

Via/Calle	Vías Arteriales						Vías Colectoras						Promedio S/. /día				
	J. Pérez de Cuellar		Av. Ramón Castilla		Jr. José Olaya		Av. Independencia		Av. 26 de Enero		Av. Los Incas			Jr. Carlos F. Vivanco		Jr. Quinua	
Año	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	
2018	2.02	300.68	2.11	314.04	2.04	303.70	2.04	304.87	2.28	340.62	2.21	329.17	1.64	243.84	2.76	412.19	313.00
2019	0.79	118.55	0.87	130.32	0.87	130.09	1.03	154.08	1.34	199.88	1.11	165.65	0.87	129.09	1.53	228.16	153.64
2020	0.80	120.02	0.93	138.79	0.88	131.67	1.04	155.14	1.36	202.33	1.12	166.99	0.86	128.53	1.55	231.55	156.04
2021	0.81	120.21	1.02	151.84	0.89	132.22	1.05	155.92	1.37	204.52	1.12	167.69	0.86	128.96	1.57	234.35	158.67
2022	0.81	120.31	1.11	165.49	0.89	132.40	1.05	156.60	1.41	210.77	1.13	168.01	0.87	129.11	1.58	236.07	161.93
2023	0.81	120.42	1.23	184.12	0.89	132.57	1.05	157.31	1.48	220.35	1.13	168.32	0.87	129.25	1.60	239.27	166.53
2024	0.81	120.54	1.29	192.49	0.89	132.73	1.06	157.98	1.55	231.80	1.13	168.64	0.87	129.39	1.63	243.39	170.16
2025	0.81	120.67	1.34	200.04	0.89	132.90	1.06	158.75	1.65	246.39	1.13	168.96	0.87	129.53	1.66	247.85	174.28
2026	0.81	120.81	1.43	213.81	0.89	133.07	1.07	159.61	1.72	256.57	1.13	169.25	0.87	129.67	1.70	253.16	178.52
2027	0.81	120.96	1.43	213.54	0.89	133.24	1.07	160.13	1.78	264.82	1.14	169.55	0.87	129.80	1.74	259.59	180.53
2028	0.81	121.12	1.43	213.20	0.89	133.41	1.08	161.19	1.82	271.99	1.14	169.90	0.87	129.93	1.75	260.70	182.15
2029	0.81	121.30	1.43	212.87	0.90	133.60	1.09	162.50	1.86	277.57	1.14	170.28	0.87	130.04	1.76	262.21	183.58
2030	0.81	121.51	1.43	212.54	0.90	133.79	1.10	163.77	1.86	277.50	1.15	170.85	0.87	130.14	1.78	265.10	184.07
2031	0.82	121.73	1.42	212.21	0.90	133.99	1.10	164.39	1.86	277.33	1.15	171.66	0.87	130.24	1.80	268.58	184.44
2032	0.82	121.97	1.42	211.90	0.90	134.20	1.11	165.76	1.86	277.21	1.16	172.47	0.87	130.33	1.82	271.95	185.00
2033	0.82	122.25	1.42	211.60	0.90	134.42	1.12	167.02	1.86	277.14	1.16	173.32	0.87	130.42	1.87	279.50	185.80
2034	0.82	122.55	1.42	211.30	0.90	134.66	1.13	168.15	1.86	277.10	1.17	173.92	0.88	130.51	1.92	286.60	186.53
2035	0.82	122.89	1.42	211.03	0.90	134.90	1.14	169.28	1.86	277.06	1.17	174.81	0.88	130.59	2.00	298.40	187.57
2036	0.83	123.28	1.41	210.79	0.91	135.15	1.15	170.81	1.86	277.04	1.17	174.85	0.88	130.66	2.08	310.08	188.67
2037	0.83	123.52	1.41	210.62	0.91	135.43	1.15	172.00	1.86	277.03	1.18	176.58	0.88	130.73	2.20	328.31	190.14

Fuente: Elaboración propia en base a HDM-4

Cuadro 4.24: COV por día por uso del pavimento flexible

Via/Calle	Vías Arteriales						Vías Colectoras						Promedio				
	J. Pérez de Cuellar		Av. Ramón Castilla		Jr. José Olaya		Av. Independencia		Av. 26 de Enero		Av. Los Incas			Jr. Carlos F. Vivanco		Jr. Quinua	
Año	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	S/. /km	COV por día	
2018	2.02	300.68	2.11	314.04	2.04	303.70	2.04	304.87	2.28	340.62	2.21	329.17	1.64	243.84	2.76	412.19	313.00
2019	0.84	125.15	0.91	135.70	0.92	136.76	1.05	156.77	1.36	202.79	1.14	170.63	0.85	127.18	1.58	235.24	157.62
2020	0.84	125.38	0.96	143.06	0.92	137.01	1.05	157.19	1.37	204.82	1.15	170.94	0.85	126.85	1.59	237.24	159.22
2021	0.84	125.54	1.04	155.82	0.92	137.18	1.06	157.51	1.39	206.92	1.15	171.20	0.85	126.85	1.61	239.58	161.56
2022	0.84	125.74	1.13	169.25	0.92	137.38	1.06	158.12	1.43	213.19	1.15	171.49	0.85	126.86	1.62	241.30	164.77
2023	0.84	125.98	1.26	187.80	0.92	137.63	1.06	158.77	1.49	222.82	1.15	171.82	0.85	126.90	1.64	244.59	169.39
2024	0.85	126.34	1.31	196.07	0.93	138.00	1.07	159.44	1.57	234.41	1.15	172.24	0.85	126.98	1.67	248.82	173.09
2025	0.85	126.92	1.37	203.84	0.93	138.60	1.07	160.29	1.67	249.41	1.16	172.83	0.85	127.16	1.70	253.45	177.48
2026	0.86	127.88	1.46	218.14	0.94	139.56	1.08	161.42	1.75	260.41	1.16	173.64	0.86	127.56	1.74	259.10	182.26
2027	0.87	129.03	1.47	218.77	0.94	140.64	1.09	162.46	1.81	269.46	1.17	174.70	0.86	128.27	1.78	265.86	185.01
2028	0.87	130.27	1.47	219.40	0.92	137.08	1.10	164.24	1.83	273.39	1.18	175.88	0.87	129.09	1.79	267.64	186.29
2029	0.84	125.69	1.44	215.18	0.92	137.22	1.12	166.34	1.87	278.88	1.16	172.42	0.87	129.93	1.81	270.00	186.59
2030	0.84	125.86	1.44	214.81	0.92	137.39	1.10	164.04	1.87	278.68	1.16	172.92	0.85	126.89	1.80	268.79	185.65
2031	0.85	126.05	1.44	214.45	0.92	137.57	1.10	164.57	1.87	278.36	1.16	173.71	0.85	126.88	1.83	272.29	185.96
2032	0.85	126.27	1.44	214.09	0.92	137.77	1.11	165.90	1.86	278.05	1.17	174.51	0.85	126.86	1.85	275.58	186.44
2033	0.85	126.52	1.43	213.75	0.93	138.00	1.12	167.11	1.86	277.78	1.18	175.35	0.85	126.85	1.90	282.99	187.16
2034	0.85	126.81	1.43	213.44	0.93	138.29	1.13	168.20	1.86	277.59	1.18	175.97	0.85	126.85	1.94	289.89	187.85
2035	0.85	127.19	1.43	213.19	0.93	138.67	1.14	169.31	1.86	277.49	1.19	176.92	0.85	126.85	2.02	301.44	188.87
2036	0.86	127.72	1.43	213.04	0.93	139.20	1.15	170.86	1.86	277.64	1.19	177.07	0.85	126.89	2.10	312.76	190.05
2037	0.86	128.27	1.43	213.10	0.94	139.93	1.15	172.12	1.87	278.22	1.20	179.10	0.85	126.97	2.22	330.41	191.75

Fuente: Elaboración propia en base a HDM-4

Del cuadro 4.23 y 4.24, el COV por día obtenido para las vías evaluadas para una condición inicial, es decir antes de la pavimentación sea rígida o flexible en la presente investigación, es de S/.313 próxima al costo obtenido en Ccasani (2014) mediante encuestas para zonas afectadas por la rehabilitación urbana y cuyo monto es S/. 315.92, a partir del cual se podría deducir que una vía transitada en condiciones continuas de rehabilitación, en términos económicos, se asemeja a una vía no pavimentada.

Por otro lado los COV por día en cada año de análisis en la presente investigación como se muestra en los cuadros 4.23 y 4.24, están en un rango de S/. 153.64 a S/.190.14 por día en un pavimento rígido y en un rango de S/. 157.62 a S/. 191.75 por día en un pavimento flexible, valores muy por debajo de los S/. 285.92 por día del COV como se muestra en el cuadro 4.22, ya que en nuestro caso tanto el pavimento rígido como flexible ha sido conservado, durante el periodo de análisis, dentro de los estándares de conservación propuesto por el MTC, mientras que el COV obtenido por Ccasani (2014) es consecuencia del tránsito en condiciones de rodadura de los pavimentos de aquel entonces (año 2014), pavimentos que no estuvieron bajo condiciones adecuadas de mantenimiento y conservación.

4.5 Indicadores de rentabilidad

En la determinación de la rentabilidad de un pavimento, se tiene en consideración el costo de oportunidad del dinero de los gastos en que incurre la entidad administradora y los usuarios. Los criterios de elección que se utiliza, se basan en los indicadores de rentabilidad de inversión: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C); obtenidos con ayuda del software HDM-4.

Los parámetros de análisis son:

- Periodo de análisis: 20 años
- Tasa de descuento: 8 %

- Indicadores de rentabilidad: VAN, B/C y TIR

4.5.1 Indicadores de rentabilidad en vías arteriales

Con el fin de detallar el cálculo de los indicadores de rentabilidad, se presenta de forma esquemática un flujo de caja aplicada a la obtención del VAN de la Av. Javier Pérez de Cuellar para los 20 años de análisis del pavimento flexible desarrollado en base a los cuadros 4.1, 4.2 y 4.14.

Cuadro 4.25: Aumento de costos por administración del pavimento de la alternativa 2 (pavimento flexible) respecto a la alternativa base

Año	Alternativa 2: Pavimento flexible		Alternativa base		$X_i = CAAB - CAA2$
	Montos sin descontar	Actividad	Montos sin descontar	Actividad	Aumento en costos de administración (en millones de soles)
2018	S/.1,068,147.63	Construcción	S/.1,068,147.63	Construcción	0.000
2019	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2020	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2021	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2022	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2023	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2024	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2025	S/.36,357.98	Sellado asfáltico	S/.0.00	---	-0.036
2026	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2027	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2028	S/.307,363.69	Fresado y reemplazo	S/.0.00	---	-0.307
2029	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2030	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2031	S/.0.00	---	S/.6,908.03	bacheo	0.007
2032	S/.0.00	---	S/.0.00	---	0.000
2033	S/.0.00	---	S/.9,626.41	bacheo	0.010
2034	S/.0.00	---	S/.5,294.50	bacheo	0.005
2035	S/.36,357.98	Sellado asfáltico	S/.5,377.30	bacheo	-0.031
2036	S/.0.00	---	S/.5,755.25	bacheo	0.006
2037	S/.0.00	---	S/.5,998.73	bacheo	0.006

CAAB: Costo de administración de la alternativa base

CAA2: Costo de administración de la alternativa 2

Fuente: Elaboración propia

La representación esquemática de la del flujo de caja por aumento en costos de administración y disminución de gastos de operación vehicular respecto a la alternativa base se muestra en la figura 4.14.

Cabe señalar que en la presente investigación los índices de rentabilidad se obtienen en base a la alternativa de referencia que es la alternativa base, respecto al cual se

Cuadro 4.26: Disminución de gastos por concepto de operación vehicular y ahorros de tiempo de viaje del pavimento flexible (alternativa 2) respecto a la alternativa base.

Año	Alternativa 02: Pavimento Flexible			Alternativa base			$X_i = RUC_{alt.base} - RUC_{alt.2}$
	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	COV	Tiempo de viaje	Total RUC	Disminución en costo de los usuarios (millones de soles)
2018	3.739	2.266	6.005	3.739	2.266	6.005	0.000
2019	1.723	1.035	2.757	1.723	1.035	2.757	0.000
2020	1.770	1.062	2.832	1.770	1.062	2.832	0.000
2021	1.818	1.091	2.909	1.818	1.091	2.909	0.000
2022	1.867	1.120	2.987	1.867	1.120	2.987	0.000
2023	1.918	1.151	3.069	1.918	1.151	3.069	0.000
2024	1.972	1.182	3.154	1.972	1.182	3.154	0.000
2025	2.029	1.214	3.243	2.029	1.214	3.243	0.000
2026	2.092	1.247	3.339	2.094	1.247	3.341	0.001
2027	2.159	1.281	3.440	2.165	1.281	3.446	0.006
2028	2.229	1.316	3.546	2.240	1.316	3.557	0.011
2029	2.232	1.350	3.583	2.331	1.353	3.684	0.102
2030	2.293	1.387	3.680	2.486	1.396	3.882	0.202
2031	2.355	1.425	3.781	2.874	1.565	4.439	0.659
2032	2.420	1.464	3.884	3.435	2.013	5.449	1.564
2033	2.487	1.505	3.991	4.012	2.481	6.493	2.502
2034	2.556	1.547	4.102	4.383	2.771	7.154	3.052
2035	2.628	1.590	4.218	4.507	2.855	7.363	3.145
2036	2.704	1.634	4.339	4.636	2.943	7.578	3.240
2037	2.783	1.680	4.463	4.766	3.033	7.799	3.336

RUC: Road user cost (Costo del usuario de la carretera)

Fuente: Elaboración propia

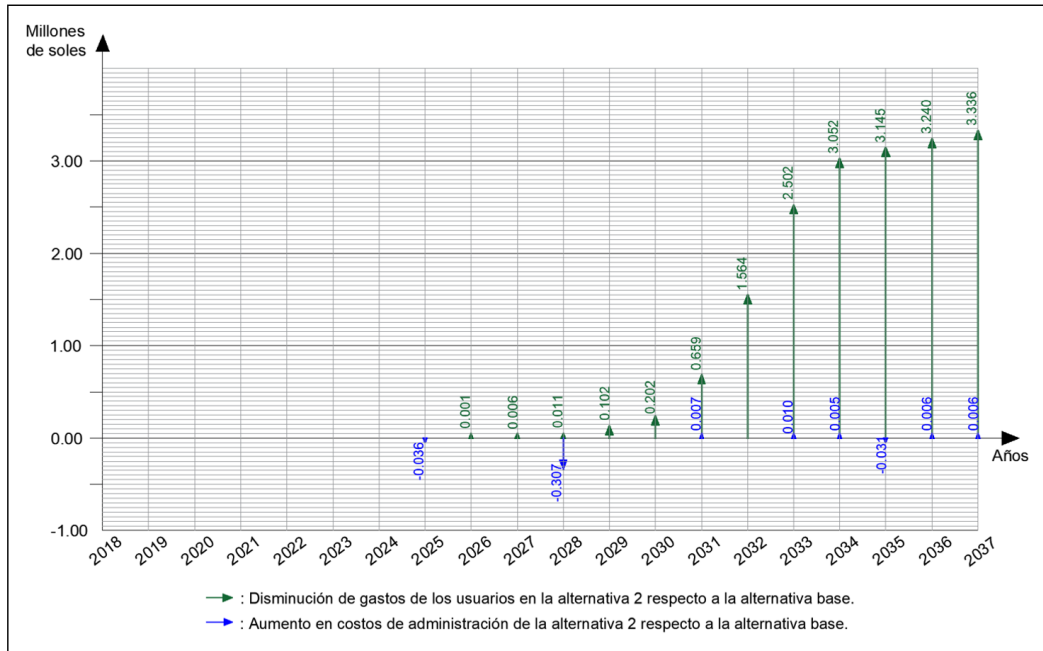
obtendrá la disminución en costo de los usuarios y el aumento en costo de administración como se detalló en el cuadro 4.25 y 4.26. Para obtener el VAN del pavimento flexible se suma todos los costos descontados (ver cuadro 4.27), tanto por aumento en la administración como por disminución de COV respecto a la alternativa base, mediante la expresión 4.1, para finalmente obtener el VAN en la expresión 4.2.

$$VAN_{alternativa2} = \sum_{i=0}^n \frac{x_i}{(1 - 8\%)^i} \quad (4.1)$$

$$VAN_{alternativa2} = 4,859 \quad (4.2)$$

El VAN obtenido manualmente para el pavimento flexible de la alternativa 2 es 4.859, el mismo que nos dá como resultado el software HDM-4 en el cuadro 4.28 para esta misma alternativa en el análisis de la Av. Javier Pérez de Cuellar.

Figura 4.14: Flujo de caja de la diferencia de costos generados en la alternativa 2 (pavimento flexible) Respecto a la alternativa base.



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.27: Costos descontados al 2018, del flujo de caja obtenido de la diferencia de costos generados en la alternativa 2 (pavimento flexible) Respecto a la alternativa base.

Año	i	$X_i = CAAB - CAA2$		$X_i = RUC_{alt.base} - RUC_{alt.2}$	
		Aumento en costos de administración (en millones de soles)	$\frac{X_i}{(1+8\%)^i}$	Disminución en costo de los usuarios (millones de soles)	$\frac{X_i}{(1+8\%)^i}$
2018	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	1	0.00	0.00	0.00	0.00
2020	2	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	3	0.00	0.00	0.00	0.00
2022	4	0.00	0.00	0.00	0.00
2023	5	0.00	0.00	0.00	0.00
2024	6	0.00	0.00	0.00	0.00
2025	7	-0.04	-0.02	0.00	0.00
2026	8	0.00	0.00	0.00	0.00
2027	9	0.00	0.00	0.01	0.00
2028	10	-0.31	-0.14	0.01	0.01
2029	11	0.00	0.00	0.10	0.04
2030	12	0.00	0.00	0.20	0.08
2031	13	0.01	0.00	0.66	0.24
2032	14	0.00	0.00	1.56	0.53
2033	15	0.01	0.00	2.50	0.79
2034	16	0.01	0.00	3.05	0.89
2035	17	-0.03	-0.01	3.15	0.85
2036	18	0.01	0.00	3.24	0.81
2037	19	0.01	0.00	3.34	0.77
		$\sum_{i=0}^n \frac{X_i}{(1+8\%)^i}$	-0.162	$\sum_{i=0}^n \frac{X_i}{(1+8\%)^i}$	5.021

Fuente: Elaboración propia

Como resultado final de la evaluación económica en las vías arteriales, se tienen los cuadros 4.28, 4.29 y 4.30:

Cuadro 4.28: Relaciones beneficio costo para la Av. Javier Pérez de Cuellar

Alternativa	Valor actual de los costos totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costos de capital de la administración (CAP)	Incremento en costos de la administración (C)	Disminución en costos de los usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN=B+E-C)	Ratio VAN/Costo (VAN/RAC)	Ratio VAN/Costo (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa base	1.080	1.068	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alt. 01 Pavimento Rígido	1.295	1.295	0.215	5.467	0.000	5.251	4.055	4.055	38.0 (1)
Alt. 02 Pavimento Flexible	1.242	1.242	0.162	5.021	0.000	4.859	3.913	3.913	91.8 (1)

El número entre paréntesis es el número de soluciones de la TIR en el rango -90 a + 900

Fuente: Procesamiento HDM-4

Cuadro 4.29: Relaciones beneficio costo para la Av. Ramón Castilla

Alternativa	Valor actual de los costos totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costos de capital de la administración (CAP)	Incremento en costos de la administración (C)	Disminución en costos de los usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN=B+E-C)	Ratio VAN/Costo (VAN/RAC)	Ratio VAN/Costo (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa base	0.504	0.494	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alt. 01 Pavimento Rígido	0.597	0.597	0.093	3.720	0.000	3.627	6.080	6.080	48.0 (1)
Alt. 02 Pavimento Flexible	0.589	0.589	0.085	3.437	0.000	3.352	5.692	5.692	126.5 (1)

Fuente: Procesamiento HDM-4

Cuadro 4.30: Relaciones beneficio costo para el Jr. José Olaya

Alternativa	Valor actual de los costos totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costos de capital de la administración (CAP)	Incremento en costos de la administración (C)	Disminución en costos de los usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN=B+E-C)	Ratio VAN/Costo (VAN/RAC)	Ratio VAN/Costo (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa base	0.367	0.361	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alt. 01 Pavimento Rígido	0.429	0.429	0.063	1.638	0.000	1.575	3.668	3.668	34.7 (1)
Alt. 02 Pavimento Flexible	0.446	0.446	0.079	1.585	0.000	1.506	3.376	3.376	63.1 (1)

El número entre paréntesis es el número de soluciones de la TIR en el rango -90 a + 900

Fuente: Procesamiento HDM-4

A partir resultados de los indicadores de rentabilidad mostrados en los cuadros 4.28, 4.29 y 4.30, se concluye que los pavimentos rígidos son más rentables a los flexibles para las vías arteriales.

4.5.2 Indicadores de rentabilidad en vías colectoras

Se tienen los cuadros 4.31, 4.32, 4.33, 4.34 y 4.35:

Cuadro 4.31: Relaciones beneficio costo para la Av. Independencia

Alternativa	Valor actual de los costos totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costos de capital de la administración (CAP)	Incremento en costos de la administración (C)	Disminución en costos de los usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN=B+E-C)	Ratio VAN/Costo (VAN/RAC)	Ratio VAN/Costo (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa base	1.080	1.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alt. 01 Pavimento Rígido	1.281	1.281	0.201	4.412	0.000	4.211	3.288	3.288	35.6 (1)
Alt. 02 Pavimento Flexible	1.294	1.294	0.214	4.022	0.000	3.808	2.944	2.944	79.3 (1)

El número entre paréntesis es el número de soluciones de la TIR en el rango -90 a + 900

Fuente: Procesamiento HDM-4**Cuadro 4.32:** Relaciones beneficio costo para la Av. 26 de enero

Alternativa	Valor actual de los costos totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costos de capital de la administración (CAP)	Incremento en costos de la administración (C)	Disminución en costos de los usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN=B+E-C)	Ratio VAN/Costo (VAN/RAC)	Ratio VAN/Costo (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa base	0.634	0.618	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alt. 01 Pavimento Rígido	0.784	0.784	0.149	3.804	0.000	3.654	4.662	4.662	41.7 (1)
Alt. 02 Pavimento Flexible	0.754	0.754	0.119	3.534	0.000	3.415	4.532	4.532	100 (1)

El número entre paréntesis es el número de soluciones de la TIR en el rango -90 a + 900

Fuente: Procesamiento HDM-4**Cuadro 4.33:** Relaciones beneficio costo para la Av. Los Incas

Alternativa	Valor actual de los costos totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costos de capital de la administración (CAP)	Incremento en costos de la administración (C)	Disminución en costos de los usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN=B+E-C)	Ratio VAN/Costo (VAN/RAC)	Ratio VAN/Costo (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa base	0.147	0.145	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alt. 01 Pavimento Rígido	0.168	0.168	0.021	0.534	0.000	0.513	3.058	3.058	37.1 (1)
Alt. 02 Pavimento Flexible	0.174	0.174	0.027	0.497	0.000	0.471	2.712	2.712	66.7 (1)

El número entre paréntesis es el número de soluciones de la TIR en el rango -90 a + 900

Fuente: Procesamiento HDM-4**Cuadro 4.34:** Relaciones beneficio costo para el Jr. Carlos F. Vivanco

Alternativa	Valor actual de los costos totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costos de capital de la administración (CAP)	Incremento en costos de la administración (C)	Disminución en costos de los usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN=B+E-C)	Ratio VAN/Costo (VAN/RAC)	Ratio VAN/Costo (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa base	0.568	0.564	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alt. 01 Pavimento Rígido	0.664	0.664	0.096	0.670	0.000	0.574	0.865	0.865	15.7 (1)
Alt. 02 Pavimento Flexible	0.628	0.628	0.061	1.038	0.000	0.977	1.555	1.555	72.9 (1)

El número entre paréntesis es el número de soluciones de la TIR en el rango -90 a + 900

Fuente: Procesamiento HDM-4

Cuadro 4.35: Relaciones beneficio costo para el Jr. Quinua

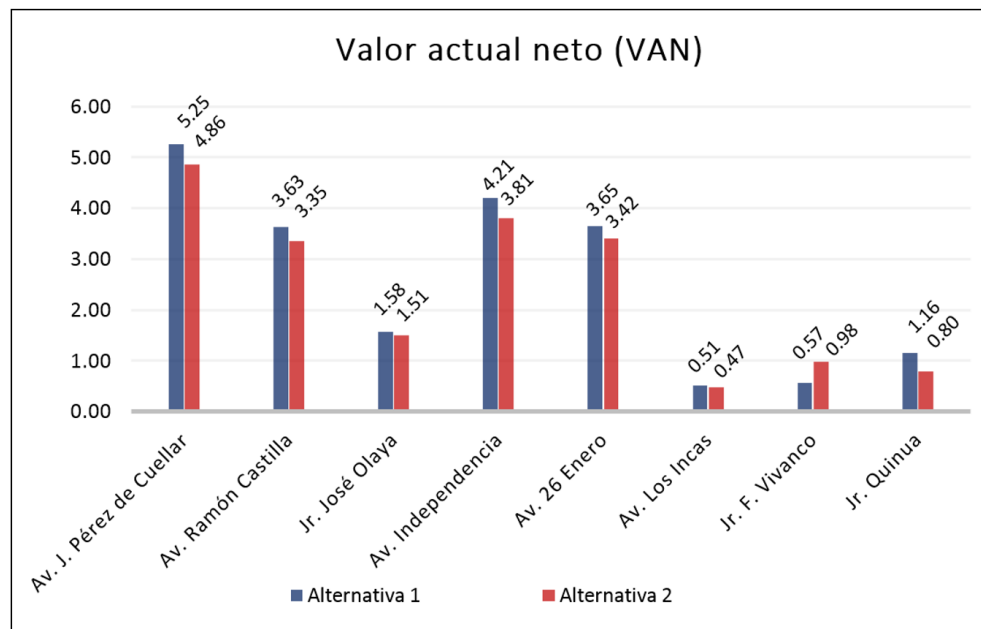
Alternativa	Valor actual de los costos totales de la administración (RAC)	Valor actual de los costos de capital de la administración (CAP)	Incremento en costos de la administración (C)	Disminución en costos de los usuarios (B)	Beneficios Exógenos Netos (E)	Valor Actual Neto (VAN=B+E-C)	Ratio VAN/Costo (VAN/RAC)	Ratio VAN/Costo (VAN/CAP)	Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)
Alternativa base	0.461	0.457	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Alt. 01 Pavimento Rígido	0.550	0.550	0.089	1.246	0.000	1.157	2.102	2.102	48.4 (1)
Alt. 02 Pavimento Flexible	0.510	0.510	0.049	0.845	0.000	0.796	1.562	1.562	89.2 (1)

El número entre paréntesis es el número de soluciones de la TIR en el rango -90 a + 900

Fuente: Procesamiento HDM-4

Se seleccionará como mejor alternativa de solución aquella que tenga el mayor VAN entre todas las que hayan obtenido un VAN positivo (MEF, 2011, p.136).

Se sabe que el criterio de asignación de capital es en función del VAN para proyectos con flujo de caja con más de un signo negativo, es decir, más de un monto invertido y que sean de una sola naturaleza, en base a lo mencionado se selecciona la alternativa que tenga mayor VAN en cada una de las vías en estudio, la figura 4.15 muestra la distribución del VAN en cada vía analizada.

**Figura 4.15:** Valor actual neto del pavimento rígido y flexible

Fuente: Elaboración propia

De los resultados, se tiene que el 87.5 % de los casos analizados, el VAN del pavimento rígido (alternativa 1) es mayor que el VAN correspondiente al pavimento flexible (alternativa 2), mientras que en el 12.5 % de los casos, resulta el pavimento flexible más económico que un pavimento rígido, a partir del cual se puede concluir que el pavimento rígido es económicamente más rentable para vías arteriales y colectoras en el distrito de Ayacucho.

4.6 Discusión de resultados

El costo de construcción de pavimentos flexibles, en todos los casos evaluados bordean el 83.7 % del costo de construcción del pavimento rígido, montos que consideran la construcción de la base, sub base y la capa superficial, además de ello en todos los casos, tanto el costo por conservación y mantenimiento como el COV en el pavimento flexible es mayor al del pavimento rígido como se resume en la figura 4.6 y 4.13 respectivamente.

En la Av. Javier Pérez de Cuellar se establece para el pavimento rígido, un espesor de losa de concreto de 26 cm con $f'c$ 280 kg/cm² considerando dowells y barras de amarre como refuerzo en la juntas transversales y longitudinales respectivamente, cuya carga de tráfico es de 13'163,461.9 EE, mientras que, para el pavimento flexible, se considera un espesor de carpeta asfáltica de 11cm con base de 20 cm y sub base de 15cm para una carga de tráfico de 8'786,794 EE. Las estructuras adoptadas en esta vía, generan un costo de construcción del pavimento flexible del 83 % del costo de construcción del pavimento rígido, además de ello, se tiene un costo de operación y mantenimiento mayor en la alternativa 2 que en la 1, como se muestra en el cuadro 4.2 ya que éste requiere de un sellado asfáltico cuando las fisuras superen el 3 % y de un fresado y reemplazo de carpeta asfáltica cuando el IRI sobrepase los 3.5 m/km, mientras que el pavimento rígido únicamente requiere del resellado de juntas cada 10 años como prevención para evitar el ingreso de agua en la base y materiales incompresibles en las juntas. Este

comportamiento genera un COV mayor en el pavimento flexible (S/. 45.776 millones) que en el pavimento rígido (S/. 44.92 millones) a lo largo del periodo de análisis como se muestra en el cuadro 4.14, a pesar de que ambas alternativas se han mantenido dentro del nivel de servicio exigido por el MTC, finalmente éste movimiento económico presentado año tras año y expresado en términos de rentabilidad, muestra que en la alternativa 01 (pavimento rígido) el VAN es de 5.251, mayor al de la alternativa 2 cuyo VAN es 4.859, concluyéndose que el pavimento rígido es económicamente más rentable que el pavimento flexible para un periodo de análisis de 20 años en la Av. Javier Pérez de Cuellar.

Para la Av. Ramón Castilla se establece un pavimento rígido, con espesor de losa de concreto de 24 cm con $f'c$ 280 kg/cm² considerando dowells y barras de amarre como refuerzo en la juntas transversales y longitudinales respectivamente, cuya carga de tráfico es de 7'512,081.3 EE, mientras que, para el pavimento flexible, se considera un espesor de carpeta asfáltica de 10cm con base de 25 cm y sub base de 15cm para una carga de tráfico de 5'307033.3 EE. Las estructuras adoptadas en esta vía, generan un costo de construcción del pavimento flexible del 83 % respecto al rígido, adicional a ello se tiene un mayor costo de conservación en la alternativa 2, como se muestra en el cuadro 4.3 ya que éste requiere de un sellado asfáltico, de un fresado y reemplazo de carpeta asfáltica cuando el IRI sobrepase los 3.5 m/km, mientras que el pavimento rígido únicamente requiere del resellado de juntas en el año 2028. Este comportamiento genera un COV mayor en el pavimento flexible que en el pavimento rígido, a lo largo del periodo de análisis como se muestra en el cuadro 4.16, a pesar de que ambas alternativas se han mantenido dentro del nivel de servicio exigido por el MTC, finalmente éste movimiento económico presentado año tras año y expresado en términos de rentabilidad, muestra que en la alternativa 01 (pavimento rígido) el VAN es de 3.627, mayor al de la alternativa

2 cuyo VAN es 3.352, concluyéndose que el pavimento rígido es económicamente más rentable que el pavimento flexible.

En el Jr. José Olaya se establece un pavimento rígido, con espesor de losa de concreto de 20 cm con $f'c$ 210 kg/cm² considerando dowells y barras de amarre como refuerzo en la juntas transversales y longitudinales respectivamente, cuya carga de tráfico es de 6'58618.2 EE, mientras que, para el pavimento flexible, se considera un espesor de carpeta asfáltica de 7cm con base de 20 cm y sub base de 20cm para una carga de tráfico de 4'56028.8 EE. Las estructuras adoptadas en esta vía, generan un costo de construcción del pavimento flexible del 85 % respecto al rígido, adicional a ello se tiene un mayor costo de conservación en la alternativa 2, como se muestra en el cuadro 4.4 ya que éste requiere de un sellado asfáltico cuando las fisuras superen el 3% y de un fresado y reemplazo de carpeta asfáltica cuando el IRI sobrepase los 3.5 m/km, mientras que el pavimento rígido únicamente requiere del resellado de juntas en el año 2028. Este comportamiento genera un COV mayor en el pavimento flexible que en el pavimento rígido, a lo largo del periodo de análisis como se muestra en el cuadro 4.16, a pesar de que ambas alternativas se han mantenido dentro del nivel de servicio exigido por el MTC, finalmente éste movimiento económico presentado año tras año y expresado en términos de rentabilidad (ver cuadro 4.30), muestra que en la alternativa 01 (pavimento rígido) el VAN es de 1.575, mayor al de la alternativa 2 cuyo VAN es 1.506, concluyéndose que el pavimento rígido es económicamente más rentable que el pavimento flexible para un periodo de análisis de 20 años en el Jr. José Olaya.

En la Av. Independencia se establece para el pavimento rígido, un espesor de losa de concreto de 23 cm con $f'c$ 280 kg/cm², cuya carga de tráfico es de 2'416,724.6 EE, mientras que, para el pavimento flexible, se considera un espesor de carpeta asfáltica de 10cm con base de 20 cm y sub base de 13cm para una carga de tráfico de 1'993,312

EE, teniendo un costo del 84 % respecto al costo de construcción del pavimento rígido, además de ello, se tiene un costo de operación y mantenimiento mayor en la alternativa 2, como se muestra en el cuadro 4.5 ya que éste requiere de un sellado asfáltico en el año 2026 y 2037, también requiere de un fresado y reemplazo de carpeta asfáltica en el año 2029, mientras que el pavimento rígido únicamente requiere del resellado de juntas en el año 2028. Este desempeño genera un COV mayor en el pavimento flexible (S/. 76.121 millones) que en el pavimento rígido (S/. 75.868 millones) a lo largo del periodo de análisis como se muestra en el cuadro 4.17, a pesar de que ambas alternativas se han mantenido dentro del nivel de servicio exigido por el MTC, finalmente éste movimiento económico presentado año tras año y expresado en términos de rentabilidad, muestra que en el pavimento rígido, el VAN es de 4.211, mayor al del pavimento flexible, cuyo VAN es 3.808, concluyéndose que la alternativa 1 es económicamente más rentable que la alternativa 2.

En la Av. 26 de Enero se propone un pavimento rígido con espesor de losa de concreto de 20 cm con $f'c$ 280 kg/cm² considerando dowells (de diámetro 1") y barras de amarre como refuerzo en la juntas transversales y longitudinales respectivamente, cuya carga de tráfico es de 2'416,724.6 EE, mientras que, para el pavimento flexible, se considera un espesor de carpeta asfáltica de 9cm con base de 20 cm y sub base de 15cm para una carga de tráfico de 2'463,749.98 EE. Las estructuras adoptadas en esta vía, generan un costo de construcción del pavimento flexible del 80 % respecto al costo del rígido, además de ello, se tiene un costo de conservación mayor en la alternativa 2 que en la 1, como se muestra en el cuadro 4.6 ya que éste requiere de un sellado asfáltico cuando las fisuras superen el 3 % y de un fresado y reemplazo de carpeta asfáltica cuando el IRI sobrepase los 3.5 m/km, mientras que el pavimento rígido únicamente requiere del resellado de juntas cada 10 años. Este comportamiento genera un COV mayor en el

pavimento flexible que en el rígido a lo largo del periodo de análisis como se muestra en el cuadro 4.18, a pesar de que ambas alternativas se han mantenido dentro del nivel de servicio exigido por el MTC, finalmente se muestra que en el pavimento rígido el VAN es de 3.654, mayor al de la alternativa 2 cuyo VAN es 3.415, concluyéndose que el pavimento rígido es económicamente más rentable que el pavimento flexible.

Respecto a la Av. Los Incas se establece un pavimento rígido, con espesor de losa de concreto de 20 cm con $f'c$ 210 kg/cm², cuya carga de tráfico es de 723,439.0 EE, mientras que para el pavimento flexible, se considera un espesor de carpeta asfáltica de 7.5cm con base de 20 cm para una carga de tráfico de 559,091.3 EE. Las estructuras adoptadas en esta vía, generan un costo de construcción del pavimento flexible del 87 % respecto al rígido, adicional a ello se tiene un mayor costo de conservación en la alternativa 2, como se muestra en el cuadro 4.7 ya que éste requiere de un sellado asfáltico cuando las fisuras superen el 3 % y de un fresado y reemplazo de carpeta asfáltica cuando el IRI sobrepase los 3.5 m/km, mientras que el pavimento rígido únicamente requiere del resellado de juntas en el año 2028. Este comportamiento genera un COV mayor en el pavimento flexible que en el pavimento rígido, a lo largo del periodo de análisis como se muestra en el cuadro 4.19, a pesar de que ambas alternativas se han mantenido dentro del nivel de servicio exigido por el MTC, finalmente éste movimiento económico presentado año tras año y expresado en términos de rentabilidad (ver cuadro 4.33), muestra que en la alternativa 01 (pavimento rígido) el VAN es de 0.513, mayor al de la alternativa 2 cuyo VAN es 0.471, concluyéndose que el pavimento rígido es económicamente más rentable que el pavimento flexible para un periodo de análisis de 20 años en la Av. Los Incas.

En el Jr. Carlos F. Vivanco se propone un pavimento rígido con espesor de losa de concreto de 22 cm con $f'c$ 280 kg/cm², cuya carga de tráfico es de 1'717,926 EE, mientras que, para el pavimento flexible, se considera un espesor de carpeta asfáltica de

9cm con base de 20 cm y sub base de 10cm para una carga de tráfico de 1'725,864.5 EE. Las estructuras adoptadas en esta vía, generan un costo de construcción del pavimento flexible del 85 % respecto al costo del rígido, además de ello, se tiene un costo de conservación mayor en la alternativa 2 que en la 1, como se muestra en el cuadro 4.8 ya que éste requiere de un sellado asfáltico, de un fresado y reemplazo de carpeta asfáltica, mientras que el pavimento rígido únicamente requiere del resellado de juntas en el año 2028. El COV en el pavimento flexible al término del periodo de análisis es menor que el COV que se obtiene en un pavimento rígido debido principalmente a los neumáticos, ya que en pendiente negativa su desgaste depende de la resistencia a la rodada y a la capacidad de frenado que disminuyen en un pavimento rígido como se muestra en el cuadro 4.20, finalmente éste movimiento económico presentado año tras año y expresado en términos de rentabilidad, muestra que en el pavimento flexible el VAN es de 0.977, mayor al de la alternativa 1 cuyo VAN es 0.574, concluyéndose que el pavimento flexible es económicamente más rentable que el pavimento rígido para un periodo de análisis de 20 años.

En el Jr. quinua se propone un pavimento rígido con espesor de losa de concreto de 21 cm con $f'c$ 280 kg/cm², cuya carga de tráfico es de 1'301,822 EE, mientras que, para el pavimento flexible, se considera un espesor de carpeta asfáltica de 9cm con base de 20 cm y sub base de 11cm para una carga de tráfico de 1'213,699.7 EE. Las estructuras adoptadas en esta vía, generan un costo de construcción del pavimento flexible del 83 % respecto al costo del rígido, además de ello, se tiene un costo de conservación mayor en la alternativa 2 que en la 1, como se muestra en el cuadro 4.9 ya que éste requiere de un sellado asfáltico, de un fresado y reemplazo de carpeta asfáltica, mientras que el pavimento rígido únicamente requiere del resellado de juntas en el año 2028. Este comportamiento genera un COV mayor en el pavimento flexible (S/. 35.385

millones) que en el COV en el pavimento rígido (S/. 35.035) a lo largo del periodo de análisis como se muestra en el cuadro 4.21, a pesar de que ambas alternativas se han mantenido dentro del nivel de servicio exigido por el MTC, finalmente se muestra que en el pavimento rígido el VAN es de 1.157, mayor al de la alternativa 2 cuyo VAN es 0.796, concluyéndose que el pavimento rígido es económicamente más rentable que el pavimento flexible en el Jr. Quinua.

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Sobre la base del estudio realizado, se permite tener las siguientes conclusiones:

- A partir del Valor Actual Neto (VAN) obtenido para los pavimentos propuestos en las vías analizadas, se concluye que, en el 87.5% de los casos evaluados, la construcción de un pavimento rígido (alternativa 1) es más rentable que la construcción de un pavimento flexible (alternativa 2) para las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho. El VAN obtenido en cada vía, se muestra en el cuadro 5.1 y figura 5.1.

Cuadro 5.1: Valor Actual Neto (VAN) para vías arteriales y colectoras

Nombre la calle	VAN		Alternativa rentable
	Pavimento rígido	Pavimento flexible	
Av. Javier Pérez de Cuellar	5.251	4.859	Alternativa 1 - Pav. rígido
Av. Ramón Castilla	3.627	3.352	Alternativa 1 - Pav. rígido
Jr. José Olaya	1.575	1.506	Alternativa 1 - Pav. rígido
Av. Independencia	4.211	3.808	Alternativa 1 - Pav. rígido
Av. 26 de Enero	3.654	3.415	Alternativa 1 - Pav. rígido
Av. Los Incas	0.513	0.471	Alternativa 1 - Pav. rígido
Jr. Carlos F. Vivanco	0.574	0.977	Alternativa 2 - Pav. flexible
Jr. Quinoa	1.157	0.796	Alternativa 1 - Pav. rígido

Fuente: Elaboración propia

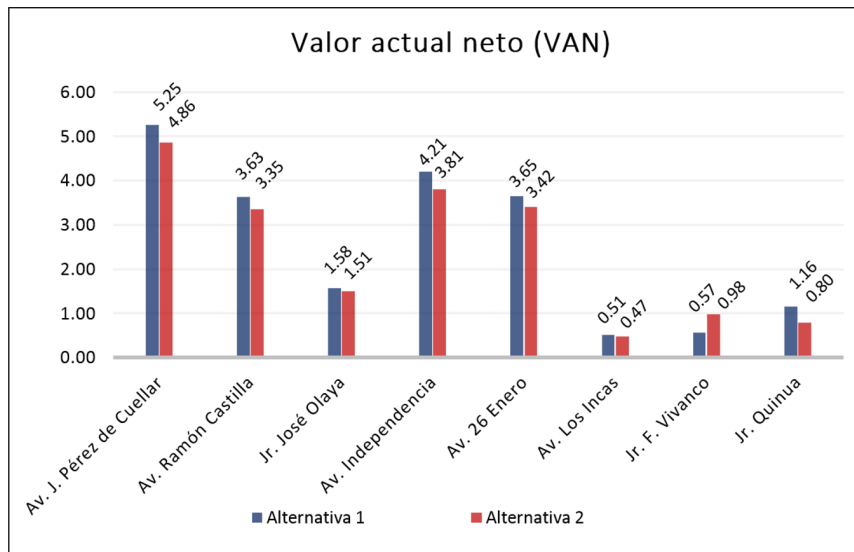


Figura 5.1: Valor Actual Neto (VAN) para vías arteriales y colectoras

Fuente: Elaboración propia

- Respecto a la construcción, en todos los casos evaluados, el costo del pavimento flexible en el distrito de Ayacucho es menor al costo del pavimento rígido, como se muestra en la figura 5.2, la inversión en un pavimento con carpeta asfáltica en caliente es aproximadamente el 83.7% de un pavimento de concreto hidráulico.

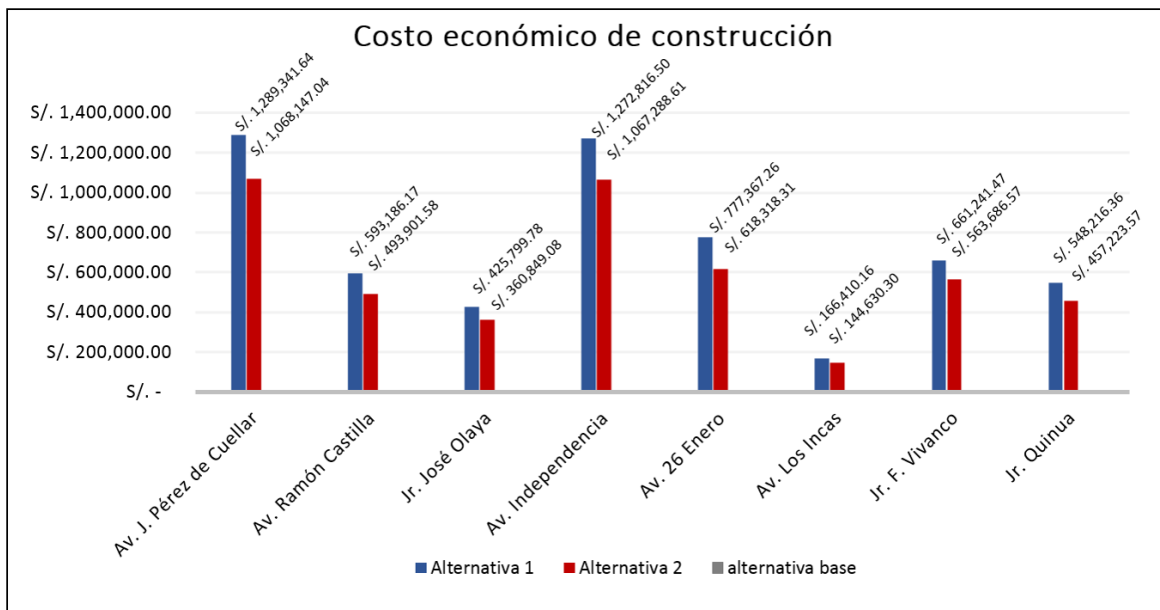


Figura 5.2: Costo económico de construcción de pavimento rígido y flexible

Fuente: Elaboración propia

- En todos los casos, como se muestra en la figura 5.3, el costo de conservación para mantener las características superficiales del pavimento dentro del nivel de serviciabilidad exigido por el MTC(2013), en el 100 % de los casos, es mayor en la alternativa 2 (pavimento flexible) respecto a los gastos de conservación de la alternativa 1 (pavimento rígido); los trabajos y montos de conservación de cada año para las diferentes alternativas se muestran en los cuadros del 4.2 al 4.9.

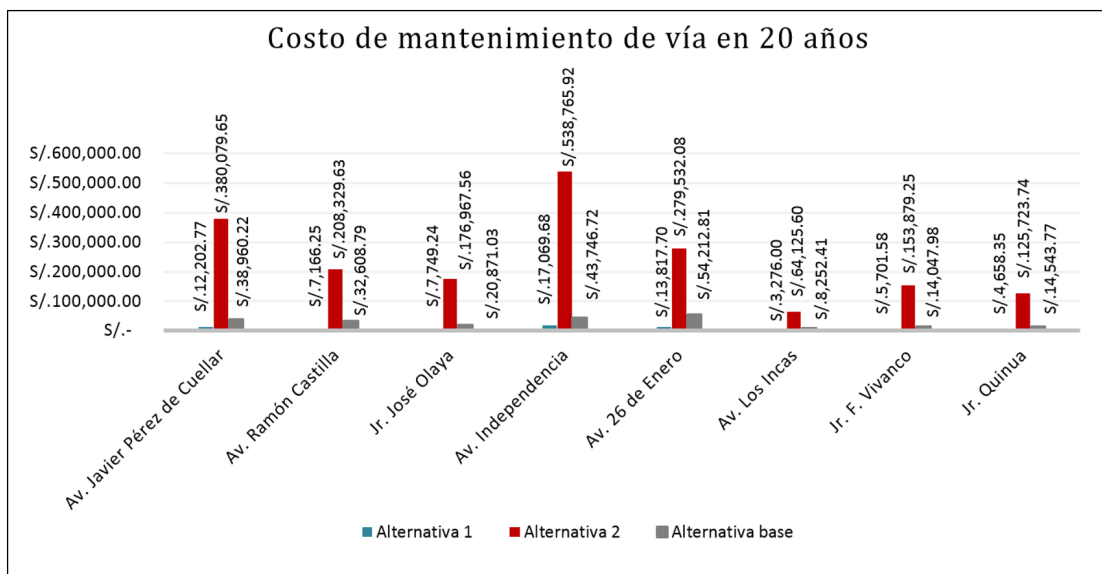


Figura 5.3: Costo total del mantenimiento de vías para un periodo de 20 años

Fuente: Elaboración propia

- Se ha obtenido el costo de operación vehicular para cada uno de los tipos de vehículos más representativos de circulación en cada una de las vías en estudio, como se muestra para la Av. Javier Pérez de Cuellar en el anexo 7-D (Resumen de costos de usuario por vehículo). La figura 5.4, resumen de los montos totales del Costo de Operación Vehicular (COV) para el periodo de análisis de los cuadros del 4.14 al 4.21, muestra que el COV de la alternativa 1 (pavimento rígido) es más económico que el COV de la alternativa 2 (pavimento flexible), a excepción del Jr. C. F. Vivanco donde el COV de la alternativa 2, es más económico que la alternativa 1, la figura 5.4, también muestra que el COV de la alternativa 1 y

2 son próximas, debido a que ambas cumplen con mantener las características superficiales del pavimento según la serviciabilidad exigida por el MTC(2013), mientras que el COV obtenido para la alternativa base, supera ampliamente al COV de las alternativas 1 y 2, ya que el criterio de conservación de los pavimentos de ésta, conlleva a tener una vía con capacidad funcional deficiente y que aunque sea más económico, genera mayores repercusiones económicas en el usuario.

4.2 al 4.9.

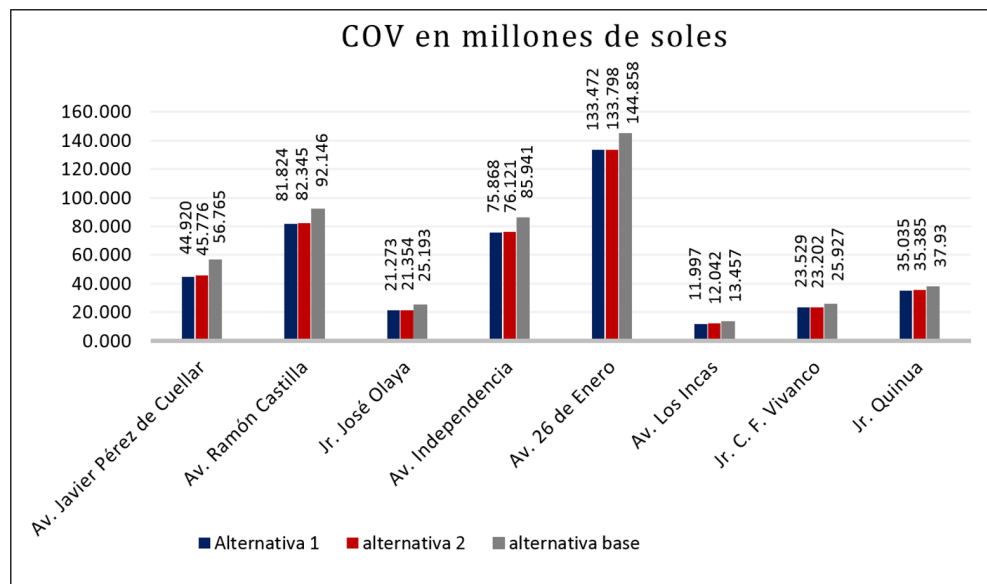


Figura 5.4: Costo de operación vehicular (COV) en 20 años de vías arteriales y colectoras.

Fuente: Elaboración propia

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Huamanga (MPH), establecer un estándar de mantenimiento correcto que incluyan actividades rutinarias oportunas en las actuales vías construidas con pavimento flexible, así como, cumplir con las especificaciones técnicas de conservación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE CE-010) para mejorar la serviciabilidad de las vías de la ciudad y no hacer

un mal uso de recursos con procedimientos inadecuados.

- Se sabe que el tránsito tiende a tener variaciones cíclicas predecibles que podrían facilitar el estudio de tráfico a partir del aforamiento de un sólo día, ya que los volúmenes de tráfico mantienen la misma proporción en el tiempo, en este sentido, se recomienda determinar factores de expansión y ajuste para cada día de la semana y cada mes del año para los tipos de vías en nuestra ciudad.
- La ciudad de Ayacucho no cuenta con un registro completo de las cantidades de vehículos de su parque automotor, a excepción de los vehículos de transporte público, por lo que, se recomienda a la MPH tener un registro del número de vehículos, por tipo y clase, que circulan en la ciudad de Ayacucho. Esta información es importante para determinar el tamaño de muestra para cada tipo de vehículo según su tamaño real de población.
- El HDM-4 realiza evaluaciones en tramos con características uniformes a lo largo de un tramo de análisis, como: capacidad de vía, volúmenes de tráfico constante, ancho de vía, etc. Por las restricciones económicas, la evaluación en cada calle de esta investigación se realizó considerando sólo las características de una sección, por lo que se recomienda en futuras investigaciones, considerar los tramos que sean necesarios según sus propias características.
- A partir de los defectos constructivos de bacheo aplicados a los pavimentos flexibles de nuestra ciudad, y con la posibilidad de que éstos malas prácticas se realicen también en otros lugares, sería ideal incorporar al software factores por defectos constructivos de mantenimiento y no sólo factores por defectos constructivos por la construcción de pavimentos flexibles (CDS y CDB), a su vez se recomienda determinar dichos parámetros para la ciudad de Ayacucho según las prácticas utilizadas en la región.

-
- Se recomienda determinar el factor de calibración del progreso de baches (K_{pp}) para la ciudad de Ayacucho en función a su calidad y procedimientos constructivos.

Bibliografía

- AASHTO (1960). *Road User Benefit Analyses for Highway Improvements*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO (1993). *AASHTO guide for design of pavement structures, 1993*, volumen 1. AASHTO, Transportation Officials.
- Alejos, Y., Ortega, C., y André, E. (2017). Aplicación del software hdm-4 en la gestión de estrategias para el mantenimiento de la carretera santa-tambo real. p. 175.
- Barreto, U. y Zapata, E. F. (2012). *Análisis de la serviciabilidad del pavimento y su influencia en los costos de operación vehicular en la carretera cusco – Pisac*. Universidad Andina del Cusco.
- Biggs, D. (1988). *ARFCOM: Models for Estimating Light to Heavy Vehicle Fuel Consumption*. Australian Road Research Board, Nunawading, Australia.
- Cal, R. y Mayor, R. (2007). Ingeniería de tránsito: Fundamentos y aplicaciones. ed. *ALFAOMEGA*, Julio, p. 205.
- Ccasani, M. (2014). Propuesta metodológica para determinar el costo social de la rehabilitación de vías urbanas en el transporte público urbano. pp. 84–85.
- Crespo, Ramón y Yarza, P. (2003). *El HDM-4 como herramienta de ayuda para la Conservación de Carreteras*. Comunicación Libre, VIII Jornadas Nacionales sobre Conservación de Carreteras, Vitoria.
- Galarraga, J., Herz, M., Arranz, P., y Tanco, A. (2017). *Evolución de Criterios de Factibilidad Económica de Obras Viales*. Instituto Superior de Ingeniería del Transporte.
- HCM (1983). Manual highway capacity. *Transportation Research Board, Washington, DC*.
- Hoban, C., Reilly, W., y Archondo, R. (1994). Economic analysis of road projects with congested traffic. *World Bank, Washington, DC*, pp. 3–8.
- INDECI (2004). *Plan de prevención ante desastres: Uso de suelos y Medidas de Miticación de ciudades Ayacucho*. Proyecto INDECI – PNUD PER/02/051.
- INEI (2018). Pbi trimestral. [urlhttps://www.inei.gov.pe/biblioteca-virtual/boletines/pbi-trimestral/1/](https://www.inei.gov.pe/biblioteca-virtual/boletines/pbi-trimestral/1/).
- IPE (2007). Lecciones del mantenimiento de carreteras en el Perú. *Instituto Peruano de Economía*, p. 8.
- ISOHDM (1995). *Modelling Road Deterioration and Maintenance Effects nn HDM-4*. International

- Study of Highway Development and Management Tools.
- Jugo, A. (2005). Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles. *Caracas*, p. 8.
- Kerali, H., McMullen, D., y Odoki, J. (2000). Applications guide. *HDM-4 Reference Series*, 2.
- LAST (1997). *Implementation of the Road Deterioration Models in HDM-4*. Latin American Study Team, International Study of Highway Development and Management Tools, The World Bank.
- Lira, P. (2012). Tir vs. vpn: ¿quién gana?, tipo @ONLINE.
- Lizarbe, H. (2014). *Calibración de las Funciones de Congestión: Caso Redes Viales Principales de la Ciudad de Ayacucho 2014*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- MEF (2011). *Pautas para la Identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil*. Sistema Nacional de Inversión Pública, Ministerio de Economía y Finanzas.
- MEF (2015). *Pautas metodológicas para el uso y aplicación del HDM-4 en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de transportes*. Dirección General de Inversión Pública-DGIP.
- MEF (2017). Directiva para la formulación y evaluación en el marco del sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones. *Diario Oficial El Peruano*, p. 2.
- MEF-CEUP (2012). *Estimación del Valor Social del Tiempo*. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico Por encargo de la Dirección General de Inversión Pública del Ministerio de Economía y Finanzas.
- Menéndez, J. R. (2012). Ingeniería de pavimentos. *Lima: ICG*, p. 333 (1).
- MINAM (2016). *Preguntas y Respuestas para entender el caso del Euro IV*. Ministerio del ambiente.
- MOP (2012). Manual de carreteras. *Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Vialidad Santiago*.
- MPH (2008). *Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Ayacucho 2008-2018*. Municipalidad Provincial de Huamanga.
- MTC (2003). *Reglamento Nacional De Vehículos*. Decreto Supremo N 058-2003-MTC.
- MTC (2005). *Plan Intermodal de Transportes del Perú*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones/OGPP.
- MTC (2006). *Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrables Vehiculares*. Directiva N 002-2006-MTC/15.
- MTC (2009). Reglamento nacional de tránsito: Decreto supremo 017-2009-mtc de 24 de julio del 2001.
- MTC (2010). *Metodología de Actualización del Modelo de Transporte del Área Metropolitana de Lima*

- y Callao. Viceministerio de Transportes, Lima.
- MTC (2013). Manual de carreteras. *Conservación vial*, pp. 1–C1 2.
- MTC (2014a). *Manual de carreteras*. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.
- MTC (2014b). *Manual de carreteras*. Diseño geométrico DG-2014.
- MVU (2018). Código de normas y especificaciones técnicas de obras de pavimentación. *Ministerio de Vivienda y Urbanismo, División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional*.
- Odoki, J. y Kerali, H. G. (2000). Analytical framework and model descriptions. *The Highway Development and Management Series*, 4:B1–4,C3–19,C2–47,E1–3,E2–4,E2–45,G1–6,A1–15,C2–18.
- OGPP-MTC (2011). *Parámetros Requeridos y Opcionales para Uso de HDM*. Oficina General de Planeamiento y Presupuesto Oficina de Inversiones, Lima.
- Salgado, M. (2017). *Taller de Criterios de diseños de pavimentos de concreto*. Congreso Iberoamericano de Pavimentos de Concreto.
- Scheaffer, R., Mendenhall, W., y Ott, L. (2006). *Elementos de muestreo*. Editorial Paraninfo.
- SENAMHI (2018). Meteorología, tipo @ONLINE.
- Solminihac, H. E. (2001). *Gestión de infraestructura vial*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- UNICON (2016). *¿Cómo se debe de elegir el pavimento?* DURAVIA.
- Vega, D. A. (2018). Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de yurimaguas (km 1+ 000 a 2+ 000).
- Vilchez, V. (2005). *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas*. MDGVU, VCHI. S.A.
- Villareal, J. (2013). *Ingeniería económica*. Person Educación de Colombia Ltda, Colombia.
- Winfrey, R. (1969). Economic analysis for highways. Technical report.
- Yela, J. R. (2017). *Determinación del gradiente térmico en losas de pavimentos de concreto hidráulico*. Universidad de San Carlos de Guatemala.

ANEXOS

Anexo N° 01: Datos de la Av. Javier Pérez de Cuellar

Anexo N° 01-A: Conteo Vehicular.

Anexo N° 01-B: Flujo en espacio equivalente de vehículo por carril.

Anexo N° 01-C: Capacidad de vía.

Anexo N° 01-D: Modelo capacidad-velocidad.

Anexo N° 01-E: Diseño de pavimento rígido y flexible.

Anexo N° 01-F: Presupuesto del pavimento rígido/flexible.

Anexo N° 01-G: Cálculo del factor de ajuste K.

Anexo N° 02: Marca y modelo de vehículos más usados en la ciudad de Ayacucho

Anexo N° 03: Encuestas a conductores

Anexo N° 03-A: Encuesta a conductores de motocicleta

Anexo N° 03-B: Encuesta a conductores de mototaxi

Anexo N° 03-C: Encuesta a conductores de automóviles de transporte público (taxi)

Anexo N° 03-D: Encuesta a conductores de Autobús ligero

Anexo N° 03-E: Encuesta a conductores de camioneta tipo Land Drover

Anexo N° 04: Estándar de conservación actual de los pavimentos flexibles

Anexo N° 04-A: Condición del pavimento antes del mantenimiento

Anexo N° 04-B: Procedimiento constructivo

Anexo N° 04-C: Condición del pavimento después del mantenimiento

Anexo N° 04-D: Deterioro del bacheo realizado por la UGRS de la MPH.

Anexo N° 04-E: Costo de bacheo realizado por la MPH

Anexo N° 05: Análisis de precios unitarios para el mantenimiento de las Alternativas 1 y 2.

Anexo N° 06: Variación de temperatura de la losa y frecuencia de tráfico

Anexo N° 07: Resultados del LCC de los pavimentos propuestos en la Av. J. Pérez de Cuellar

Anexo N° 07-A: Deterioro/ efectos de los trabajos.

Anexo N° 07-B: Calendario de actuaciones.

Anexo N° 07-C: IMD del tráfico motorizado año tras año.

Anexo N° 07-D: Resumen de costo de usuario por vehículo.

Anexo N° 07-E: Gasto de Recursos medios anuales por 1000 veh-km

Anexo N° 07-F: Flujo de costos anuales de la administración y del usuario descontados / sin descontar

Anexo N° 08: Emisiones anuales por vehículo

Anexo N° 09: Guía de uso del Software HDM-4

Anexo N° 10: Panel fotográfico

Anexo N° 11: Planos

Anexo N° 11-A: Plano de ubicación

Anexo N° 11-B: Plano de unidad de análisis

Anexo N° 01-A
ESTUDIO DE TRÁFICO




















PROYECTO DE TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LAS VÍAS ARTERIALES Y COLECTORAS DEL DISTRITO DE AYACUCHO"
UBICACIÓN DE CONTEO: AVENIDA JAVIER PÉREZ DE CUELLAR
CARACTERÍSTICAS: AFORO REALIZADO EN UNA CALZADA CON 2 CARRILES
SENTIDO: DE NORTE A SUR

FECHA DE AFORO
Martes 12 de Diciembre, 2017

1: AFORO DE VEHICULOS POR DIA.

Características del aforamiento:

Se aforó una calzada de 2 carriles entre las 6:00 am y 11:00pm, la dirección de flujo vehicular fue en dirección del Terminal terrestre Norte Wari hacia la intersección con vía Libertadores.




















TIPO DE VEHÍCULOS	VEHÍCULO MENOR		HATCHBACK	AUTOMOVIL	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETA PANEL	UTILITARIO	CAMIÓN LIVIANO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	CAMIÓN ARTICULADO		MICROBÚS	MINIBUS	ÓMNIBUS			TOTAL	
	L3	L5										T3Se2	T3S3			B2	B3-1	B4-1		
FIGURA HORA																				
6:00	30	355	90	103	95	19	0	5	3	13	8	1	0	6	54	1	0	1	784	
7:00	42	252	129	170	108	20	8	3	1	1	6	2	1	7	50	0	1	0	801	
8:00	36	256	86	112	77	20	7	8	4	10	5	0	1	17	60	0	0	1	700	
9:00	26	154	49	75	52	28	6	10	5	10	4	1	2	5	55	0	0	0	482	
10:00	30	119	33	57	41	15	2	6	5	11	8	0	3	6	43	0	1	0	380	
11:00	35	187	55	69	45	36	13	9	14	8	8	0	5	9	63	0	0	1	557	
12:00	35	138	23	55	29	36	4	3	7	7	14	1	7	8	44	1	0	0	412	
13:00	26	108	46	44	31	16	1	11	1	7	4	3	6	6	51	0	0	1	362	
14:00	25	133	41	59	26	17	1	3	9	2	11	1	5	4	51	0	0	0	388	
15:00	26	147	43	57	34	23	3	1	4	4	10	1	4	2	50	0	0	0	409	
16:00	36	171	48	68	29	18	1	5	6	4	11	0	6	3	58	1	0	0	465	
17:00	43	163	46	74	52	30	2	5	6	3	6	0	11	6	50	2	0	0	499	
18:00	22	183	57	78	65	41	5	11	8	2	6	1	11	2	50	0	0	0	542	
19:00	43	221	70	124	49	32	1	4	7	3	10	1	5	9	42	4	2	1	628	
20:00	18	252	108	163	44	20	1	9	4	2	5	0	2	3	43	2	3	3	682	
21:00	36	287	123	264	37	28	0	12	1	1	2	0	4	3	31	2	21	4	856	
22:00	23	113	57	73	18	13	0	3	5	1	2	0	2	5	8	0	12	3	338	
TOTAL DIARIO	532	3239	1104	1645	832	412	55	108	90	89	120	12	75	101	803	13	40	15	9285	
%	5.73%	34.88%	11.89%	17.72%	8.96%	4.44%	0.59%	1.16%	0.97%	0.96%	1.29%	0.13%	0.81%	1.09%	8.65%	0.14%	0.43%	0.16%	100.00%	

2: AJUSTE DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.

Fecha de aforo vehicular : Martes 12 de Diciembre, 2017

Fm = 1

Fd = 0.975

TIPO DE VEHÍCULOS	VEHÍCULO MENOR		HATCHBACK	AUTOMOVIL	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETA PANEL	UTILITARIO	CAMIÓN LIVIANO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	CAMIÓN ARTICULADO		MICROBÚS	MINIBUS	ÓMNIBUS			TOTAL (IMD)	
	L3	L5										T3Se2	T3S3			B2	B3-1	B4-1		
FIGURA HORA																				
6:00	29	346	88	100	93	19	0	5	3	13	8	1	0	6	53	1	0	1	764	
7:00	41	246	126	166	105	20	8	3	1	1	6	2	1	7	49	0	1	0	781	
8:00	35	250	84	109	75	20	7	8	4	10	5	0	1	17	59	0	0	1	683	
9:00	25	150	48	73	51	27	6	10	5	10	4	1	2	5	54	0	0	0	470	
10:00	29	116	32	56	40	15	2	6	5	11	8	0	3	6	42	0	1	0	371	
11:00	34	182	54	67	44	35	13	9	14	8	8	0	5	9	61	0	0	1	543	
12:00	34	135	22	54	28	35	4	3	7	7	14	1	7	8	43	1	0	0	402	
13:00	25	105	45	43	30	16	1	11	1	7	4	3	6	6	50	0	0	1	353	
14:00	24	130	40	58	25	17	1	3	9	2	11	1	5	4	50	0	0	0	378	
15:00	25	143	42	56	33	22	3	1	4	4	10	1	4	2	49	0	0	0	399	
16:00	35	167	47	66	28	18	1	5	6	4	11	0	6	3	57	1	0	0	453	
17:00	42	159	45	72	51	29	2	5	6	3	6	0	11	6	49	2	0	0	487	
18:00	21	178	56	76	63	40	5	11	8	2	6	1	11	2	49	0	0	0	528	
19:00	42	215	68	121	48	31	1	4	7	3	10	1	5	9	41	4	2	1	612	
20:00	18	246	105	159	43	20	1	9	4	2	5	0	2	3	42	2	3	3	665	
21:00	35	280	120	257	36	27	0	12	1	1	2	0	4	3	30	2	20	4	835	
22:00	22	110	56	71	18	13	0	3	5	1	2	0	2	5	8	0	12	3	330	
23:00	11	30	22	26	5	7	0	2	2	0	1	0	1	3	2	0	0	0	112	
0:00	1	10	10	11	3	4	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	40	
1:00	0	3	4	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
2:00	0	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
3:00	0	4	4	5	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19	
4:00	1	18	11	14	7	5	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	60	
5:00	13	79	28	36	20	10	0	3	1	7	4	0	0	3	21	0	0	0	224	
TOTAL DIARIO	545	3304	1157	1701	850	431	54	111	92	97	123	12	74	106	806	13	39	15	9529	
%	5.72%	34.67%	12.14%	17.85%	8.92%	4.53%	0.56%	1.17%	0.96%	1.02%	1.29%	0.12%	0.78%	1.11%	8.46%	0.13%	0.41%	0.15%	100%	

Observación:

Los números de color azul son los valores extendidos mediante funciones exponenciales y lineales.

Anexo N° 01-B

FLUJO DE VEHÍCULOS EN ESPACIOS EQUIVALENTES POR HORA EN LA AV. JAVIER PÉREZ DE CUELLAR

A cada tipo de vehículo aforado se multiplica por su correspondiente factor de espacio equivalente y por 0.65 para obtener el tránsito en un sólo carril debido a que en vías urbanas el factor de distribución común es 65/35.

TIPO DE VEHÍCULOS	FIGURA	VEHÍCULO MENOR		HATCHBACK	AUTOMOVIL	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETA A PANEL	UTILITARIO	CAMIÓN LIVIANO	CAMIÓN MEDIANO	CAMIÓN PESADO	CAMIÓN ARTICULADO		MICROBÚS	MINIBUS	ÓMNIBUS			TOTAL DE VEHICULOS	TOTAL FLUJO (PCSE/h)
		L5	L3										T3Se2	T3S3			B2	B3-1	B4-1		
		HORA																			
6:00	N° vehículos	29	346	88	100	93	19	0	5	3	13	8	1	0	6	53	1	0	1	764	
	N° vehículos PCSE/h	10	169	57	65	60	15	0	4	3	12	13	4	0	5	86	2	0	2		496
7:00	N° vehículos	41	246	126	166	105	20	8	3	1	1	6	2	1	7	49	0	1	0	781	
	N° vehículos PCSE/h	13	120	82	108	68	16	6	2	1	1	10	8	4	6	79	0	2	0		512
8:00	N° vehículos	35	250	84	109	75	20	7	8	4	10	5	0	1	17	59	0	0	1	683	
	N° vehículos PCSE/h	11	122	55	71	49	16	6	6	4	10	8	0	4	13	95	0	0	2		459
9:00	N° vehículos	25	150	48	73	51	27	6	10	5	10	4	1	2	5	54	0	0	0	470	
	N° vehículos PCSE/h	8	73	31	48	33	22	5	8	5	10	6	4	8	4	87	0	0	0		343
10:00	N° vehículos	29	116	32	56	40	15	2	6	5	11	8	0	3	6	42	0	1	0	371	
	N° vehículos PCSE/h	10	57	21	36	26	12	2	5	5	10	13	0	11	5	68	0	2	0		272
11:00	N° vehículos	34	182	54	67	44	35	13	9	14	8	8	0	5	9	61	0	0	1	543	
	N° vehículos PCSE/h	11	89	35	44	29	29	10	7	13	8	13	0	19	7	100	0	0	2		403
12:00	N° vehículos	34	135	22	54	28	35	4	3	7	7	14	1	7	8	43	1	0	0	402	
	N° vehículos PCSE/h	11	66	15	35	18	29	3	2	7	7	22	4	27	6	70	2	0	0		311
13:00	N° vehículos	25	105	45	43	30	16	1	11	1	7	4	3	6	6	50	0	0	1	353	
	N° vehículos PCSE/h	8	51	29	28	20	13	1	9	1	7	6	11	23	5	81	0	0	2		286
14:00	N° vehículos	24	130	40	58	25	17	1	3	9	2	11	1	5	4	50	0	0	0	378	
	N° vehículos PCSE/h	8	63	26	37	16	13	1	2	9	2	17	4	19	3	81	0	0	0		294
15:00	N° vehículos	25	143	42	56	33	22	3	1	4	4	10	1	4	2	49	0	0	0	399	
	N° vehículos PCSE/h	8	70	27	36	22	18	2	1	4	4	16	4	15	2	79	0	0	0		299
16:00	N° vehículos	35	167	47	66	28	18	1	5	6	4	11	0	6	3	57	1	0	0	453	
	N° vehículos PCSE/h	11	81	30	43	18	14	1	4	6	4	17	0	23	2	92	2	0	0		338
17:00	N° vehículos	42	159	45	72	51	29	2	5	6	3	6	0	11	6	49	2	0	0	487	
	N° vehículos PCSE/h	14	77	29	47	33	24	2	4	6	3	10	0	42	5	79	4	0	0		363
18:00	N° vehículos	21	178	56	76	63	40	5	11	8	2	6	1	11	2	49	0	0	0	528	
	N° vehículos PCSE/h	7	87	36	49	41	32	4	9	8	2	10	4	42	2	79	0	0	0		404
19:00	N° vehículos	42	215	68	121	48	31	1	4	7	3	10	1	5	9	41	4	2	1	612	
	N° vehículos PCSE/h	14	105	44	79	31	25	1	3	7	3	16	4	19	7	67	8	4	2		424
20:00	N° vehículos	18	246	105	159	43	20	1	9	4	2	5	0	2	3	42	2	3	3	665	
	N° vehículos PCSE/h	6	120	68	103	28	16	1	7	4	2	8	0	8	2	68	4	6	6		450
21:00	N° vehículos	35	280	120	257	36	27	0	12	1	1	2	0	4	3	30	2	20	4	835	
	N° vehículos PCSE/h	11	136	78	167	23	22	0	10	1	1	3	0	15	2	49	4	40	8		560
22:00	N° vehículos	22	110	56	71	18	13	0	3	5	1	2	0	2	5	8	0	12	3	330	
	N° vehículos PCSE/h	7	54	36	46	11	10	0	2	5	1	3	0	8	4	13	0	23	6		222
23:00	N° vehículos	11	30	22	26	5	7	0	2	2	0	1	0	1	3	2	0	0	0	112	
	N° vehículos PCSE/h	4	15	14	17	3	5	0	2	2	0	2	0	4	2	3	0	0	0		69
0:00	N° vehículos	1	10	10	11	3	4	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	40	
	N° vehículos PCSE/h	0	5	6	7	2	3	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0		25
1:00	N° vehículos	0	3	4	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
	N° vehículos PCSE/h	0	1	3	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		9
2:00	N° vehículos	0	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
	N° vehículos PCSE/h	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		5
3:00	N° vehículos	0	4	4	5	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19	
	N° vehículos PCSE/h	0	2	3	3	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		12
4:00	N° vehículos	1	18	11	14	7	5	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	60	
	N° vehículos PCSE/h	0	9	7	9	4	4	0	0	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0		38
5:00	N° vehículos	13	79	28	36	20	10	0	3	1	7	4	0	0	3	21	0	0	0	224	
	N° vehículos PCSE/h	4	39	18	23	13	8	0	2	1	6	7	0	0	2	35	0	0	0		154

DISTRIBUCIÓN HORARIA DE FRECUENCIA DE FLUJO

Representa un patrón de flujo de tráfico que se tiene en número de horas por año, y que se define en términos del número de horas por año que el volumen de tráfico tiene en cierto porcentaje del IMD.

N°	Periodos	Periodo (IIR)	Horas por año (IIRYRp)	Vol. Horario tránsito (PCSE/carril/h)	Tránsito en el periodo (Veh/Día)	Tráfico horario (IIVP)	HRYRp*HVp 365	% IMD
1	Periodo 1	1	365	560	560	0.083	0.08295	8.30
2	Periodo 2	2	730	504	1008	0.075	0.14931	14.93
3	Periodo 3	5	1825	428	2140	0.063	0.31712	31.71
4	Periodo 4	7	2555	319	2235	0.047	0.33115	33.12
5	Periodo 5	9	3285	90	806	0.013	0.11947	11.95
Total		24	8760		6750		1.000	100.00

Cuadro de distribución horaria de frecuencia de flujo correspondiente a la Av. Javier Pérez de Cuellar
Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 01-C

Cálculo de la capacidad de vía de la Av. Javier Pérez de Cuellar

Vía : Av. Javier Pérez de Cuellar
 Tramo : Entre el Terminal Terrestre y Vía libertadores
 Sentido : Norte - Sur

Cálculo de capacidad de vía

El flujo máximo de tránsito en una carretera es su capacidad, esto ocurre cuando alcanza su densidad crítica y el tránsito se mueve a velocidad crítica. ... La capacidad de vías (S_f) en carreteras de dos carriles y en condiciones ideales se considera 2800 veh/h. ... Esta capacidad ideal se reduce en función de la relación volumen a capacidad máxima considerada posible sobre la base de la geometría longitudinal y transversal de la vía, porcentaje de zonas de no pasar, distribución direccional del tránsito y porcentaje de vehículos pesados (camiones y ómnibus) presentes en el tránsito. ... También se consideran efectos reductores relativo al entorno de la vía por ser urbano, suburbano y rural. MTC (2005, 3/2-1)

$$S_{f_i} = 2,800 \cdot (v/c)_i \cdot f_d \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_A$$

donde:

S_{f_i} : capacidad para un nivel de servicio i .
 $(v/c)_i$: relación volumen a capacidad para un nivel de servicio i .
 f_d : factor de reducción de la capacidad por el desbalance direccional.
 f_w : factor de reducción por carriles y bermas angostos.
 f_{HV} : factor de reducción por la presencia de vehículos pesados.
 f_A : factor de reducción por el entorno de la vía.

a.- Relación volumen a capacidad para un nivel de servicio i (v/c) $_i$

Tipo de terreno	Velocidad de Flujo Libre	
	> 60 kph	< 60 kph
Plano	0.9	0.9
Ondulado	0.9	0.8
Montañoso	0.8	0.7

Fuente: MTC(2005,p. 3/2-2)

Según la tabla se tendrá un valor de:

$$(v/c)_i = 0.9$$

b.- Factor de distribución direccional f_d

Distribución de dirección (%)	f_d
50/50	1.00
60/40	0.94
70/30	0.89
80/20	0.83
90/10	0.75
100/0	0.71

Fuente: MTC(2005,p. 3/2-3)

Según el Plan Intermodal de Transportes, se considera como factor de distribución direccional en vías urbanas como 1, esto debido a que, el f_d se vuelve a considerar en el cálculo de f_A (Factor de ajuste por condición del entorno).

$$f_d = 1$$

c.- Factor de ajuste por carriles y bermas angostos f_w

$$f_w = 0.278 W + 0.147 H - 0.279$$

donde:

f_w : factor de ajuste por carriles y bermas angostas
 W : ancho de carril,
 H : ancho de berma

Se considera un ancho constante de 8.5m en el total de la calzada, medido entre la Av. Javier Pérez de Cuellar y Jr. Los Nogales, a partir del cual se considera 2 carriles de 3.6 m y 2 bermas laterales de 0.65 m de ancho cada uno, a partir de los cuales, se tendrá un valor de:

$$f_w = 0.82$$

d.- Factor de ajuste por vehículos pesados, f_{HV}

$$f_{HV} = 1/[1 + P_T (E_T - 1) + P_B (E_B - 1)]$$

Según el aforo vehicular se tiene las proporciones de camiones y ómnibus del flujo vehicular:

$$P_T (\text{camiones}) = 4.18\%$$

$$P_B (\text{Microbus}) = 9.57\%$$

Tipo de vehículo	Tipo de terreno			
	Plano	Ondulado	Montañoso	Pendientes críticas
Camión	2.0	5.0	12.0	16.0
Ómnibus	1.6	2.9	6.5	10.0

Fuente: MTC(2005,p. 3/2-4)

Según la tabla se tiene la proporción de vehículos equivalentes

$$E_T (\text{camiones}) = 2$$

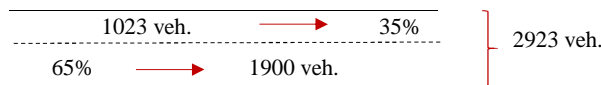
$$E_B (\text{Microbus}) = 1.6$$

$$f_{HV} = 1/[1 + P_T (E_T - 1) + P_B (E_B - 1)]$$

$$f_w = 0.910$$

e.- Factor de ajuste por condición del entorno, f_A

Para el cálculo del factor de ajuste por condición del entorno se tiene que tener en cuenta que la tasa de flujo de un carril con características ideales, es decir de ancho mayor a 3.65m, plano y sin vehículos pesados es de 1900 veh/hr que considera una distribución direccional de 65/35, valor medio usual en áreas urbanas. MTC (2005, p. 3/2-4)



De la Avenida en estudio se sabe que no hay semáforo en toda su trayectoria y que la influencia por incorporación de vehículos no es significativa. Si se considera por derecho de paso una reducción en el tiempo del 15%, se tendría una capacidad aproximada de 2484.55 veh/h.

Comparando este valor con la tasa de flujo ideal en caminos rurales (2800 veh/h) se tendría un factor de ajuste por entorno.

$$2800 = 2484.55$$

$$= 0.89$$

Por tanto reemplazando en la fórmula se tiene:

$$Sf_i = 2,800 \cdot (v/c)_i \cdot f_d \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_A$$

$$Sf_i = 1663 \text{ veh/hora en 2 carriles}$$

Se sabe que la distribución direccional usual en vías urbanas es 65/35.

$$Sf_i = 1080 \text{ veh/hora en 1 carril}$$

Anexo N° 01-D
Modelo de velocidad-capacidad

La curva típica de la relación Velocidad-capacidad se adopta para el transporte motorizado del HDM-4 mediante el modelo de "tres zonas lineales" propuesto por Hoban et al. (1994)

Para carreteras de dos carriles con flujo ideal de 2800 veh/h, los valores de proporción sugeridos .

$$Q1 = XQ1 \times QCAP \quad XQ1 = 0.1$$

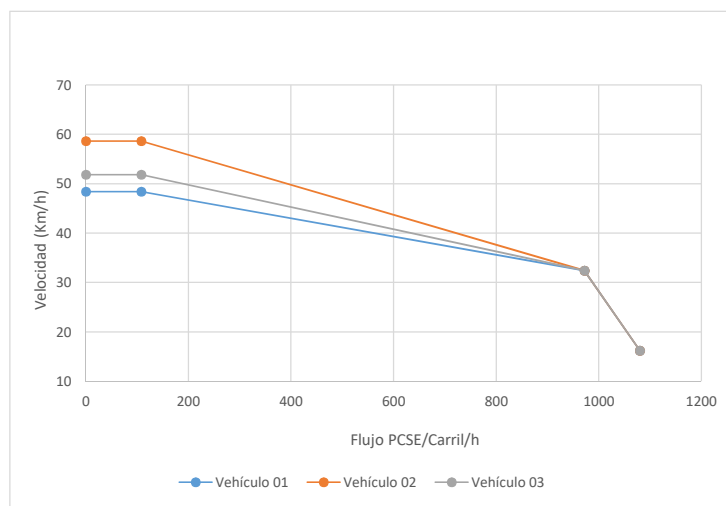
$$Q2 = XQ2 \times QCAP \quad XQ2 = 0.9$$

Los parámetros de la relación Velocidad capacidad identificados en la Av. Javier Pérez de Cuellar son:

Parámetro	Valor	Unidad	Descripción
S1	48.4	Km/h	S1 a S3 : son las velocidades a flujo libre de los diferentes tipos de vehículos (km/h). Datos tomados de campo.
S2	58.63	Km/h	
S3	51.82	Km/h	
Smin	32.41	km/h	Para el HDM-4 se determina como la velocidad a flujo libre de un vehículo lento típico. Para ésta vía se asumió la velocidad de un camión medido en esta vía.
Sjam	16.21	km/h	Es la velocidad a máxima capacidad de la vía, se puede establecer como la mitad de Smin.
Q1	108	PCSE/hora/carril	El límite de capacidad de la primera zona se obtiene como proporción de la capacidad de vía como lo sugiere Hoban. et al. (1994, p.8)
Q2	972	PCSE/hora/carril	El límite de capacidad de la segunda zona se obtiene como proporción de la capacidad de vía como lo sugiere Hoban. et al. (1994, p.8)
Qcap	1080	PCSE/hora/carril	Es el flujo máximo que puede transportarse en una sección por unidad de tiempo.

Parámetros de la relación Velocidad-capacidad identificados en la Av. Javier Pérez de Cuellar

Fuente : Elaboración propia



Relación Velocidad - Capacidad de la Av. Javier Pérez de Cuellar

Fuente : Elaboración propia

Anexo N° 01-E
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

"EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LAS VÍAS ARTERIALES Y COLECTORAS DEL DISTRITO DE AYACUCHO"



PROYECTO DE TESIS:
DEPARTAMENTO: AYACUCHO
PROVINCIA: HUAMANGA
DISTRITO: AYACUCHO
NOMBRE DE VÍA: JR. JAVIER PÉREZ DE CUELLAR

METODO AASHTO 1993: El procedimiento de diseño de este método está basado en las ecuaciones de desempeño empírico del ensayo de carreteras AASHO; el objetivo de este método es el cálculo del espesor del pavimento (D), que se van asumiendo hasta que el proceso iterativo de la ecuación AASHTO 93 llegue al equilibrio. MTC(2014a)

A) TRAFICO EN EJES EQUIVALENTES

EE acumulado, es el número de ejes simples equivalentes acumulado para el periodo de diseño, que corresponde al número de repeticiones del efecto de deterioro causado por ejes simples de dos ruedas cargados con 8.2 T y con neumáticos inflados a 80 lb/pulg²; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico. MTC(2014a)

→ 13163461.85
EE acumulado

B) DEFINICION DE OTRAS VARIABLES DE LA ECUACION BASICA

La ecuación AASHTO 93 para el diseño de la estructura del pavimento rígido es:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_D + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Donde:

- W_{8.2} : Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño
- Z_R : desviación normal estándar
- S_D : comportamiento esperado del pavimento
- D : espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI : diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_t : índice de serviciabilidad o servicio final.
- M_r : resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días
- C_d : coeficiente de drenaje
- J : coeficiente de transmisión de carga en las juntas
- E_c : módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k : módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o sub rasante) en la que se apoya el pavimento.

B.1) COMFIABILIDAD (%R): La confiabilidad (%R) representa la probabilidad de que una determinada estructura se comporte, durante todo su periodo de diseño según lo previsto; una confiabilidad del 90% o 95 % significa que solamente un 10% o un 5% del total de la carretera se comportara con un índice de serviciabilidad menor al previsto.

Para :
12 000 001 < EE acumulado < 15 000 000
R= 90%
De cuadro 14.5 de MTC(2014a,p.229)

B.2) COEFICIENTE DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr): Representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal

Zr= -1.282
De cuadro 14.5 de MTC(2014a,p.229)

B.3) DESVIACION ESTANDAR COMBINADA (So): Es un valor que toma en cuenta la variabilidad propia de los materiales, procesos constructivos y supervisión que hacen que pavimentos construidos de la misma forma presenten comportamientos de deterioro diferentes, la confiabilidad de cierta manera es un factor de seguridad que incrementa la proporción del tránsito previsto a lo largo del periodo de diseño. AASHTO sugiere 0.30<So<0.40, el MTC(2014a,p.228) sugiere So=0.35

So= 0.35

B.4) VARIACION DE LA SERVICIABILIDAD (ΔPSI): es la diferencia de la serviciabilidad inicial y terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

PSI = Índice de Servicio Presente
PSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final
Po = índice de servicio inicial
Pt = índice de servicio inicial

Po = 4.30 cuadro 14.4. MTC(2014a)
Pt = 2.50 cuadro 14.4. MTC(2014a)
PSI = Po - Pt
PSI = 1.80 cuadro 14.4 de MTC(2014a)

B.5) COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd): Representa valores de coeficiente de drenaje en función al tiempo de exposición a niveles próximos a la saturación y en función a la calidad de drenaje, sin embargo para la definición de las secciones de estructuras de pavimento el coeficiente de drenaje para las capas granulares Cd=1. MTC (2014a, p.232)

Cd= 1.00

B.6) COEFICIENTE DE TRANSMISION DE CARGAS EN LAS JUNTAS (J): Parámetro que expresa la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisura

J= 2.8 cuadro 14.10. MTC(2014a)

B.7) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec): Es el modulo de elasticidad del concreto en Mpa, se puede obtener a partir de la resistencia a la compresión o flexo tracción.

AASHTO'93 Indica que el módulo elástico puede ser estimado de la correlación recomendada por el ACI.

$$E = 57000f'c^{0.5} ; (f'c \text{ en PSI})$$

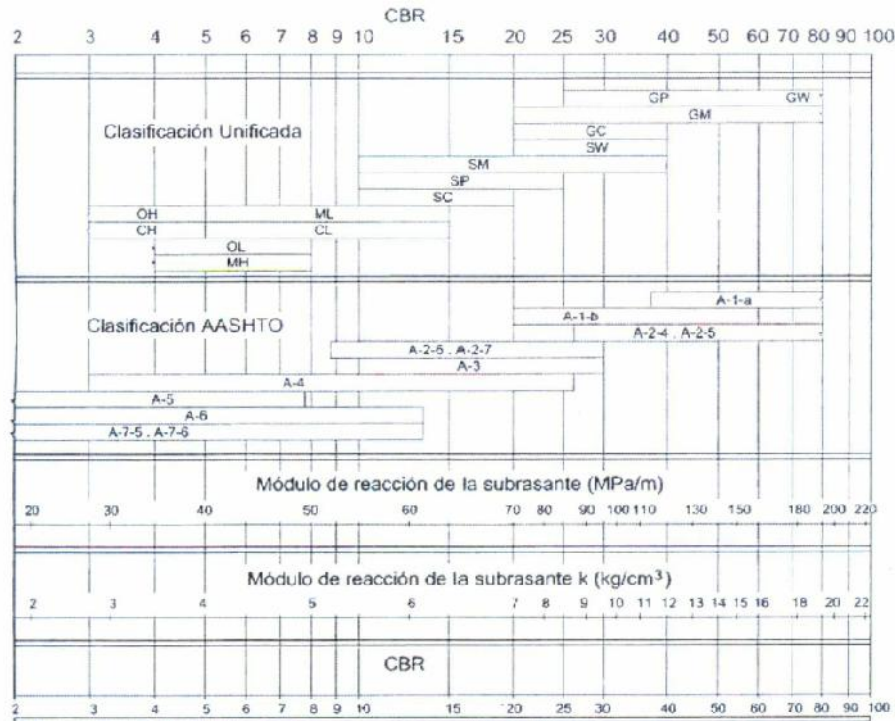
f'c= 280 kg/cm2
f'c= 3982.5 PSI



Ec= 3597117.0 psi
Ec= 24801.2 Mpa

B.8) MODULO DE REACCION DEL SUELO (K): dado en Mpa/m y caracteriza la superficie en la que se apoya el pavimento de concreto (incluyendo a la sub base granular y sub-rasante), se mide mediante el ensayo de placa con diámetro de 76 cm o mediante correlaciones matemáticas y tablas como la tabla 14.1 que da valores próximos según CBR y clasificación de suelos.

Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Sub rasante



Fuente: MTC(2014a.p. 230)

Las características de sub rasante y sub base se obtuvieron del expediente técnico "Construcción de Pistas y veredas en la 9na -13va cuadra en la Av. Javier Pérez de Cuellar", a través del cual se sabe que:

Características de la Subrasante:

Tipo de suelo: Arena arcillosa (SC) y arena limosa (SM)

CBR subrasante= 34.2% para un 95% DMS



Sin embargo este proyecto consideró un CBR=30%

CBR subrasante= 54% para un 100% DMS

Características de la Subbase granular:

Tipo de suelo: Grava bien graduada (GW) y grava limosa (GM)

El CBR =107% para una DMS de 100%

El CBR =66% para una DMS de 95%



El CBR de diseño que se consideró en el proyecto anteriormente mencionado es de 50%.

CBR mínimos recomendados para la subbase granular de pavimentos rígidos según intensidad de tráfico expresado en EE.

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 % (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60 % (1)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" (2.5mm)

Fuente: MTC(2014,p.231)

Coefficiente de reacción de la sub-rasante:

** Para CBR Subrasante <10%

$$k_0 = (2.55 + 52.5 \cdot \log(\text{CBR}_{\text{sr}})) / 10 \dots \dots \text{CBR} < 10\%$$

** Para CBR Subrasante >10%

$$\text{CBR}_{\text{subrasante}} = 30 \quad \%$$

$$k_0 = (46 + 9.08 \cdot (\log(\text{CBR}_{\text{sr}}))^{4.34}) / 10 \dots \dots \text{CBR} > 10\%$$

$$k_0 = 9.54 \quad \text{kg/cm}^3$$

Coefficiente de reacción de la subbase:

$$\text{CBR}_{\text{sb}} = 50 \quad \% \text{ con un } 100 \% \text{ MDS}$$

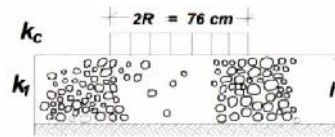
$$k_1 = (46 + 9.08 \cdot (\log(\text{CBR}_{\text{sb}}))^{4.34}) / 10$$

$$k_1 = 13.66 \quad \text{kg/cm}^3$$

Se asume espesor de subbase granular

$$h = 20 \quad \text{cm}$$

Coefficiente de reacción combinada



$$K_C = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

$$K_C = 11.09 \quad \text{kg/cm}^3$$

$$K_C = 110.88 \quad \text{Mpa/m}$$

Donde:

K_1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subbase granular

K_C (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado

K_0 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub rasante

h : Espesor de la subbase granular

B.9) MODULO DE ROTURA (M_r):Es la resistencia a flexo tracción del concreto, normalizado en ASTM C-78. En el ensayo de concreto es muestreado en vigas que serán forzadas a la falla en el tercio central de la viga con cargas a los dos tercios de ésta.

El módulo de rotura del concreto se relaciona con el módulo de compresión del concreto mediante la siguiente formula.

$$M_r = a \sqrt{f'c} \dots \dots \text{Valores en } \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right), \text{ según ACI 363}$$

$$1.99 < a < 3.18$$

$$a = 2.4$$

$$f'c = 280 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$M_r = 40 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$M_r = 4.0 \quad \text{Mpa}$$

C) CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL Y ESPESORES DE LAS CAPAS

$$\underbrace{\log_{10} W_{82} = Z_R S_{0j} + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_f) \times \log_{10}}_A = \underbrace{\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times j \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)}_B$$

ESPECIFICACION DE PARAMETROS

Pt = 2.50
Cdx = 1.00
J = 2.8
W18 = 1.32E+07
Zr = -1.282
So = 0.35
PSI = 1.80
Ec = 24801.24 Mpa
Kc = 110.88 Mpa/m
Mr = 4.0 Mpa

Dinremento = 0.01
D inicial = 253.2 mm

TANTEAR INTRODUCIENDO VALORES DE "D" HASTA LOGRAR LA IGUALDAD EN EL CUADRO

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL

N	LOG(W18)=A	B	D
1	7.119	7.118	253.2
2	7.119	7.118	253.21
3	7.119	7.118	253.22
4	7.119	7.118	253.23
5	7.119	7.119	253.24
6	7.119	7.119	253.25
7	7.119	7.119	253.26
8	7.119	7.119	253.27
9	7.119	7.119	253.28
10	7.119	7.119	253.29
11	7.119	7.119	253.3
12	7.119	7.119	253.31
13	7.119	7.119	253.32
14	7.119	7.119	253.33
15	7.119	7.120	253.34

Asuma Dfinal = 254 mm
Dfinal = 26.00 cm

D) ESPESORES FINALES



DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO DE TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LAS VÍAS ARTERIALES Y COLECTORAS DEL DISTRITO DE AYACUCHO"



DEPARTAMENTO: AYACUCHO
PROVINCIA: HUAMANGA
DISTRITO: AYACUCHO
NOMBRE DE VÍA: JR. JAVIER PÉREZ DE CUELLAR

METODO AASHTO 1993: El procedimiento de diseño de este método está basado en las ecuaciones de desempeño empírico del ensayo de carreteras AASHTO; el objetivo de este método es el cálculo del número Estructural requerido (SN), el cual es calculado en base a un proceso iterativo hasta que se llegue al equilibrio. MTC (2014a)

A) TRAFICO EN EJES EQUIVALENTES

w₁₈, es el número acumulado de ejes simples equivalentes a 18000 lb (80 KN) para el periodo de diseño, que corresponde al número de repeticiones de EE de 8.2 T; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico.



8786793.96
 EE acumulado

B) DEFINICION DE OTRAS VARIABLES DE LA ECUACION BASICA

La ecuación AASHTO 93 para el diseño de la estructura del pavimento rígido es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

- W₁₈ : Es el número acumulado de ejes simples equivalentes (EE es el efecto del deterioro de un ejes simples cargados a 8.2 t cuyos neumáticos están inflados a una presión de 80 lbs/pl2, AASHTO)
- MR : Módulo de resiliencia.
- Z_R : Coeficiente estadístico desviación normal estándar obtenido a partir de la confiabilidad
- S_o : Desviación estándar combinada.
- ^PSI : Variación del índice de serviciabilidad presente
- SN : Número estructural.

B.1) MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB RASANTE (MR): Es la representación de la rigidez del suelo de la sub-rasante.

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (MPa)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M _r) (MPa)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.90
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.86	29	22,048.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Módulo resiliente obtenido por correlación con CBR

Fuente: MTC(2014a, p.132)

Las características de subrasante, base y subbase se obtuvieron del expediente técnico "Construcción de Pistas y veredas en la 9na -13va cuadra en la Av. Javier Pérez de Cuellar", a través del cual se obtuvo lo siguiente:

Tipo de suelo: Arena arcillosa (SC) y arena limosa (SM)
 CBR subrasante = 34.2% para un 95% DMS
 CBR subrasante = 54% para un 100% DMS
 CBRsubrasante = 30 %

Sin embargo el expediente mencionado asumió un CBR=30%

$$M_{rsr} = 2555 \cdot (CBR)^{0.64} \quad [PSI]$$

$$M_r = 22529.3 \quad PSI$$

$$M_r = 22529.3 \quad PSI$$

B.2) COMFIABILIDAD (%R): La confiabilidad (%R) representa la probabilidad de que el pavimento se comporte, durante todo su periodo de diseño según lo previsto; una confiabilidad del 90% o 95 % significa que solamente un 10 % o un 5% del total de la carretera se comportara con un índice de serviciabilidad menor al previsto.

Para: 7' 500, 001 < EE acumulado < 10' 000, 000

$$R = 90\%$$

B.3) COEFICIENTE DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr): Representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

$$Z_r = -1.282$$

B.4) DESVIACION ESTANDAR COMBINADA (So): Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento, se puede asumir para diseños recomendados (0.4 < So < 0.5), el (MTC, 2014a) recomienda So=0.45

$$S_o = 0.45$$

B.5) VARIACIÓN DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (^PSI): Es la variación de la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor es la diferencia de la serviciabilidad inicial y terminal asumida para el proyecto en desarrollo. MTC(2014a)

PSI = índice de Servicio Presente
 PSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final
 Po = índice de servicio inicial

$$P_o = 4.00$$

$$P_t = 2.50$$

$$PSI = P_o - P_t$$

REEMPLAZANDO VALORES

Pt = índice de servicio final

$$PSI = 1.50$$

B.6) NÚMERO ESTRUCTURAL PROPUESTO (SN): El SN representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, es decir capa de rodadura de base y sub base .

$$SN = a_1 x d_1 + a_2 x d_2 x m_2 + a_3 x d_3 x m_3$$

Donde:

a1,a2,a3: coeficientes estructurales de las capas : superficial , base y sub base respectivamente.

d1,d2,d3: espesores en centímetros de las capas : superficial, base y sub base , respectivamente.

m2,m3 : coeficientes de drenaje para las capas de base y sub-base respectivamente, MTC (2014a) define m2, m3=1.

C) CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5})}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_r) - 8.07$$

A = B

ESPECIFICACION DE PARAMETROS

W18 = 8.79E+06
 Mr = 22529.3 PSI
 Zr = -1.282
 So = 0.45
 PSI = 1.50

Increment. Del SN = 0.001
 SN inicial = 3.33

TANTEAR INTRODUCIENDO VALORES DE "SN" HASTA LOGRAR LA IGUALDAD EN EL CUADRO (A=B)

CALCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

N	LOG(W18)=A	B	SN
1	6.944	6.939	3.33
2	6.944	6.939	3.331
3	6.944	6.940	3.332
4	6.944	6.941	3.333
5	6.944	6.942	3.334
6	6.944	6.942	3.335
7	6.944	6.943	3.336
8	6.944	6.944	3.337
9	6.944	6.945	3.338
10	6.944	6.945	3.339
11	6.944	6.946	3.34
12	6.944	6.947	3.341
13	6.944	6.948	3.342
14	6.944	6.948	3.343
15	6.944	6.949	3.344

Asuma SN final = 3.34
 pero se asume SN = 3.35

D) CALCULO DE ESPESORES DE LAS CAPAS

D.1) NÚMERO ESTRUCTURAL PROPUESTO (SN): El SN representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, es decir, capa de rodadura, base y sub base .

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a₁,a₂,a₃: coeficientes estructurales de las capas : superficial, base y sub base respectivamente. Los coeficientes estructurales de capa (a_i) miden la capacidad relativa de una unidad de espesor de una determinada capa para funcionar como componente estructural del pavimento. éstas capacidades dependen de la resistencia del material (CBR, modulo, etc), de la calidad de construcción, estado de esfuerzos.

d₁,d₂,d₃: espesores en centímetros de las capas : superficial, base y sub base , respectivamente.

m₂,m₃ : coeficientes de drenaje para las capas de base y sub-base respectivamente.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a _i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a ₁	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a ₁	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a ₁	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehiculos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a ₁	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehiculos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Coefficiente estructurales de las capas del pavimento a_i

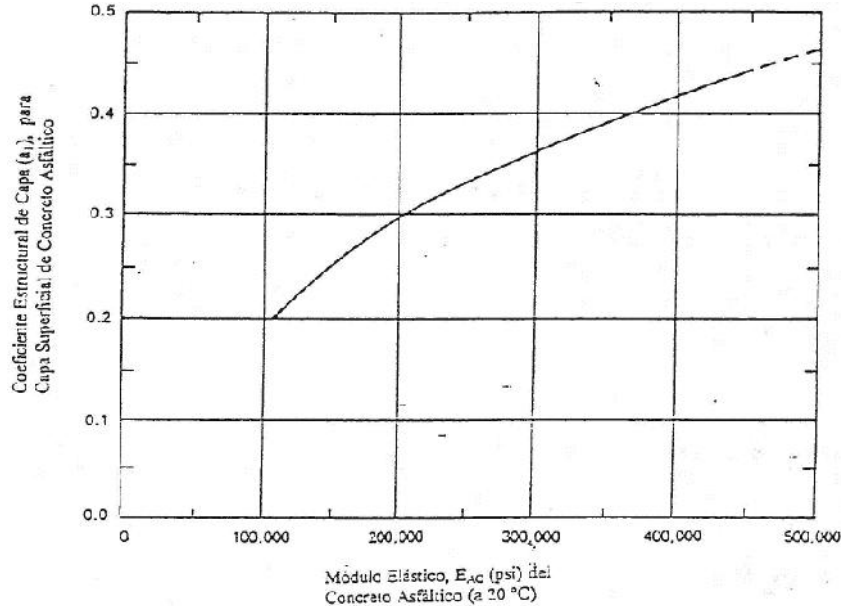
Fuente: MTC(2014a,p.141)

Para la determinación de los espesores de las capas individuales (Di).

Se requiere conocer los coeficientes a₁, a₂, a₃ relacionados con los parámetros resistentes de la carpeta asfáltica, base y subbase.

D.1.1 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA (a1)

Para conocer a1 (coeficiente estructural de aporte de la carpeta asfáltica) se debe conocer el módulo elástico de la carpeta asfáltica medida a una temperatura de 20°C de acuerdo a lo estipulado en la guía AASHTO.



Fuente: AASHTO (1993,p.23)

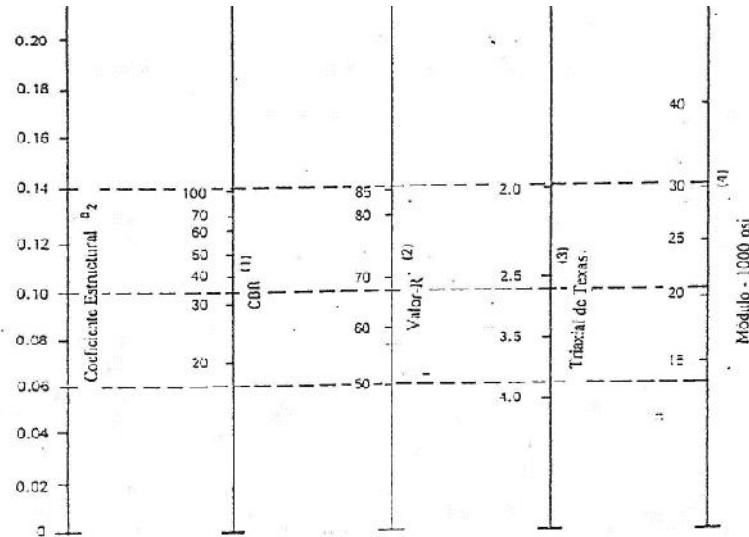
Para la determinación del coeficiente de aporte estructural de la mezcla asfáltica, necesitamos conocer el módulo de elasticidad de mezcla asfáltica y así a través de la fig. 1 poder determinar dicho coeficiente.

El MTC (2014, p.141) recomienda usar el coeficiente estructural a1 correspondiente a una mezcla asfáltica con módulo elástico 430000 PSI medidos a 20°C.

De la figura 1:

E= 2965	Mpa	a1= 0.43	/plg
E= 430037	lb/plg ² =PSI	a1= 0.17	/cm

D.1.2 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE (a2)



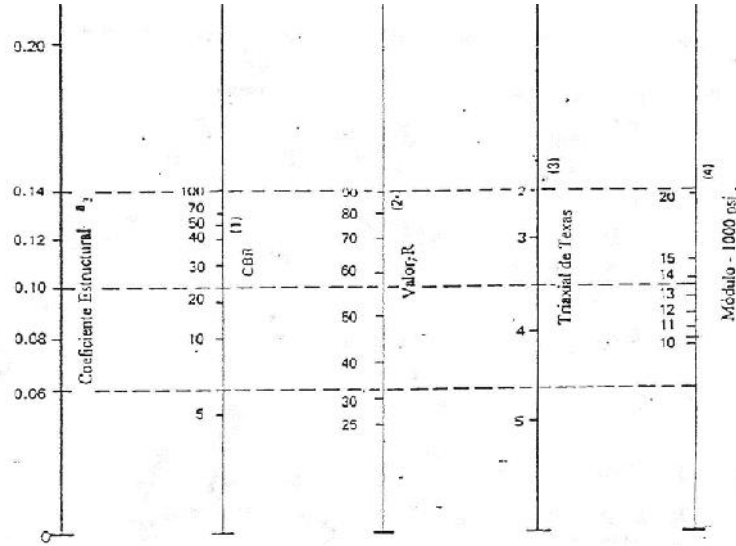
Fuente: AASHTO (1993,p.24)

De la figura 2, se obtiene el módulo de resiliencia de la base y el a2 (coeficiente estructural de la base) con una línea horizontal al valor del CBR. En base a las recomendaciones del cuadro 12.13 del MTC(2014, p. 141) se tiene que:

CBR _{base} =	80	% al 100% de MDS
a ₂ =	0.135	/plg
a ₂ =	0.052	/cm
MR _{base} =	29000	PSI

Mrb: Módulo de resiliencia de la base.

D.1.3 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUBBASE (a3)



Fuente: AASHTO (1993,p.27)

De la figura 3, se obtiene el modulo de resiliencia de la sub base y el a3 (coefic. estruct. de la subbase) con una línea horizontal al valor del CBR.

El MTC(2014, p. 141) recomienda usar para todos los tipos de tráfico, una capa de subbase que tenga por lo menos un CBR de 40%.

$$\begin{aligned}
 \text{CBR}_{\text{subbase}} &= 40 \quad \% \\
 a_3 &= 0.12 \quad \text{/plg} \\
 a_3 &= 0.046 \quad \text{/cm} \\
 \text{MR}_{\text{sb}} &= 16500 \quad \text{PSI} \\
 \text{MRb:} & \text{Módulo de resiliencia de la subbase}
 \end{aligned}$$

Coefficientes estructurales obtenido de las figuras 1,2 y 3, con unidades en pulgadas.

$$\begin{aligned}
 a_1 &= 0.166 \quad \text{/cm} \\
 a_2 &= 0.052 \quad \text{/cm} \\
 a_3 &= 0.046 \quad \text{/cm}
 \end{aligned}$$

D.1.4 DETERMINACIÓN DE LOS ESPESORES

Una vez definida los parámetros anteriores, se deben estimar los espesores de las diferentes capas siguiendo los siguientes criterios.

$$\begin{aligned}
 d_1 &= 10.75 \quad \text{cm} \\
 d_2 &= 30 \quad \text{cm} \\
 d_3 &= 0 \quad \text{cm} \\
 m_2 &= 1 \\
 m_3 &= 1
 \end{aligned}$$

SN	$a_1 x d_1 + a_2 x d_2 + a_3 x d_3 x m_3$
3.35	3.35

Sin embargo el MTC (2014, p.145) recomienda espesor mínimo de la capa superficial 110 mm para EE acumulado entre 7500 001 y 10' 000 000

$$\begin{aligned}
 d_1 &= 11 \\
 d_2 &= 20 \\
 d_3 &= 15 \\
 m_2 &= 1 \\
 m_3 &= 1
 \end{aligned}$$

SN nuevo	$a_1 x d_1 + a_2 x d_2 + a_3 x d_3 x m_3$
	3.57

E) ESPESORES FINALES



Anexo N° 01-F

Presupuesto del pavimento rígido/flexible

1. Presupuesto del pavimento rígido

Presupuesto	0494021	AV. JAVIER PÉREZ DE CUELLAR		
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO RÍGIDO		
Cliente		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUAMANGA	Costo al	01/01/2008
Lugar		AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTO RIGIDO				337,014.09
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				116,611.28
01.01.01	CORTE EN MATERIAL COMPACTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	2,806.44	5.04	14,144.46
01.01.02	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE, DISTANCIA 50-100 METROS	m3	3,634.55	6.78	24,642.25
01.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA	m3	3,634.55	10.01	36,381.85
01.01.04	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	2,672.00	3.75	10,020.00
01.01.05	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE	m2	2,688.00	11.69	31,422.72
01.02	OBRAS DE CONCRETO				220,402.81
01.02.01	PAVIMENTO RIGIDO E=0.2M				220,402.81
01.02.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO	m2	97.91	15.51	1,518.58
01.02.01.02	CONCRETO F'c= 280 KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO E=0.26M	m2	2,150.00	84.00	180,600.00
01.02.01.03	CURADO DE CONCRETO	m2	2,150.00	0.63	1,354.50
01.02.01.04	JUNTAS DE DILATACIÓN	m	530.00	4.27	2,263.10
01.02.01.05	JUNTAS DE CONTRACCIÓN	m	420.00	2.49	1,045.80
01.02.01.06	TUBO D=3/4" PARA DOWELLS 5/8"	m	162.84	5.29	861.42
01.02.01.07	TUBO D=1 1/2" PARA DOWELLS 1 1/4"	m	207.00	6.13	1,268.91
01.02.01.08	ACERO LISO	kg	6,629.29	3.92	25,986.82
01.02.01.09	PARRILLA PARA DOWELLS	kg	1,323.00	4.16	5,503.68
	Costo Directo				337,014.09

SON : TRESCIENTOS TRENTISIETE MIL CATORCE Y 09/100 NUEVOS SOLES

2. Presupuesto del pavimento flexible

Presupuesto	0494021	AV. JAVIER PÉREZ DE CUELLAR		
Subpresupuesto	002	PAVIMENTO FLEXIBLE		
Cliente		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUAMANGA	Costo al	01/01/2008
Lugar		AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTO FLEXIBLE				283,966.60
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				141,851.60
01.01.01	CORTE EN MATERIAL COMPACTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	2,806.44	5.04	14,144.46
01.01.02	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE, DISTANCIA 50-100 METROS	m3	3,634.55	6.78	24,642.25
01.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA	m3	3,634.55	10.01	36,381.85
01.01.04	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	2,672.00	3.75	10,020.00
01.01.05	CONFORMACION DE BASE E=0.2 M	m2	2,688.00	12.25	32,928.00
01.01.06	CONFORMACION DE SUB BASE E=0.15 M	m2	2,688.00	8.83	23,735.04
01.02	PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA				142,115.00
01.02.01	IMPRIMACIÓN BITUMINOSA				11,739.00
01.02.01.01	IMPRIMACION BITUMINOSA	m2	2,150.00	4.68	10,062.00
01.02.01.02	ARENADO DE IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	2,150.00	0.78	1,677.00
01.02.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE				130,376.00
01.02.02.01	PREPARACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA	m2	2,150.00	53.85	115,777.50
01.02.02.02	TRANSPORTE A LA OBRA	m2	2,150.00	3.55	7,632.50
01.02.02.03	ESPARCIDO Y COMPACTADO	m2	2,150.00	3.24	6,966.00
	Costo Directo				283,966.60

SON : DOSCIENTOS OCHENTITRES MIL NOVECIENTOS SESENTISEIS Y 60/100 NUEVOS SOLES

Anexo N° 01-G

Cálculo del Factor K

Fecha de actualización: 01/01/2018

Javier Pérez de Cuellar

Tipo de Pavimento: Fléxible
Fecha inicial: 01/01/2008

$$K = 0.101*(Mr / Mo) + 0.256*(Cr / Co) + 0.202*(Ar / Ao) + 0.066*(Pr / Po) + 0.132*(Mr / Mo) + 0.243*(Mr / Mo)$$

Monomio	Factor	(%)	Simbolo	Indice	Descripción
1	0.101	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.256	100.000	C	20	CEMENTO ASFALTICO
3	0.202	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
4	0.066	100.000	P	53	PETROLEO DIESEL
5	0.132	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
6	0.243	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO

$$k = 0.101 \frac{582.52}{374.78} + 0.256 \frac{1778.04}{1481.23} + 0.202 \frac{423.40}{319.95} + 0.066 \frac{747.07}{703.35} + 0.132 \frac{363.04}{322.01} + 0.243 \frac{290.65}{246.15}$$

k=	1.237447
----	----------

Tipo de Pavimento: Rígido
Fecha inicial: 01/01/2008

$$K = 0.131*(Mr / Mo) + 0.374*(Cr / Co) + 0.180*(Ar / Ao) + 0.089*(Ar / Ao) + 0.100*(Mr / Mo) + 0.126*(Mr / Mo)$$

Monomio	Factor	(%)	Simbolo	Indice	Descripción
1	0.131	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.374	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0.180	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
4	0.089	100.000	A	02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO
5	0.100	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
6	0.126	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO

$$k = 0.131 \frac{582.52}{374.78} + 0.374 \frac{426.29}{350.43} + 0.180 \frac{423.40}{319.95} + 0.089 \frac{497.78}{444.14} + 0.100 \frac{363.04}{322.01} + 0.126 \frac{290.65}{246.15}$$

k=	1.258592
----	----------

Anexo N° 02

Marca y modelo de vehículos más usados en la ciudad de Ayacucho

Anexo N° 02


Marca y modelo de vehículos más usados en la ciudad de Ayacucho

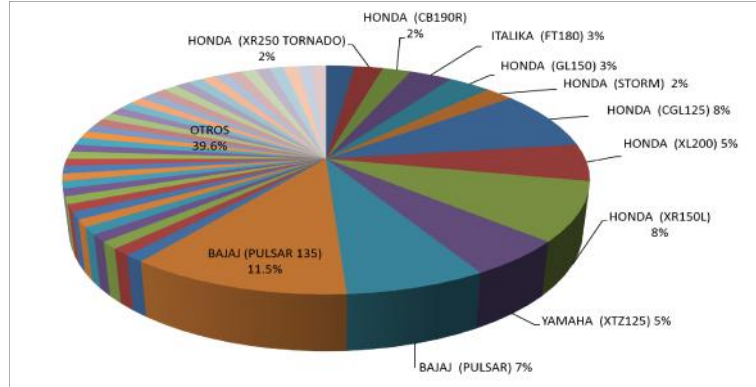
La marca y modelo de cada vehículo se obtiene de los registros del SUNARP (Superintendencia Nacional de Registros Públicos) obtenidos de acuerdo al número de placa .

Tipo de vehículo: 1- Moto lineal

Característica registrable: Motocicleta

Categoría: L3

Figura: 




Marca y modelo de los motos lineales más usados en la ciudad de Ayacucho

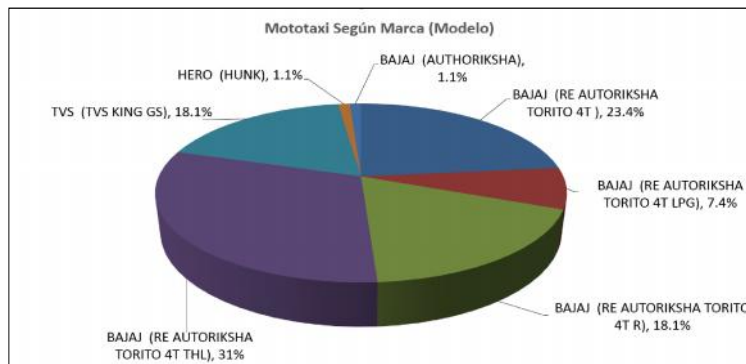
Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo: 1- Mototaxi

Característica registrable: Trimoto

Categoría: L5

Figura: 



Marca y modelo de los mototaxis más usados en la ciudad de Ayacucho

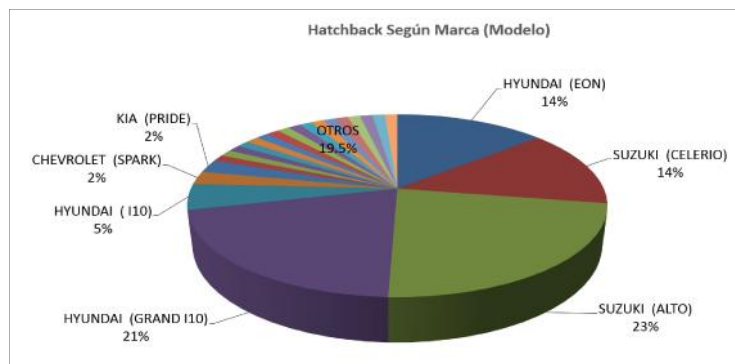
Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 2 - Coche Pequeño

Característica registrable: Hatchback

Categoría: M1

Figura: 




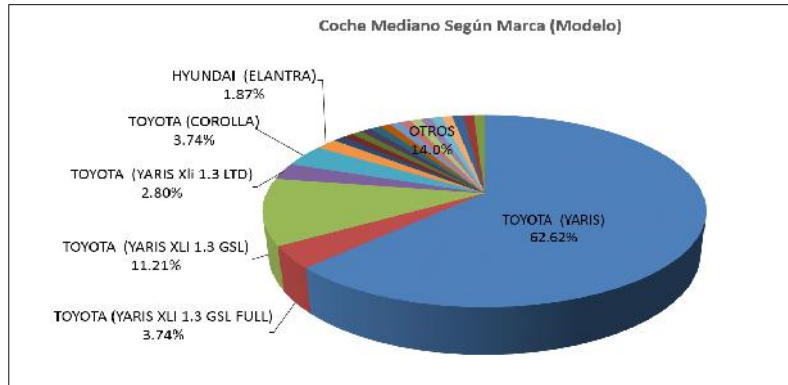
Marca y modelo de vehículos pequeños más usados en la ciudad de Ayacucho

Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 3 - Coche mediano
Característica registrable: Automovil

Categoría: M1


Figura: 

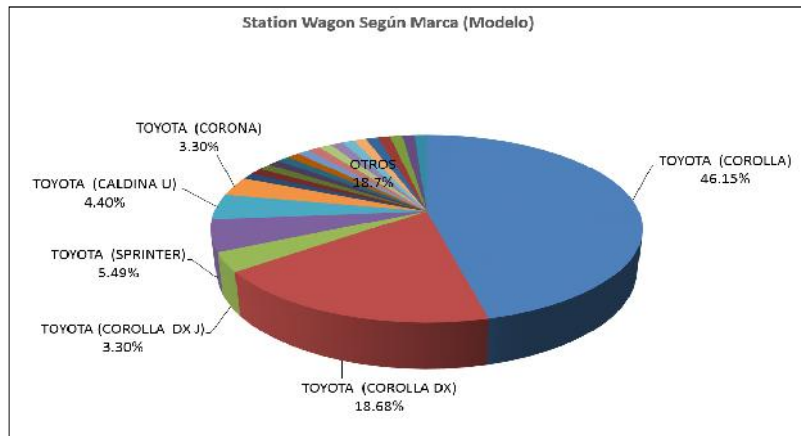


Marca y modelo de automóviles más usados en la ciudad de Ayacucho
 Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 4 - Coche grande
Característica registrable: Station wagon

Categoría: M1


Figura: 

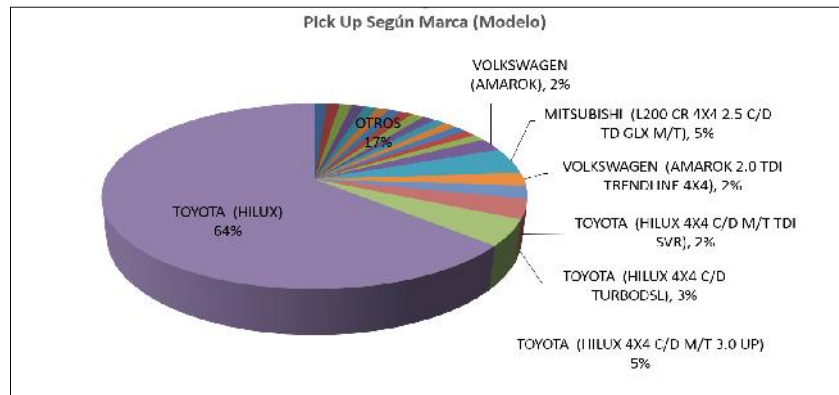


Marca y modelo de station wagon más usados en la ciudad de Ayacucho
 Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 5 - Furgoneta de reparto ligero
Característica registrable: Pick Up

Categoría: N1

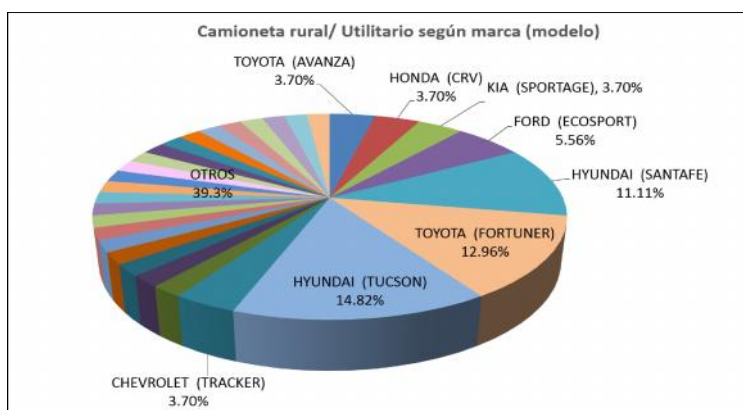
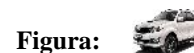
Figura: 



Marca y modelo de Pick Up más usados en la ciudad de Ayacucho
 Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 7 - Tracción de 4 ruedas
Caract. registrable: Camioneta rural/ Utilitrio

Categoría: M1



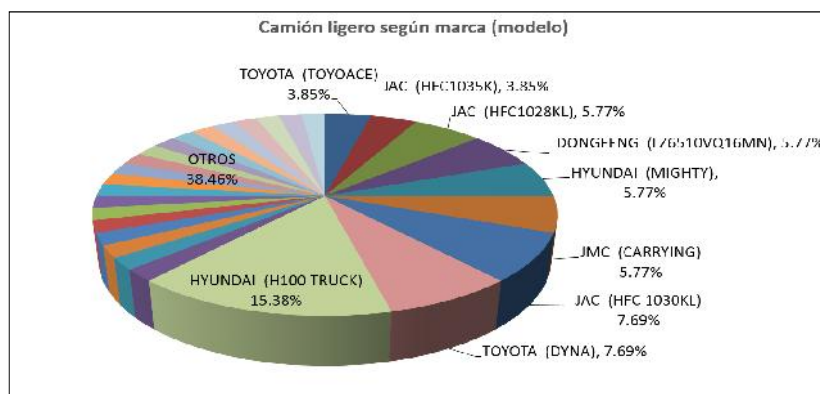
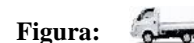
Marca y modelo de Camioneta rural/ Utilitario más usados en la ciudad de Ayacucho

Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 8 - Camión ligero

Característica registrable: Camión liviano

Categoría: N1



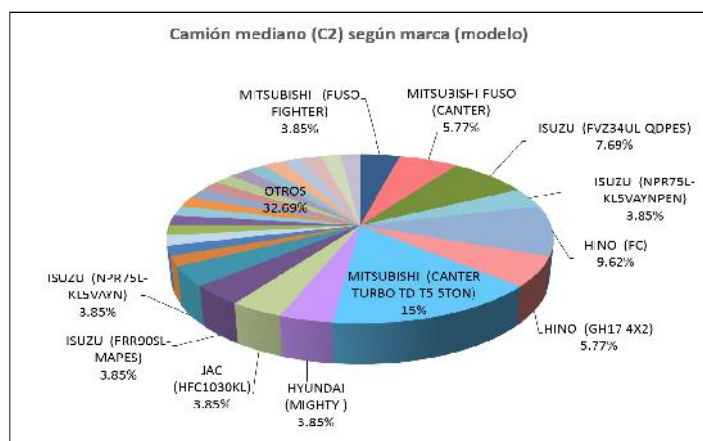
Marca y modelo de Camiones livianos más usados en la ciudad de Ayacucho

Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 9 - Camión mediano

Característica registrable: Camión (C2)

Categoría: N2

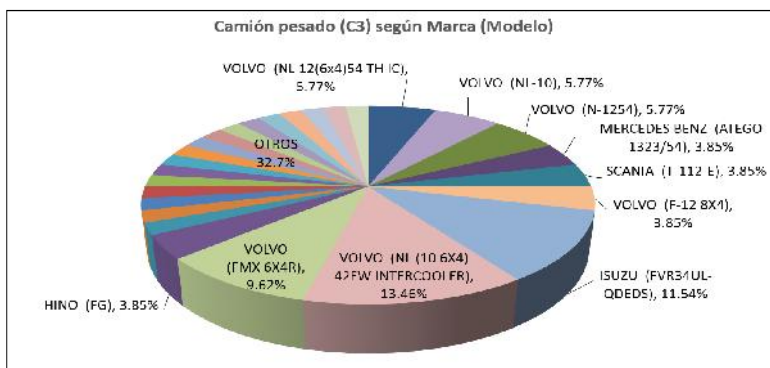
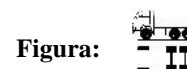


Marca y modelo de Camiones pesados más usados en la ciudad de Ayacucho

Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 10 - Camión pesado
Característica registrable: Camión (C3)

Categoría: N3

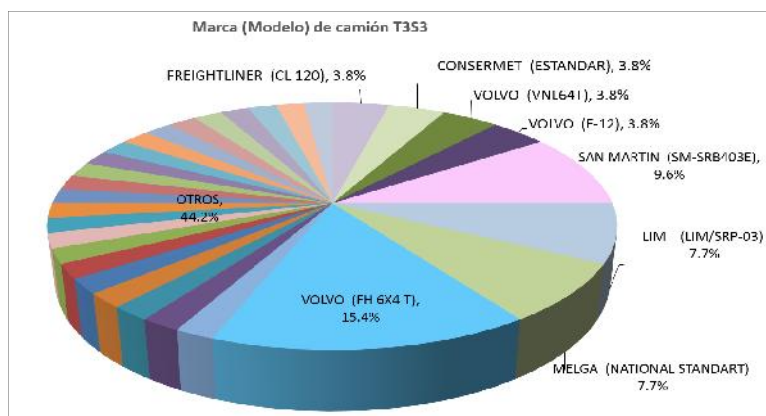
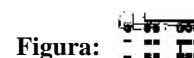


Marca y modelo de Camiones pesados más usados en la ciudad de Ayacucho

Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 11 - Camión articulado
Característica registrable: Camión (T3S3)

Categoría: N3

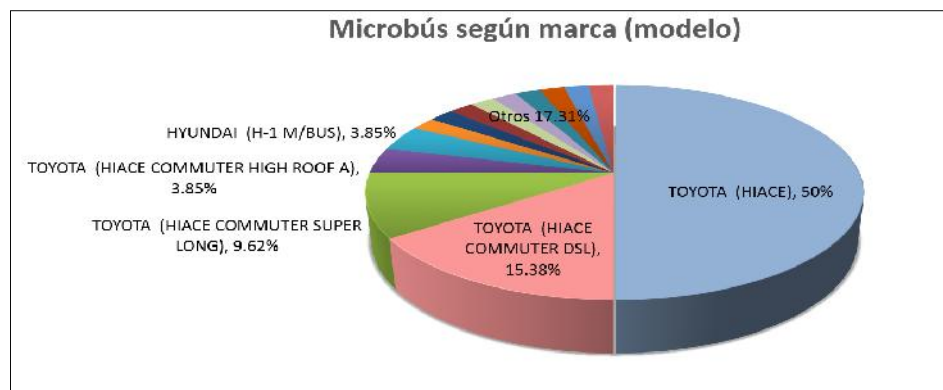
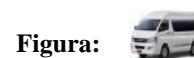


Marca y modelo de Camiones articulados más usados en la ciudad de Ayacucho

Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 12 - Mini-bus
Caract. registrable: Camioneta rural/Microbús

Categoría: M2

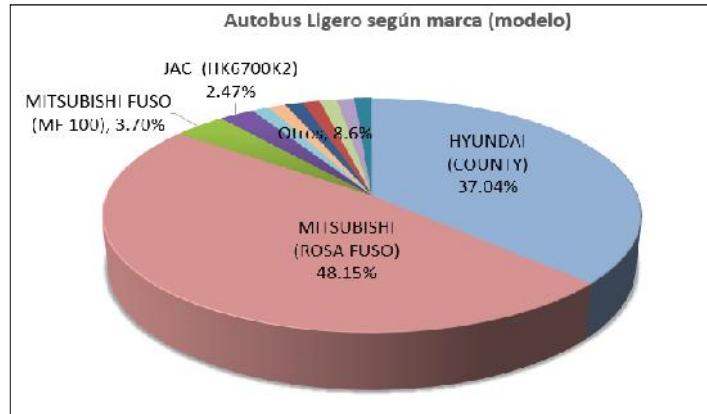


Marca y modelo de microbuses más usados en la ciudad de Ayacucho

Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 13 - Autobús ligero
Caract. registrable: Camioneta rural/Minibus

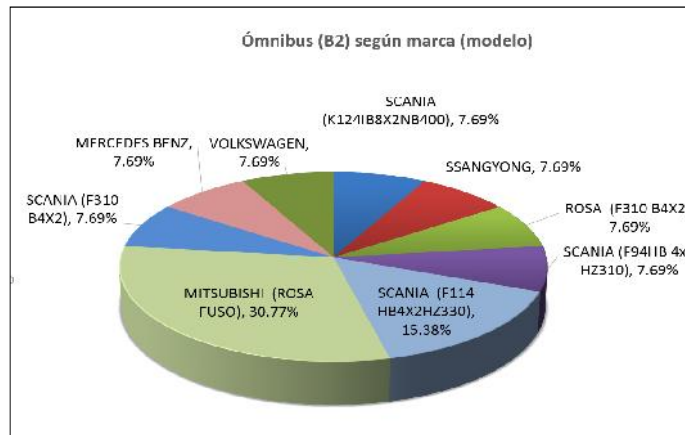
Categoría: M2



Marca y modelo de autobuses ligeros más usados en la ciudad de Ayacucho
 Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 15 - Autobús pesado
Característica registrable: Ómnibus (B2)

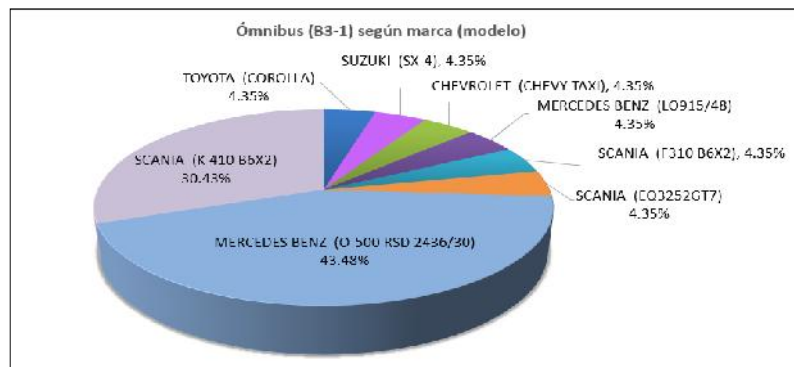
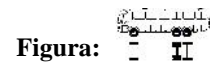
Categoría: M3



Marca y modelo de Ómnibus (B2) más usados en la ciudad de Ayacucho
 Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 16 Autocar
Característica registrable: Ómnibus (B3-1)

Categoría: M3

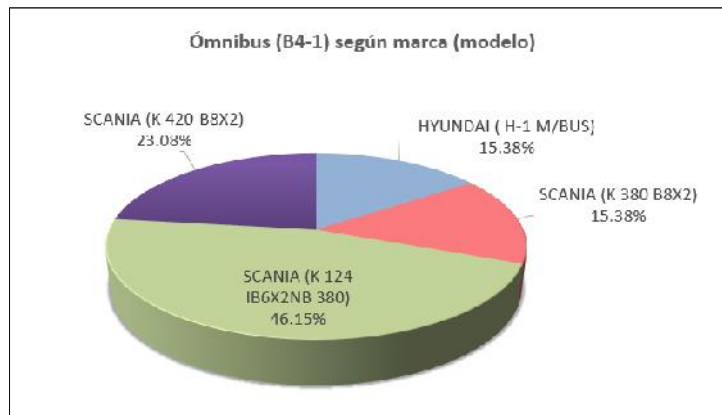


Marca y modelo de Ómnibus (B3-1) más usados en la ciudad de Ayacucho
 Fuente : Elaboración propia

Tipo de vehículo : 16 Autocar
Característica registrable: Ómnibus (B4-1)

Categoría: M3

Figura: 



Marca y modelo de Ómnibus (B4-1) más usados en la ciudad de Ayacucho
Fuente : Elaboración propia

Anexo N° 03
Encuestas a conductores

Anexo N° 03-A

ENCUESTA A CONDUCTORES DE MOTOCICLETA

ENCUESTA REALIZADA: Al conductor de motocicleta de transporte público



N°	Placa	Velocidad de circulación promedio (km/h)	Dinero recaudado al día (S/.)	Ganancia neta por día (S/.)	Costo de transporte			N° de días de trabajo a la semana	N° de horas de trabajo al día	Horas de circulación sin pasajeros	Km conducidos anualmente		N° de Horas trabajadas al año
					Residencia - Puente Enace (1.5km)	Terminal - Puente Enace (1.2 km)	Costo por km				Km conducidos anualmente con pasajeros	Km conducidos anualmente con y sin pasajeros	
1	4819-II	45	35	25	1.50	1.00	0.92	4.00	5.00	1.00	7963.64	9556.36	212.36
2	Y1-9998	35	40	30	2.75	2.00	1.75	6.00	8.00	1.50	7151.02	8491.84	242.62
3	5978-4F	40	65	55	1.50	1.00	0.92	2.00	6.00	1.00	7394.81	8627.27	215.68
4	1767-II	35	55	45	3.50	3.50	2.63	3.00	6.00	1.50	3277.55	4096.94	117.06
5	8558-6D	35	20	15	2.00	2.00	1.50	2.00	3.00	0.50	1390.48	1622.22	46.35
6	0510-2Y	30	50	40	2.50	1.00	1.25	3.00	11.50	2.00	6257.14	7345.34	244.84
7	B1-1397	35	50	40	2.00	2.00	1.50	3.50	5.00	1.00	6083.33	7300.00	208.57
8	2007-II	45	20	15	2.50	2.50	1.88	2.00	3.50	0.50	1112.38	1271.29	28.25
9	0662-0D	20	50	40	2.00	2.00	1.50	6.00	6.00	1.00	10428.57	12166.67	608.33
10	5016-II	35	60	50	2.50	2.00	1.67	6.00	6.00	1.50	11262.86	14078.57	402.24
11	4819-5C	30	50	40	2.50	2.00	1.67	4.00	9.00	2.00	6257.14	7647.62	254.92
12	Y2-1526	35	35	25	2.75	2.50	1.96	5.00	4.00	0.50	4659.57	5242.02	149.77
13	1120-3Y	50	60	50	2.00	2.00	1.50	5.50	8.00	1.00	11471.43	12905.36	258.11
14	4637-1w	35	75	65	2.00	2.00	1.50	5.00	7.00	1.00	13035.71	14897.96	425.66
15	2822-3Y	35	70	60	2.50	2.00	1.67	4.50	5.50	1.00	9855.00	11646.82	332.77
16	3845-4A	55	80	70	2.50	2.00	1.67	5.00	7.50	1.00	12514.29	14182.86	257.87
17	4228-4Y	40	70	60	3.00	2.00	1.83	3.00	8.00	1.50	5972.73	7092.61	177.32
18	0105-2V	35	75	65	2.00	2.00	1.50	6.00	6.50	1.50	15642.86	19252.75	550.08
19	50244F	35	55	45	2.75	2.00	1.75	4.50	11.00	2.50	7374.49	9050.51	258.59
20	8314-3U	40	50	40	3.00	3.00	2.25	5.00	9.00	2.00	5793.65	7081.13	177.03
21	5227-1F	30	60	45	2.50	2.50	1.88	4.00	4.50	1.00	6674.29	8157.46	271.92
22	5180-II	25	50	40	2.75	1.50	1.54	6.00	8.00	1.50	10146.72	12049.23	481.97
23	8291-3B	30	70	55	2.75	3.00	2.17	7.00	11.00	2.00	11792.31	13936.36	464.55
24	1371-1Y	30	40	30	2.00	1.50	1.29	3.00	6.00	1.50	4844.24	6055.30	201.84
25	5002-3Y	20	30	20	3.00	3.00	2.25	6.00	5.00	1.00	4171.43	5005.71	250.29
26	2289-6D	45	65	55	2.50	2.00	1.67	3.00	6.00	1.50	6100.71	7625.89	169.46
27	0646-II	45	30	20	3.00	3.00	2.25	7.00	5.00	1.00	4866.67	5840.00	129.78
28	4955-2F	40	45	35	2.00	2.50	1.71	4.00	9.00	1.00	5494.08	6104.53	152.61
											Promedio	8868.95	260.39

ENCUESTA REALIZADA: Al conductor de motocicleta de transporte únicamente privado

N°	Placa con denominación	N° de Horas de conducción por día	Toma de datos N° 01 (momento de compra del vehículo)		Toma de datos N° 02 (momento de encuesta)		Intervalo de tiempo en años	Km/ año	N° de Horas trabajadas al año
			Kilometraje N° 01	Fecha 1	Kilometraje N° 02	Fecha 2			
1	30864	1.5	0	05/09/2008	7546	06/05/2018	9.67	780.25	26.01
2	8484-1G	2	0	03/01/2016	18196	06/05/2018	2.34	7776.98	259.23
3	W1-5514	6	0	06/11/2009	66720	06/05/2018	8.50	7848.15	261.60
4	8420-5F	2.5	0	08/06/2017	4847	06/05/2018	0.91	5328.78	177.63
5	9669-9D	4	0	15/02/2017	7500	06/05/2018	1.22	6151.69	205.06
6	9986-5A	3.25	0	10/09/2016	6843	15/04/2018	1.59	4291.57	143.05
7	8452-2F	3	0	15/03/2017	7100	06/05/2018	1.14	6214.63	207.15
8	0662-0D	2.5	0	01/01/2017	8470	06/05/2018	1.34	6309.29	210.31
9	9667-9D	2.5	0	07/12/2016	7346	05/05/2018	1.41	5216.52	173.88
10	9637-8C	4	0	20/11/2016	17300	06/05/2018	1.46	11869.36	395.65
11	1924-3A	3.5	0	15/02/2012	38000	06/05/2018	6.22	6104.75	203.49
12	5962-3Y	3	0	10/12/2016	6580	06/05/2018	1.40	4690.82	156.36
13	7413-4Y	1.75	0	30/09/2017	2836	06/05/2018	0.60	4748.35	158.28
14	6033-85	1.5	0	07/02/2016	21200	05/05/2018	2.24	9459.66	315.32
15	5016-1I	1	0	06/11/2017	2700	30/04/2018	0.48	5631.43	187.71
16	8936-2Y	2.5	0	10/12/2014	23000	28/04/2018	3.38	6797.57	226.59
17	Y1-5428	1	24362	30/04/2018	24381	03/06/2018	0.09	198.60	6.62
18	3213-1I	1.3	0	15/01/2017	11200	05/05/2018	1.30	8606.32	286.88
19	55/93-1I	3	0	13/02/2018	1700	13/05/2018	0.24	6971.91	232.40
20	1166-1I	3.5	0	12/04/2016	11578	06/05/2018	2.07	5604.73	186.82
21	0603-4C	3	6000	03/10/2017	11500	05/05/2018	0.59	9380.84	312.69
22	3348-3Y	2	0	07/08/2015	13000	25/04/2018	2.72	4783.27	159.44
23	3181-2Y	2	0	21/07/2018	957	25/09/2018	0.18	5292.50	176.42
24	6948-1I	9.00	0	06/10/2017	788	25/09/2018	0.97	812.49	27.08
25	6803-4Y	4	0	26/10/2017	18223	25/09/2018	0.92	19914.36	663.81
26	4539-1I	4	0	15/10/2016	26950	25/09/2018	1.95	13854.58	461.82
27	Y13043	1.75	0	05/08/2010	33000	26/09/2018	8.15	4050.10	135.00
28	6071-1L	1	0	15/03/2018	1400	26/09/2018	0.53	2620.51	87.35
29	1341-3Y	3	0	07/06/2015	12000	26/09/2018	3.31	3628.83	120.96
30	5202-6A	2	0	05/01/2018	1361.7	26/09/2018	0.72	1882.65	62.76
31	2133-0A	0.5	0	09/09/2018	204	26/09/2018	0.05	4380.00	146.00
32	1192-1I	6	0	01/03/2016	17262	26/09/2018	2.57	6709.94	223.66
33	2285-2F	7	0	15/04/2018	13351	27/09/2018	0.45	29534.03	984.47
34	-----	3.5	5000	06/01/2017	12900	28/09/2018	1.73	4576.98	152.57
35	28282100	4	7000	01/08/2016	11500	28/09/2018	2.16	2084.39	69.48
36	-----	1.5	0	20/08/2016	20650	28/09/2018	2.11	9801.37	326.71
37	7076-1Y	3	0	07/07/2016	2620	28/09/2018	2.23	1176.26	39.21
38	Y2-0564	0.75	0	15/08/2010	35282	29/09/2018	8.13	4340.39	144.68
Promedio								6563.81	218.79

Los resultados son:

Salario promedio por hora : 6.42 (S./)h
Promedio de km anuales: 7541.75 Km/año
Promedio de horas trabajadas al año: 236.44 h/año

Anexo N° 03-B

ENCUESTAS A CONDUCTORES DE MOTOTAXI



Encuesta hecha al conductor de mototaxi para transporte público

N°	Placa	Velocidad de circulación promedio (km/h)	Dinero recaudado al día (S/.)	Ganancia neta por día (S/.)	Costo de transporte			N° de días de trabajo a la semana	N° de horas de trabajo al día	Horas de circulación sin pasajeros	Km conducidos anualmente		N° de Horas trabajadas al año
					Residencia - Puente Enace (1.5km)	Terminal - Puente Enace (1.2 km)	Costo por km				Km conducidos anualmente con pasajeros	Km conducidos anualmente con y sin pasajeros	
1	Y1-8352	20	70	55	2.00	1.50	1.29	6.00	6.00	1.50	16954.84	21193.55	847.74
2	9965-1B	35	40	30	2.00	1.75	1.40	5.00	6.00	1.00	7471.22	8716.42	213.46
3	4933-6B	30	60	45	2.50	2.00	1.67	7.00	8.00	1.50	13140.00	15603.75	438.00
4	2023-7B	25	70	50	2.00	1.75	1.40	7.00	8.00	2.00	18304.48	22880.60	732.18
5	1953-6A	35	80	65	2.50	2.00	1.67	5.00	7.00	1.50	12514.29	15195.92	357.55
6	2041-7C	25	50	35	2.00	2.00	1.50	4.00	7.00	1.50	6952.38	8442.18	278.10
7	3953-9A	30	65	50	2.50	1.75	1.56	6.00	13.00	3.00	13014.86	16018.29	433.83
8	3632-1B	25	90	70	2.00	1.50	1.29	6.00	8.00	1.50	21799.08	25886.41	871.96
9	9486-9A	27.5	55	40	2.00	1.50	1.29	2.50	8.00	2.00	5550.69	6938.36	201.84
10	8723-9A	30	35	20	2.00	2.00	1.50	6.00	5.50	1.50	7300.00	9290.91	243.33
11	5087-1Y	35	90	40	3.00	2.00	1.83	5.00	12.00	2.50	12798.70	15465.10	365.68
12	1661-2B	30.0	80	45	2.00	1.75	1.40	6.00	9.00	1.50	17930.92	20919.40	597.70
13	5693-5C	40	80	60	2.50	2.00	1.67	6.00	8.00	1.50	15017.14	17832.86	375.43
14	Y3-1675	25	70	50	2.00	2.00	1.50	3.00	8.00	1.50	7300.00	8668.75	292.00
15	Y1-8951	35	70	50	2.00	1.00	1.08	5.00	8.00	1.50	16846.15	20004.81	481.32
16	4402-1A	25	60	45	2.00	1.50	1.29	6.00	8.00	1.50	14532.72	17257.60	581.31
17	Y2-8611	35	120	70	2.00	2.00	1.50	2.00	12.00	2.50	8342.86	10080.95	238.37
18	9889-8A	25	95	50	2.50	1.50	1.46	7.00	11.00	2.00	23777.14	28100.26	951.09
19	2882-6A	25	82.5	30	2.00	1.50	1.29	6.00	8.00	1.50	19982.49	23729.21	799.30
20	8949-1B	35	60	45	2.00	1.75	1.40	5.00	8.00	1.50	11206.82	13308.10	320.19
21	8645-7A	20	45	30	2.00	2.00	1.50	6.00	8.00	2.00	9385.71	11732.14	469.29
22	3382-6B	30	55	40	2.00	1.75	1.40	7.00	7.50	1.00	14382.09	16299.70	479.40
23	2023-7B	25	35	25	2.00	2.00	1.50	7.00	5.50	1.00	8516.67	10065.15	340.67
24	1765-4Y	20	60	40	3.00	2.00	1.83	6.00	7.50	1.50	10238.96	12286.75	511.95
25	6775-9A	30	70	50	2.50	2.00	1.67	6.00	6.50	1.00	13140.00	15161.54	438.00
26	Y3-1988	20	80	40	2.00	2.00	1.50	5.50	7.50	1.50	15295.24	18354.29	764.76
27	5693-5C	25	65	45	2.00	2.00	1.50	6.00	6.00	1.25	13557.14	16381.55	542.29
28	8674-3Y	35	65	42.5	1.75	1.75	1.31	6.00	7.00	3.00	15493.88	22134.11	442.68

N°	Placa	Velocidad de circulación promedio (km/h)	Dinero recaudado al día (S/.)	Ganancia neta por día (S/.)	Costo de transporte			N° de días de trabajo a la semana	N° de horas de trabajo al día	Horas de circulación sin pasajeros	Km conducidos anualmente		N° de Horas trabajadas al año
					Residencia - Puente Enace (1.5km)	Terminal - Puente Enace (1.2 km)	Costo por km				Km conducidos anualmente con pasajeros	Km conducidos anualmente con y sin pasajeros	
29	8364-4B	25	65	42.5	1.75	1.75	1.31	4.50	9.00	3.00	11620.41	15493.88	464.82
30	2504-4C	35	80	57.5	3.00	4.00	2.67	5.00	4.00	2.00	7821.43	11732.14	223.47
31	B8-7964	25	50	30	2.00	2.00	1.50	6.00	6.00	1.00	10428.57	12166.67	417.14
32	0142-1Y	40	95	65	2.00	2.00	1.50	5.00	10.00	2.00	16511.90	19814.29	412.80
33	9198-9A	35	100	70	2.00	2.00	1.50	3.00	9.00	2.50	10428.57	13325.40	297.96
34	3830-0F	55	115	80	2.00	2.00	1.50	6.00	10.00	3.00	23985.71	31181.43	436.10
35	1988-1Y	35	80	45	2.00	1.75	1.40	6.00	8.00	2.50	17930.92	23534.33	512.31
36	3297-2B	45	50	27.5	2.00	1.50	1.29	7.00	4.00	1.50	14129.03	19427.42	313.98
37	4466-1B	35	70	50	2.00	1.75	1.40	6.00	6.50	1.00	15689.55	18103.33	448.27
38	0379-5B	30	75	50	2.00	2.00	1.50	5.00	6.50	2.50	13035.71	18049.45	434.52
39	3119-2B	27.5	52.5	30	2.00	1.75	1.40	5.00	7.50	2.00	9805.97	12420.90	356.58
40	0411-7C	17.5	75	50	2.00	2.00	1.50	6.00	8.00	2.00	15642.86	19553.57	893.88
41	3223-2Y	20	80	52.5	1.75	1.75	1.31	6.00	8.00	2.50	19069.39	25028.57	953.47
42	5889-HA	45	77.5	62.5	2.25	1.75	1.48	6.00	9.00	1.50	16391.95	19123.94	364.27
43	M6-26410	17.5	65	45	2.00	2.00	1.50	6.00	12.00	3.50	13557.14	17511.31	774.69
44	W69176	32.5	30	20	2.00	1.50	1.29	3.00	3.00	1.00	3633.18	4844.24	111.79
45	B20-566	25	70	50	1.75	1.75	1.31	5.50	6.00	2.00	15295.24	20393.65	611.81
46	ABU-547	35	60	45	2.00	1.50	1.29	6.00	8.00	2.50	14532.72	19074.19	415.22
47	9993-9A	25	70	40	2.00	1.50	1.29	4.00	5.00	0.75	11303.23	12998.71	452.13
48	3787-6F	22.5	75	55	2.00	1.75	1.40	6.00	6.50	1.50	16810.23	20689.52	747.12
49	AS-7396	30	60	30	2.00	1.50	1.29	6.00	5.50	2.00	14532.72	19817.34	484.42
50	C4-3549	32.5	72.5	52.5	3.50	2.50	2.21	6.00	7.50	2.00	10271.16	13010.13	316.04
51	3002-0A	25	70	55	2.00	1.50	1.29	5.00	6.00	2.00	14129.03	18838.71	565.16
											Xprom	16746.70	482.69

Los resultados son:

Salario de tripulación	6.30	(S./)h
Promedio de Km anuales conducidos	16746.70	Km/año
N° de horas trabajadas al año	482.69	h/año

Anexo N° 03-C

ENCUESTA A CONDUCTORES DE AUTOMOVILES DE TRANSPORTE PÚBLICO (TAXI)



N°	Placa	Velocidad de circulación	Costo de transporte			N° de horas de trabajo al día (de Lunes a Jueves)						N° de horas de trabajo al día (de Viernes a Domingo)						Resultados	
			Terminal Wari - Mercado F. Vivanco (3.8 km)	Terminal wari - Residencia (2.7 km)	Costo por km	Dinero recaudado al día (S./.)	Ganancia neta por día (S./.)	N° de horas de trabajo	Horas de circulación sin pasajeros	Km/día con y sin pasajeros	Km/año con y sin pasajeros	Dinero recaudado al día (S./.)	Ganancia neta por día (S./.)	N° de horas de trabajo	Horas de circulación sin pasajeros	Km/día con y sin pasajeros	Km/año con y sin pasajeros	Km/año con y sin pasajeros	N° de Horas trabajadas al año
1	B4J-051	30	7.50	5.00	1.91	80.00	50.00	6.00	1.50	52	10904.17	100.00	70.00	9.00	2.50	67	10449.83	21353.99	711.80
2	C5M-187	30	7.50	4.50	1.82	90.00	50.00	10.00	2.50	62	12891.22	120.00	70.00	12.00	3.00	82	12891.22	25782.44	859.41
3	W3B-440	35	7.00	6.00	2.03	90.00	50.00	6.50	1.50	55	11368.82	100.00	55.00	7.00	2.00	63	9896.96	21265.78	607.59
4	D3B-404	30	8.00	5.00	1.98	65.00	35.00	5.00	1.50	43	8907.64	130.00	80.00	13.50	3.50	83	12942.73	21850.37	728.35
5	C8V-318	25	7.50	5.50	2.01	100.00	70.00	10.00	2.50	62	13000.87	100.00	70.00	10.00	2.50	62	9750.65	22751.52	910.06
6	F91-202	30	7.00	5.00	1.85	80.00	50.00	7.50	2.00	55	11443.14	80.00	50.00	7.50	2.00	55	8582.36	20025.50	667.52
7	C8Q-149	35	7.50	5.00	1.91	85.00	55.00	10.00	2.50	56	11585.68	110.00	65.00	12.00	3.00	72	11244.92	22830.60	652.30
8	C7K-105	30	7.50	5.50	2.01	100.00	60.00	10.00	3.00	65	13520.90	100.00	60.00	10.00	3.00	65	10140.68	23661.58	788.72
9	B1Z-086	25	7.50	5.00	1.91	80.00	50.00	8.00	2.00	52	10904.17	95.00	60.00	10.00	2.50	62	9711.52	20615.69	824.63
10	B0G-343	40	8.00	4.50	1.89	60.00	30.00	5.00	1.50	41	8626.13	70.00	40.00	6.00	1.50	46	7257.56	15883.68	397.09
11	X1P-367	25	7.50	5.00	1.91	80.00	50.00	6.00	2.00	56	11631.11	100.00	70.00	8.00	2.00	65	10222.66	21853.77	874.15
12	Y2A-766	35	7.00	5.00	1.85	65.00	50.00	8.00	2.50	46	9633.98	65.00	50.00	8.00	2.00	44	6881.41	16515.39	471.87
13	C9M-367	25	8.00	5.00	1.98	100.00	65.00	8.00	2.00	63	13176.99	100.00	70.00	8.00	2.00	63	9882.74	23059.73	922.39
14	C7T-302	25	8.00	5.50	2.07	80.00	50.00	7.00	2.00	50	10358.04	80.00	50.00	7.00	2.00	50	7768.53	18126.57	725.06
15	C75-048	30	7.50	4.50	1.82	45.00	30.00	4.00	1.00	31	6445.61	65.00	40.00	6.00	1.50	45	6982.75	13428.36	447.61
16	D7D-398	35	8.00	5.00	1.98	90.00	50.00	9.00	2.25	57	11859.29	100.00	55.00	9.00	2.50	65	10102.36	21961.65	627.48
17	ANA-075	25	7.50	4.50	1.82	80.00	50.00	6.00	1.50	55	11458.86	100.00	65.00	8.00	2.00	69	10742.69	22201.55	888.06
18	AZK-624	30	7.00	5.00	1.85	70.00	45.00	6.00	1.50	47	9881.00	80.00	55.00	8.00	2.00	54	8469.43	18350.43	611.68
19	F7U-402	25	8.00	5.00	1.98	70.00	45.00	5.00	1.00	42	8854.94	80.00	55.00	7.00	2.00	52	8132.08	16987.02	679.48
20	ANU-564	30	7.50	6.00	2.10	100.00	45.00	10.00	2.50	60	12427.08	150.00	70.00	16.50	3.50	87	13556.81	25983.89	866.13
21	F4V-472	35	7.50	4.50	1.82	95.00	40.00	7.50	2.00	66	13788.83	95.00	40.00	7.50	2.00	66	10341.62	24130.46	689.44
22	Y1U-458	17.5	8.00	5.00	1.98	90.00	50.00	5.00	1.50	59	12333.66	100.00	60.00	6.00	2.50	72	11200.44	23534.10	1344.81
23	D1H-499	30	8.00	4.50	1.89	110.00	50.00	11.00	2.50	72	14929.83	120.00	65.00	11.00	2.00	75	11762.90	26692.73	889.76
24	SX-1610	25	8.00	5.00	1.98	95.00	55.00	10.00	2.50	60	12518.14	95.00	55.00	10.00	2.50	60	9388.60	21906.74	876.27
25	F1Y-570	35	7.50	4.50	1.82	100.00	45.00	11.00	3.00	70	14584.01	120.00	55.00	11.00	2.50	81	12656.84	27240.84	778.31
26	AJA-606	35	7.50	5.00	1.91	60.00	45.00	5.00	1.50	41	8505.25	75.00	55.00	6.50	1.75	50	7784.95	16290.20	465.43
27	V7G-023	27.5	7.50	5.00	1.91	90.00	40.00	7.00	1.50	57	11916.70	110.00	60.00	8.00	2.00	72	11244.92	23161.62	842.24
28	Y1U-570	40	8.00	6.00	2.16	110.00	85.00	8.00	2.00	64	13254.15	110.00	85.00	7.50	2.50	68	10603.32	23857.47	596.44
29	BEL-483	35	6.00	5.00	1.72	75.00	50.00	9.50	2.00	53	11038.88	105.00	75.00	11.00	2.50	75	11751.17	22790.05	651.14
30	C4P-224	30	6.00	7.00	2.09	80.00	50.00	6.00	2.50	54	11333.03	110.00	85.00	7.00	1.00	60	9428.32	20761.35	692.05
31	G8V-848	30	6.50	5.00	1.78	100.00	70.00	8.00	0.30	58	12148.79	110.00	85.00	8.00	0.30	64	10022.75	22171.54	739.05
32	X1Q-015	27.5	7.00	5.00	1.85	80.00	50.00	8.00	2.00	54	11292.57	80.00	50.00	8.00	2.00	54	8469.43	19762.01	718.62
33	W3U-586	37.5	7.00	5.00	1.85	135.00	90.00	8.00	2.50	96	20009.03	140.00	140.00	10.00	2.50	95	14821.50	34830.53	928.81
34	C2Q-559	20	7.00	5.50	1.94	95.00	50.00	10.00	2.00	59	12258.97	120.00	70.00	10.00	2.50	77	12097.67	24356.64	1217.83
35	F4H-628	47.5	9.00	6.50	2.39	125.00	85.00	11.00	2.50	64	13399.46	250.00	150.00	11.00	1.00	114	17865.94	31265.40	658.22
36	UIA-682	35	7.00	5.00	1.85	95.00	45.00	14.00	3.50	64	13409.93	135.00	85.00	14.00	3.50	91	14292.16	27702.10	791.49
37	Y1Q-322	35	6.00	5.00	1.72	65.00	40.00	6.50	2.50	52	10942.89	75.00	40.00	8.00	2.50	57	8976.59	19919.48	569.13
38	D9D-145	35	6.00	5.00	1.72	90.00	50.00	5.50	2.00	72	14922.12	120.00	75.00	8.00	2.00	87	13678.61	28600.73	817.16
39	DIR-682	35	6.50	4.50	1.69	80.00	50.00	7.50	4.00	73	15151.50	110.00	75.00	12.00	4.50	90	14011.53	29163.03	833.23
40	237-532	35	6.00	5.00	1.72	125.00	65.00	11.00	4.00	99	20725.17	175.00	65.00	10.00	4.00	143	22341.73	43066.90	1230.48
41	CQW-123	40	6.50	5.50	1.87	70.00	45.00	8.00	3.00	51	10713.63	90.00	50.00	8.00	2.50	63	9861.41	20575.04	514.38
42	DOM-311	35	7.00	5.00	1.85	70.00	50.00	8.00	4.00	57	11857.20	110.00	75.00	10.00	5.00	89	13974.56	25831.76	738.05
43	COX-452	45	6.00	5.00	1.72	90.00	60.00	8.00	4.00	79	16414.33	140.00	100.00	10.00	4.50	118	18511.72	34926.06	776.13
44	B8W-281	35	8.00	5.00	2.07	90.00	60.00	8.00	3.50	62	13028.48	135.00	90.00	11.00	3.50	86	13440.44	26468.92	756.25
																	Promedio	23488.53	758.55

Los resultados se muestran a continuación:

Salario de tripulación por hora en días particulares:	6.89	(S./.)h
Salario de tripulación por hora los fines de semana:	7.51	(S./.)h
Salario de tripulación:	7.06	(S./.)h

Promedio de km anuales conducidos:	23488.53	Km/año
Promedio de horas trabajadas al año:	758.55	h/año

Anexo N° 03-D

ENCUESTA A CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO (AUTOBÚS LIGERO)



Encuesta hecha a conductores de Autobuses ligeros (minibuses) de transporte público.

Fecha de encuesta: Del 16/02/2018 al 20/02/2018

Ruta N° : 14

Paradero 1 : Terminal Norte

Longitud de recorrido(km) : 18.15

Paradero 2 : Carmen Alto

N°	Placa	Velocidad promedio (km/h)			Número de vueltas hechas al día			N° de días de trabajo a la semana	Tiempo en dar 1 vuelta completa (h)	Salario de la tripulación (Por día)		Km conducidos anualmente	N° de Horas trabajadas al año
		Veloc. (1)	Veloc. (2)	Veloc. (prom.)	N° Vuelt. (1)	N° Vuelt. (2)	N° de vuelt. (promedio)			Conductor	Ayudante		
1	A4B-738	35	25	30	6		6	5	1.21	47.50	32.50	28387.09	946.24
2	X1U-744	20	30	25	7		7	7	1.45	55.00	35.00	46365.59	1854.62
3	B2A-798	20	30	25	6	7	6.5	6	1.45	55.00	30.00	36903.22	1476.13
4	Z1L-714	30	40	35	6	7	6.5	6	1.04	50.00	35.00	36903.22	1054.38
5	F5J-569	25	35	30	6		6	7	1.21	52.50	30.00	39741.93	1324.73
6	B1G-726	20	30	25	6		6	6.5	1.45	50.00	35.00	36903.22	1476.13
7	DO-3996	20	30	25	6		6	6	1.45	55.00	30.00	34064.51	1362.58
8	Y1O-726	30	35	32.5	6		6	5	1.12	45.00	27.50	28387.09	873.45
9	Y1L-212	20	30	25	6	7	6.5	5.5	1.45	50.00	30.00	33827.95	1353.12
10	AKZ-860	40	20	30	6		6	6	1.21	50.00	35.00	34064.51	1135.48
X prom										51.00	32.00	35554.83	1285.69

Ruta N° : 8

Paradero 1 : Terminal Norte

Longitud de recorrido(km) : 22.901

Paradero 2 : Carmen Alto

N°	Placa	Velocidad promedio (km/h)			Número de vueltas hechas al día			N° de días de trabajo a la semana	Tiempo en dar 1 vuelta completa (h)	Salario de la tripulación (Por día)		Km conducidos anualmente	N° de Horas trabajadas al año
		Veloc. (1)	Veloc. (2)	Veloc. (prom.)	N° Vuelt. (1)	N° Vuelt. (2)	N° de vuelt. (promedio)			Conductor	Ayudante		
1	Y1B-706	40	30	35	6	4.5	5.25	6	1.31	47.50	32.50	37614.89	1074.71
2	ALC-829	20	25	22.5	6	-	6	7	2.04	60.00	35.00	50153.19	2229.03
3	Y1A-792	30	20	25	6	-	6	5	1.83	50.00	30.00	35823.71	1432.95
4	Z1K-780	40	20	30	5	6	5.5	5	1.53	45.00	27.50	32838.40	1094.61
5	B1E-737	30	20	25	6	-	6	6	1.83	60.00	30.00	42988.45	1719.54
6	D7O-364	20	40	30	6	-	6	6	1.53	55.00	30.00	42988.45	1432.95
7	Y1E-957	20	35	27.5	5	6	5.5	6	1.67	45.00	25.00	39406.08	1432.95
8	Y1E-751	20	25	22.5	5	6	5.5	5	2.04	50.00	30.00	32838.40	1459.48
9	B7S-965	30	20	25	6	-	6	7	1.83	55.00	35.00	50153.19	2006.13
10	Y1D-794	30	20	25	5	6	5.5	6	1.83	50.00	35.00	39406.08	1576.24
X prom										51.75	31.00	40421.08	1545.86

Ruta N° : 1

Paradero 1 : Av. Javier Heraud (Santa Elena)

Longitud de recorrido(km) : 16.6

N°	Placa	Velocidad promedio (km/h)			Número de vueltas hechas al día			N° de días de trabajo a la semana	Tiempo en dar 1 vuelta completa (h)	Salario de la tripulación (Por día)		Km conducidos anualmente	N° de Horas trabajadas al año
		Veloc. (1)	Veloc. (2)	Veloc. (prom.)	N° Vuelt. (1)	N° Vuelt. (2)	N° de vuelt. (promedio)			Conductor	Ayudante		
1	D3Q-748	20	50	35	10	-	10	6	0.95	55.00	30.00	51824.79	1480.71
2	A3K-730	30	40	35	10	-	10	6	0.95	50.00	35.00	51824.79	1480.71
3	B3S-721	20	30	25	10	-	10	7	1.33	50.00	30.00	60462.25	2418.49
4	AOC-781	30	40	35	9	-	9	6	0.95	55.00	35.00	46642.31	1332.64
5	W3D-964	20	40	30	11	-	11	7	1.10	60.00	35.00	66508.48	2216.95
6	C8Y-952	30	40	35	9	10	9.5	6	0.95	50.00	30.00	49233.55	1406.67
7	A8H-962	30	40	35	8	9	8.5	6	0.95	50.00	27.50	44051.07	1258.60
8	C7E-775	20	40	30	9	-	9	6	1.10	52.50	30.00	46642.31	1554.74
9	FIG-736	30	20	25	10	-	10	6	1.33	55.00	32.50	51824.79	2072.99
10	Y1S-734	25	-	25	10	-	10	6	1.33	50.00	30.00	51824.79	2072.99
X prom										52.75	31.50	52083.91	1729.55

Ruta N° : 3
 Longitud de recorrido(km) : 21.88

Paradero 1 : Paradero conocido como Pilacucho

N°	Placa	Velocidad promedio (km/h)			Número de vueltas hechas al día			N° de días de trabajo a la semana	Tiempo en dar 1 vuelta completa (h)	Salario de la tripulación (Por día)		Km conducidos anualmente	N° de Horas trabajadas al año	
		Veloc. (1)	Veloc. (2)	Veloc. (prom.)	N° Vuelt. (1)	N° Vuelt. (2)	N° de vuelt. (promedio)			Conductor	Ayudante			
1	ABP-756	30	40	35	7	-	7	5	1.25	50.00	30.00	39938.30	1141.09	
2	A4S-730	30	40	35	7	-	7	5	1.25	50.00	37.50	39938.30	1141.09	
3	B8S-579	40	20	30	7	-	7	7	1.46	47.50	32.50	55913.62	1863.79	
4	Y1R-960	30	40	35	8	-	8	7	1.25	55.00	30.00	63901.28	1825.75	
5	C7S-045	20	40	30	8	-	8	7	1.46	60.00	35.00	63901.28	2130.04	
6	A1O-747	35	15	25	8	-	8	5	1.75	50.00	30.00	45643.77	1825.75	
7	Z2P-736	30	40	35	7	8	7.5	7	1.25	50.00	30.00	59907.45	1711.64	
8	AUO-839	30	35	32.5	7	8	7.5	6	1.35	50.00	32.50	51349.24	1579.98	
9	D7G-966	40	20	30	8	-	8	5	1.46	55.00	32.50	45643.77	1521.46	
10	A2W-768	30	40	35	7	8	7.5	6	1.25	50.00	30.00	51349.24	1467.12	
										X prom	51.75	32.00	51748.63	1620.77

Ruta N° : 6
 Longitud de recorrido(km) : 20.499

Paradero 1 : Paradero ruta 6

N°	Placa	Velocidad promedio (km/h)			Número de vueltas hechas al día			N° de días de trabajo a la semana	Tiempo en dar 1 vuelta completa (h)	Salario de la tripulación (Por día)		Km conducidos anualmente	N° de Horas trabajadas al año	
		Veloc. (1)	Veloc. (2)	Veloc. (prom.)	N° Vuelt. (1)	N° Vuelt. (2)	N° de vuelt. (promedio)			Conductor	Ayudante			
1	Y1J-753	30	40	35	8	-	8	6	1.17	45.00	25.00	51306.07	1465.89	
2	B3E-797	30	20	25	7	8	7.5	6	1.64	50.00	30.00	48099.44	1923.98	
3	D9S-589	20	-	20	9	-	9	7	2.05	50.00	30.00	67339.22	3366.96	
4	BOE-352	30	15	22.5	8	-	8	6	1.82	50.00	30.00	51306.07	2280.27	
5	T1R-201	25	30	27.5	8	-	8	6	1.49	47.50	27.50	51306.07	1865.68	
6	Y1S-923	30	20	25	9	8	8.5	7	1.64	50.00	35.00	63598.15	2543.93	
7	A1D-705	30	40	35	7	8	7.5	6	1.17	60.00	30.00	48099.44	1374.27	
8	C3K-794	30	15	22.5	7	-	7	6	1.82	45.00	32.50	44892.81	1995.24	
9	Y1E-732	20	40	30	8	9	8.5	7	1.37	55.00	30.00	63598.15	2119.94	
10	B5O-961	35	-	35	8	-	8	6	1.17	50.00	30.00	51306.07	1465.89	
										X prom	50.25	30.00	54085.15	2040.20

Ruta N° : 10
 Longitud de recorrido (km) : 21.70

Paradero 1 : Av. Cuzco (Paradero Ruta 10)

N°	Placa	Velocidad promedio (km/h)			Número de vueltas hechas al día			N° de días de trabajo a la semana	Tiempo en dar 1 vuelta completa (h)	Salario de la tripulación (Por día)		Km conducidos anualmente	N° de Horas trabajadas al año	
		Veloc. (1)	Veloc. (2)	Veloc. (prom.)	N° Vuelt. (1)	N° Vuelt. (2)	N° de vuelt. (promedio)			Conductor	Ayudante			
1	A5M-796	40	20	30	9	-	9	6	1.45	50.00	30.00	61112.26	2037.08	
2	Y1C-959	20	30	25	8	-	8	5.5	1.74	47.50	25.00	49795.18	1991.81	
3	A6O-963	30	40	35	8	9	8.5	6	1.24	60.00	30.00	57717.14	1649.06	
4	A1C-742	40	30	35	7	-	7	5	1.24	55.00	35.00	39609.80	1131.71	
5	AUH-748	30	15	22.5	8	-	8	7	1.93	45.00	25.00	63375.68	2816.70	
6	C5O-724	20	25	22.5	8	9	8.5	6	1.93	50.00	35.00	57717.14	2565.21	
7	C2S-966	30	40	35	9	-	9	6	1.24	60.00	30.00	61112.26	1746.06	
8	ARU-822	30	40	35	8	-	8	5	1.24	55.00	30.00	45268.34	1293.38	
9	A9P-773	40	15	27.5	9	-	9	6	1.58	55.00	35.00	61112.26	2222.26	
10	C8U-735	30	20	25	8	-	8	6	1.74	50.00	30.00	54322.01	2172.88	
										X prom	52.75	30.50	55114.21	1962.61

Ruta N° : 7
 Longitud de recorrido(km) : 19.23

Paradero 1 : Paradero Ruta 7

N°	Placa	Velocidad promedio (km/h)			Número de vueltas hechas al día			N° de días de trabajo a la semana	Tiempo en dar 1 vuelta completa (h)	Salario de la tripulación (Por día)		Km conducidos anualmente	N° de Horas trabajadas al año	
		Veloc. (1)	Veloc. (2)	Veloc. (prom.)	N° Vuelt. (1)	N° Vuelt. (2)	N° de vuelt. (promedio)			Conductor	Ayudante			
1	B8E-954	30	40	35	7	8	7.5	6	1.10	50.00	25.00	45117.13	1289.06	
2	F6Z-261	30	15	22.5	6	7	6.5	6	1.71	47.50	30.00	39101.51	1737.84	
3	Y1B-964	20	25	22.5	7	8	7.5	7	1.71	50.00	32.50	52636.65	2339.41	
4	Z4Y-903	30	40	35	7	8	7.5	6	1.10	45.00	30.00	45117.13	1289.06	
5	Y1L-783	30	-	30	8	-	8	6	1.28	50.00	35.00	48124.94	1604.16	
6	Y1O-727	30	20	25	7	8	7.5	7	1.54	50.00	35.00	52636.65	2105.47	
7	A9P-773	30	40	35	9	-	9	6	1.10	55.00	35.00	54140.55	1546.87	
8	W2L-729	30	20	25	7	-	7	5	1.54	45.00	35.00	35091.10	1403.64	
9	A0T-720	30	40	35	8	-	8	5	1.10	50.00	30.00	40104.11	1145.83	
10	A2B-737	30	20	25	8	-	8	4	1.54	50.00	30.00	32083.29	1283.33	
										X prom	49.25	31.75	44415.31	1574.47

Ruta N° : 12
 Longitud de recorrido (km): 19.17

Paradero 1 : Ñawimpuquio

N°	Placa	Velocidad promedio (km/h)			Número de vueltas hechas al día			N° de días de trabajo a la semana	Tiempo en dar 1 vuelta completa (h)	Salario de la tripulación (Por día)		Km conducidos anualmente	N° de Horas trabajadas al año
		Veloc. (1)	Veloc. (2)	Veloc. (prom.)	N° Vuelt. (1)	N° Vuelt. (2)	N° de vuelt. (promedio)			Conductor	Ayudante		
1	Y1B-776	30	-	30	7	-	7	6	1.28	50.00	30.00	41980.11	1399.34
2	A0S-762	30	40	35	7	-	7	6	1.10	50.00	30.00	41980.11	1199.43
3	Y1A-961	20	30	25	5	6	5.5	6	1.53	45.00	30.00	32984.37	1319.37
4	A9M-968	30	40	35	7	8	7.5	5	1.10	60.00	35.00	37482.24	1070.92
5	C6T-389	30	20	25	7	8	7.5	5.5	1.53	55.00	35.00	41230.47	1649.22
6	B4X-734	30	40	35	7	-	7	5	1.10	50.00	25.00	34983.43	999.53
7	V0D-959	40	20	30	7	-	7	5	1.28	50.00	30.00	34983.43	1166.11
8	D6V-804	30	40	35	7	-	7	6	1.10	50.00	35.00	41980.11	1199.43
9	D1G-098	30	50	40	7	-	7	5	0.96	55.00	30.00	34983.43	874.59
10	A6W-793	20	30	25	6	8	7	5.5	1.53	50.00	30.00	38481.77	1539.27
X prom										51.50	31.00	38106.95	1241.72

Ruta N° : 9
 Longitud de recorrido (km): 15.51

Paradero 1 : Av. Gran Marical cáceres
 Paradero 2 : Terminal Norte

N°	Placa	Velocidad de circulación promedio (km/h)			Número de vueltas hechas al día			N° de días de trabajo a la semana	Tiempo en dar 1 vuelta completa (h)	Salario de la tripulación (Por día)		Km conducidos anualmente	N° de Horas trabajadas al año
		Veloc. (1)	Veloc. (2)	Veloc. (prom.)	N° Vuelt. (1)	N° Vuelt. (2)	N° de vuelt. (promedio)			Conductor	Ayudante		
1	B1M-765	30	-	30	10	-	10	6	1.03	50.00	30.00	48530.40	1617.68
2	A1F-706	30	20	25	10	9	9.5	6	1.24	60.00	35.00	46103.88	1844.16
3	A4Z-798	20	30	25	8	9	8.5	5	1.24	55.00	30.00	34375.70	1375.03
4	W2Z-726	30	15	22.5	10	-	10	5	1.38	55.00	30.00	40442.00	1797.42
5	C2P-950	30	-	30	9	8	8.5	5	1.03	45.00	27.50	34375.70	1145.86
6	ATB-756	40	20	30	10	-	10	7	1.03	50.00	35.00	56618.80	1887.29
7	B3P-752	25	30	27.5	9	10	9.5	6	1.13	50.00	30.00	46103.88	1676.50
8	B3W-726	20	30	25	10	-	10	6	1.24	60.00	30.00	48530.40	1941.22
9	Y1J-706	30	15	22.5	9	-	9	5	1.38	50.00	30.00	36397.80	1617.68
10	D80-721	20	30	25	10	-	10	5	1.24	55.00	35.00	40442.00	1617.68
X prom										53.00	31.25	43192.06	1652.05

La longitud de los recorridos están basados en el Mapa de Rutas MPH(2011)



Mapa de rutas de la ciudad de Ayacucho (2011)
 Fuente: MPH (2011)

Resultados

Los resultados de las encuestas realizadas a los conductores de transporte público se muestran en la siguiente tabla:

Ruta N°	Salario de la tripulación (Por día)		Km conducidos anualmente (Km/año)	N° de horas trabajadas al año (h/año)
	Conductor	Ayudante		
14	51.00	32.00	35554.83	1285.69
8	51.75	31.00	40421.08	1545.86
1	52.75	31.50	52083.91	1729.55
3	51.75	32.00	51748.63	1620.77
6	50.25	30.00	54085.15	2040.20
10	52.75	30.50	55114.21	1962.61
7	49.25	31.75	44415.31	1574.47
12	51.50	31.00	38106.95	1241.72
9	53.00	31.25	43192.06	1652.05
X prom	51.38	31.22	46441.26	1625.11

Resultados de la encuesta

Fuente : Elaboración propia

Salario del personal de conducción (tripulación):

Se considera el servicio de un chofer y un ayudante de cobranza para que el transporte público pueda realizarse, los montos mostrados son valores financieros.

Criterios de pago	(S/. por día)	(S/. por hora)
Salario del conductor	51.38	5.14
Salario del cobrador	31.2	3.12
Total		8.26

Salario de tripulación de conductores de autobús ligero

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 03-E

ENCUESTA HECHA : AL CONDUCTOR DE CAMIONETA TIPO LANDROVER/JEEP



N°	Placa con denominación	N° de Horas de conducción por día	Toma de datos N° 01 (momento de compra del vehículo)		Toma de datos N° 02 (momento de encuesta)		Intervalo de tiempo en años	Km/año	N° de Horas trabajadas al año
			Kilometraje N° 01	Fecha 1	Kilometraje N° 02	Fecha 2			
1	Y1D-236	1.00	30000	01/07/2014	70000	06/05/2018	3.85	10391.46	346.38
2	F56-164	4.50	54000	24/01/2014	109537	06/05/2018	4.28	12969.29	432.31
3	C8T-591	1.00	116000	15/09/2016	126374	12/05/2018	1.65	6269.06	208.97
4	D4X-101	0.75	0	18/03/2013	70368	13/05/2018	5.16	13647.35	454.91
5	G3B-690	1.00	20000	06/07/2014	43904	15/05/2018	3.86	6192.31	206.41
6	AZD-634	1.50	71400	24/01/2015	103775	15/05/2018	3.31	9790.13	326.34
7	F7H-022	2.50	0	01/03/2014	76330	25/09/2018	4.57	16692.90	556.43
8	C7M-326	6.50	48000	28/08/2018	55188	25/09/2018	0.08	93700.71	3123.36
9	V3R-33	3.50	0	30/10/2005	160000	25/09/2018	12.91	12391.26	413.04
10	F9P-385	2.00	0	07/07/2016	21630	25/09/2018	2.22	9746.77	324.89
11	X4K-177	2.00	0	27/03/2018	2760	26/09/2018	0.50	5504.92	183.50
12	-----	0.50	20000	15/08/2013	80208	28/09/2018	5.12	11751.83	391.73
13	DON-603	3.50	0	26/09/2013	166535	28/09/2018	5.01	33252.34	1108.41
14	W3Z-034	4.00	0	05/10/2017	15026	28/09/2018	0.98	15319.80	510.66
15	ANM-670	4.00	0	01/02/2016	80000	28/09/2018	2.66	30103.09	1003.44
16	F72-310	2.00	0	14/04/2014	93822	29/09/2018	4.46	21022.12	700.74
17	B4V-276	3.50	1250	15/11/2012	302293	29/09/2018	5.87	51250.32	1708.34
18	-----	1.00	0	03/06/2017	3512	29/09/2018	1.32	2654.00	88.47
19	APM-181	0.33	0	15/02/2017	23239	29/09/2018	1.62	14352.34	478.41
20	AMR-446	2.00	0	15/01/2016	2082	30/09/2018	2.71	768.38	25.61
21	AEP-477	1.50	0	28/03/2016	18308	01/10/2018	2.51	7287.26	242.91
22	AVO-338	2.36	0	10/03/2017	13967	01/10/2018	1.56	8943.78	298.13
23	AEW-051	0.83	33100	20/04/2018	34478	01/10/2018	0.45	3066.89	102.23
24	C6J-262	0.75	0	20/01/2013	60429	01/10/2018	5.70	10604.13	353.47
25	AZD-692	3.00	0	15/10/2017	21254	01/10/2018	0.96	22101.74	736.72
26	AKE-408	2.00	0	15/10/2015	36673	01/10/2018	2.96	12371.21	412.37
27	PIO-462	0.50	80000	26/06/2010	153000	01/10/2018	8.27	8825.77	294.19
28	B7U-455	0.75	0	20/09/2016	103648	01/10/2018	2.03	51054.68	1701.82
29	DOA-568	3.00	40000	15/01/2016	99699	01/10/2018	2.71	22010.24	733.67
30	AXE-547	1.00	0	16/06/2017	5620	01/10/2018	1.29	4345.97	144.87
31	APD-551	1.50	0	08/12/2016	26769	01/10/2018	1.81	14759.34	491.98
32	HIR-176	2.00	0	03/11/2017	19544	01/10/2018	0.91	21486.63	716.22
Promedio								17644.63	588.15

Anexo N° 04

Estándar de conservación actual de los pavimentos flexibles

Anexo N° 04-A
Condición del pavimento antes del mantenimiento

Vía de Javier Pérez de Cuellar
Tramo: Terminal Norte - Vía Libertadores
Longitud: 695 km

1.- N° de baches en pavimento flexible

La gravedad de los baches encontrados en la vía de estudio se pueden identificar mediante el siguiente cuadro.

Gravedad	Característica
(1)	diámetro menor a 0.2 m
(2)	diámetro entre 0.2 y 0.5 m
(3)	diámetro mayor a 0.5 m

Niveles de gravedad

Fuente: MTC (2013, p. 136)

El HDM-4 considera las dimensiones de un bache a un área de 0,1 m² y además la capacidad de volumen de cada uno de estos baches es de 10 litros es decir, 100 mm de profundidad. En base a esto se obtiene el número de baches existentes en el tramo en estudio.

Ubicación	Código de daño : 7				Gravedad	Área m ²	N° de baches
	Largo m	Ancho m	Diámetro (2r) m	Profundidad (h) m			
cuadra 09	0.4	0.6	0.5	0.07	2	0.1963	1.96
	0.3	0.45	0.375	0.06	2	0.1104	1.10
	1	1.18	1.09	0.12	3	0.9331	9.33
	0.25	0.3	0.275	0.05	2	0.0594	0.59
	1.2	1.5	1.35	0.09	3	1.4314	14.31
	1.05	1.1	1.075	0.09	3	0.9076	9.08
	1	0.7	0.85	0.07	3	0.5675	5.67
	0.4	0.2	0.3	0.05	2	0.0707	0.71
	0.5	0.42	0.46	0.06	2	0.1662	1.66
	0.84	0.6	0.72	0.08	3	0.4072	4.07
	1.2	0.7	0.95	0.1	3	0.7088	7.09
	0.6	0.8	0.7	0.09	3	0.3848	3.85
	0.6	0.9	0.75	0.12	3	0.4418	4.42
cuadra 08	0.7	0.25	0.475	0.05	2	0.1772	1.77
	0.6	0.3	0.45	0.04	2	0.1590	1.59
	0.4	0.35	0.375	0.05	2	0.1104	1.10
	2.1	0.5	1.3	0.08	3	1.3273	13.27
	0.45	0.65	0.55	0.065	3	0.2376	2.38
	0.75	1.1	0.925	0.11	3	0.6720	6.72
	0.35	0.55	0.45	0.06	2	0.1590	1.59
	0.8	0.65	0.725	0.1	3	0.4128	4.13
	1.1	0.95	1.025	0.12	3	0.8252	8.25
	1.4	0.8	1.1	0.11	3	0.9503	9.50
	0.55	0.55	0.55	0.06	3	0.2376	2.38
	1.15	0.8	0.975	0.11	3	0.7466	7.47
	0.55	0.6	0.575	0.06	3	0.2597	2.60
	0.8	0.55	0.675	0.09	3	0.3578	3.58
	0.5	0.4	0.45	0.06	2	0.1590	1.59
	0.15	0.3	0.225	0.05	2	0.0398	0.40
	0.3	0.15	0.225	0.04	2	0.0398	0.40
	1.1	1.2	1.15	0.08	3	1.0387	10.39
	0.9	1.1	1	0.1	3	0.7854	7.85
	0.3	0.3	0.3	0.05	2	0.0707	0.71
	0.5	0.25	0.375	0.07	2	0.1104	1.10
	0.8	0.6	0.7	0.1	3	0.3848	3.85
	0.5	0.6	0.55	0.05	3	0.2376	2.38
	0.65	0.61	0.63	0.06	3	0.3117	3.12
	0.3	0.17	0.235	0.05	2	0.0434	0.43
	0.9	0.95	0.925	0.11	3	0.6720	6.72
	1.2	1	1.1	0.1	3	0.9503	9.50
	0.76	0.65	0.705	0.08	3	0.3904	3.90
	0.85	0.69	0.77	0.09	3	0.4657	4.66
	1.22	1.03	1.125	0.12	3	0.9940	9.94
	0.7	1.2	0.95	0.1	3	0.7088	7.09
	0.88	0.55	0.715	0.08	3	0.4015	4.02
	1.5	0.8	1.15	0.11	3	1.0387	10.39
0.75	0.9	0.825	0.1	3	0.5346	5.35	
1.3	1.08	1.19	0.11	3	1.1122	11.12	
1.14	1.43	1.285	0.12	3	1.2969	12.97	

Ubicación	Código de daño : 7				Gravedad	Área m2	N° de baches
	Largo m	Ancho m	Diámetro (2r) m	Profundidad (h) m			
	1.07	1	1.035	0.09	3	0.8413	8.41
	0.6	0.75	0.675	0.08	3	0.3578	3.58
	0.6	0.6	0.6	0.07	3	0.2827	2.83
	0.3	0.4	0.35	0.06	2	0.0962	0.96
	0.7	0.45	0.575	0.06	3	0.2597	2.60
	1.3	1.1	1.2	0.11	3	1.1310	11.31
	0.75	0.55	0.65	0.08	3	0.3318	3.32
	0.8	0.71	0.755	0.07	3	0.4477	4.48
	0.8	1.7	1.25	0.08	3	1.2272	12.27
	1.9	1.1	1.5	0.13	3	1.7671	17.67
	0.5	0.8	0.65	0.07	3	0.3318	3.32
	0.6	0.7	0.65	0.06	3	0.3318	3.32
	1.2	0.9	1.05	0.11	3	0.8659	8.66
	0.8	1	0.9	0.08	3	0.6362	6.36
	0.6	0.4	0.5	0.06	2	0.1963	1.96
1.6	0.9	1.25	0.12	3	1.2272	12.27	
0.8	0.95	0.875	0.09	3	0.6013	6.01	
1.2	0.75	0.975	0.12	3	0.7466	7.47	
0.6	1	0.8	0.1	3	0.5027	5.03	
cuadra 07	0.3	0.2	0.25	0.05	2	0.0491	0.49
	1.3	0.6	0.95	0.08	3	0.7088	7.09
	1.4	0.8	1.1	0.1	3	0.9503	9.50
	1.5	0.9	1.2	0.11	3	1.1310	11.31
	0.8	1.02	0.91	0.09	3	0.6504	6.50
	1.5	0.9	1.2	0.1	3	1.1310	11.31
	1	0.81	0.905	0.1	3	0.6433	6.43
	1.7	1.1	1.4	0.11	3	1.5394	15.39
	2	1.15	1.575	0.14	3	1.9483	19.48
	1.5	1.6	1.55	0.13	3	1.8869	18.87
	1.03	0.94	0.985	0.09	3	0.7620	7.62
	1.4	0.9	1.15	0.09	3	1.0387	10.39
	0.8	0.9	0.85	0.1	3	0.5675	5.67
	0.82	1	0.91	0.1	3	0.6504	6.50
	0.8	0.9	0.85	0.09	3	0.5675	5.67
	0.5	0.5	0.5	0.06	2	0.1963	1.96
	0.96	0.83	0.895	0.06	3	0.6291	6.29
	1.3	0.8	1.05	0.1	3	0.8659	8.66
	0.3	0.2	0.25	0.05	2	0.0491	0.49
	0.8	0.52	0.66	0.07	3	0.3421	3.42
1.2	0.95	1.075	0.1	3	0.9076	9.08	
1.33	1.46	1.395	0.1	3	1.5284	15.28	
1.1	0.9	1	0.11	3	0.7854	7.85	
1.2	0.8	1	0.09	3	0.7854	7.85	
1.2	1	1.1	0.1	3	0.9503	9.50	
1.7	1.2	1.45	0.11	3	1.6513	16.51	
0.75	0.55	0.65	0.06	3	0.3318	3.32	
0.5	0.6	0.55	0.05	3	0.2376	2.38	
0.2	0.3	0.25	0.06	2	0.0491	0.49	
1.38	1.56	1.47	0.12	3	1.6972	16.97	
cuadra 05	0.5	0.93	0.715	0.06	3	0.4015	4.02
	0.71	0.76	0.735	0.06	3	0.4243	4.24
	0.35	0.4	0.375	0.05	2	0.1104	1.10
	0.84	0.78	0.81	0.06	3	0.5153	5.15
1.3	1.75	1.525	0.12	3	1.8265	18.27	
cuadra 03	0.76	0.95	0.855	0.1	3	0.5741	5.74
	0.9	0.8	0.85	0.08	3	0.5675	5.67
	0.8	0.7	0.75	0.07	3	0.4418	4.42
	0.3	0.4	0.35	0.05	2	0.0962	0.96
cuadra 01	0.6	0.45	0.525	0.06	3	0.2165	2.16
	0.5	0.25	0.375	0.05	2	0.1104	1.10
	1.1	0.8	0.95	0.08	3	0.7088	7.09
						68.2114	682

Se considera que el N° de baches necesario para el inicio de bacheo es 680 baches en una longitud de 0.695 Km

El Software requiere el ingreso del N° de baches por kilómetro para iniciar la intervención, sin embargo el mantenimiento que se realiza en la ciudad, esta determinado por la densidad de baches en los pavimentos y no por el N° de baches que pueda haber el un km, en este sentido se asume que el N° de baches necesario para una intervención es de 680 baches por km.

Anexo N° 04-B

Procedimiento constructivo

CITA (1): "La reposición debe efectuarse con materiales de las mismas características de la acera o pavimento original, excepto en caso de los pavimentos de concreto hidráulico rehabilitados con una sobre capa asfáltica de superficie, en que alternativamente se podrá hacer una reposición con un pavimento de concreto asfáltico con el mismo número estructural que el pavimento mixto existente." RNE CE-10



Relleno de bache con concreto hidráulico en Pavimento Asfáltico de la Av. Javier Pérez de Cuellar.

En las fotos anteriores, se muestra que el concreto esta siendo utilizado para rellenar los baches en el tramo de la Av. Javier Pérez de Cuellar (cuadra N° 06) construido con pavimento flexible, contradiciendo la cita (1).

CITA (2): El parchado, superficial y profundo en la calzada debe ser realizada en el menor tiempo posible después de que los baches se han desarrollado y su aparición es visible en el pavimento. MTC (2013)



Condición de la Av. Javier Pérez de Cuellar (cuadra N° 8), antes del mantenimiento.

La cantidad de baches mostrados en la imagen anterior indican que los procedimientos correctivos no se llevan a cabo con prontitud, y tienen que llegar a cierto nivel de deterioro para que sean reparados.

CITA (3): "Identificar las zonas deterioradas y proceder a delimitarlas con pintura dándoles forma rectangular o cuadrada, cuyos lados deberán ser paralelos y perpendiculares al eje de la vía y deberá cubrir unos 30 cm de superficie circundante de pavimento en buen estado." MTC(2013)



Baches sin delimitación paralela ni perpendicular a la vía de 0.3m sobre la superficie circundante para corte.

La fotografía mostrada respecto al procedimiento de corte y delimitación de área de bache contradice a la cita (3).

CITA (4): "...Posteriormente a la delimitación de la zona deteriorada, la carpeta asfáltica se debe cortar de manera que las paredes queden verticales. ... La remoción debe alcanzar hasta una profundidad en que las mezclas no presenten signos de agrietamientos o fisuras. ... En la reparación de otro tipo de daños se deben retirar las capas asfálticas y continuar la base y/o la subbase hasta encontrar una superficie firme y densa." MTC (2013)



En el procedimiento de "bacheo" de la MPH no existe remoción de las zonas afectadas
Fuente: Elaboración propia

CITA (5): "...En caso de que se decida el reemplazo de capas granulares de base y/o subbase se colocará un solo tipo de material de reemplazo, que se ajustará a los requisitos de la base. MTC (2013)

CITA (6): "...Una vez que el material de la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada. ...Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa." MTC (2013)



Reemplazo de base en un bache profundo
Fuente: Elaboración propia

La imagen muestra que la compactación realizada, no llega a la densidad de base existente del actual pavimento flexible, este proceso constructivo contradice a la cita (6)

CITA (7): "... Se deben limpiar mediante un barrido enérgico, que elimine todas las partículas sueltas y luego, de preferencia mediante soplado, retirar el polvo. las paredes deben quedar firmes y perfectamente limpias. El fondo de la excavación se debe imprimir utilizando el asfalto diluido tipo MC-30 o emulsiones de imprimación y las paredes limpias se deben recubrir con el riego de liga mediante escobillones u otros elementos similares que permitan esparcir el ligante uniformemente (generalmente la dosificación está comprendida entre 1,3 l/m² y 2,4 l/m²)." MTC (2013)



Se observa que la cantidad de ligante no llega a lo sugerido en la cita (7).
Fuente: Elaboración propia



Expansión del material bituminoso sobre la superficie
Fuente: Elaboración propia

CITA (8): "... Se debe verificar que la emulsión haya alcanzado la rotura o que la imprimación haya penetrado debidamente y luego la mezcla asfáltica se debe extender y nivelar mediante rastrillos, colocando la cantidad adecuada para que sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante. En los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona, se deberá recortar la mezcla de manera de dejar paredes verticales y retirar cualquier exceso." MTC (2013)

CITA (9): "... La compactación deberá realizarse con un rodillo neumático o liso de 3 toneladas a 5 toneladas de peso. Alternativamente, se podrá usar un rodillo manual, dependiendo del espesor de la capa por compactar. El desnivel máximo tolerable entre la zona reparada y el pavimento que la rodea será de 3 mm." MTC (2013)



Uso de compactador manual para la capa superficial

Anexo 04-C

Condición del pavimento después del mantenimiento

Vía de Javier Pérez de Cuellar
 Tramo: Terminal Norte - Vía Libertadores
 Longitud: 695 km

1.- N° de baches en el pavimento flexible

La gravedad de los baches encontrados en la vía de estudio se pueden identificar mediante el siguiente cuadro.

Gravedad	Característica
(1)	diámetro menor a 0,2 m
(2)	diámetro entre 0,2 y 0,5 m
(3)	diámetro mayor a 0,5 m

Niveles de gravedad

Fuente: Manual de carreteras - Conservación vial
 MTC (2013, p. 136)

El HDM-4 considera las dimensiones de un bache a un área de 0,1 m² y además la capacidad de volumen de cada uno de estos baches es de 10 litros es decir, 100 mm de profundidad. En base a esto se obtiene el número de baches existentes en el tramo en estudio.

Ubicación	Código de daño : 7				Gravedad	Área m ²	N° de baches
	Largo m	Ancho m	Diámetro (2r) m	Profundidad (h) m			
cuadra 09	0.43	0.62	0.525	0.07	3	0.2165	2.16
	0.27	0.28	0.275	0.06	2	0.0594	0.59
cuadra 08	0.72	0.26	0.49	0.05	2	0.1886	1.89
	0.3	0.6	0.45	0.05	2	0.1590	1.59
	0.33	0.16	0.245	0.05	2	0.0471	0.47
	0.3	0.18	0.24	0.06	2	0.0452	0.45
	0.58	0.6	0.59	0.08	3	0.2734	2.73
	0.3	0.2	0.25	0.06	2	0.0491	0.49
cuadra 07	0.3	0.22	0.26	0.06	2	0.0531	0.53
	0.82	1.05	0.935	0.10	3	0.6866	6.87
	1.02	0.81	0.915	0.11	3	0.6576	6.58
	0.32	0.2	0.26	0.05	2	0.0531	0.53
cuadra 06	0.78	0.56	0.67	0.06	3	0.3526	3.53
	0.5	0.6	0.55	0.05	3	0.2376	2.38
	0.25	0.35	0.3	0.06	2	0.0707	0.71
cuadra 05	0.52	0.95	0.735	0.07	3	0.4243	4.24
	0.3	0.35	0.325	0.05	2	0.0830	0.83
cuadra 03	0.32	0.4	0.36	0.05	2	0.1018	1.02
cuadra 01	0.48	0.28	0.38	0.05	2	0.1134	1.13
	0.12	0.2	0.16	0.05	1	0.0201	0.20
TOTAL							39

Después de la intervención aún se ha encontrado 28 baches en una longitud de 0.695 Km.

2.- Cálculo del % de intervención.

N° Baches antes de la intervención: 680













N° Baches después de la intervención de la intervención: 39

% de intervención: 94%

Anexo N° 04-D
Deterioro del bacheo realizado por la UGRS de la MPH
Seguimiento del progreso y deterioro del parchado de baches



Identificación de parchado de baches en la Av. Javier Pérez de Cuellar, cuadra 6

Parche N° 01					
	Día 1: Sábado 27 de Enero del 2018	Día 14: viernes 09 de febrero del 2018	Día 28: viernes 23 de febrero del 2018	Día 41: Viernes 09 de Marzo del 2018	
	Parche N° 02				
		Día 1: Sábado 27 de Enero del 2018	Día 14: viernes 09 de febrero del 2018	Día 28: viernes 23 de febrero del 2018	Día 41: Viernes 09 de Marzo del 2018
Parche N° 03					
		Día 1: Sábado 27 de Enero del 2018	Día 14: viernes 09 de febrero del 2018	Día 28: viernes 23 de febrero del 2018	Día 41: Viernes 09 de Marzo del 2018

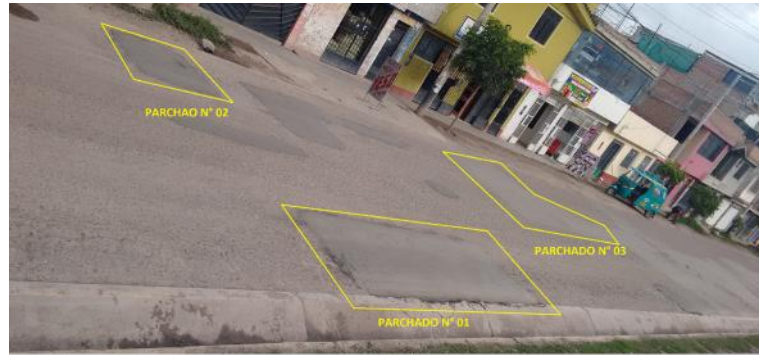
Seguimiento del progreso y deterioro del parchado de baches



Identificación de parchado de baches en la Av. Javier Pérez de Cuellar, cuadra 8

Parche N° 01					
	Día 1: Viernes 09 de Febrero del 2018	Día 14: Viernes 23 de Febrero del 2018	Día 28: Viernes 09 de Marzo del 2018	Día 91: Viernes 11 de mayo del 2018	
	Parche N° 02				
		Día 1: Viernes 09 de Febrero del 2018	Día 14: Viernes 23 de Febrero del 2018	Día 28: Viernes 09 de Marzo del 2018	Día 91: Viernes 11 de mayo del 2018
Parche N° 03					
		Día 1: Viernes 09 de Febrero del 2018	Día 14: Viernes 23 de Febrero del 2018	Día 28: Viernes 09 de Marzo del 2018	Día 91: Viernes 11 de mayo del 2018

Seguimiento del progreso y deterioro del parchado de baches



Identificación de parchado de baches en la Av. Javier Pérez de Cuellar, cuadra 8

Parchado N° 01



Día 1: Miércoles 31 de Enero del 2018



Día 14: Viernes 23 de febrero del 2018



Día 28: Viernes 09 de Marzo del 2018



Día 100: Viernes 11 de mayo del 2018

Parchado N° 02



Día 1: Miércoles 31 de Enero del 2018



Día 14: Viernes 23 de febrero del 2018



Día 28: Viernes 09 de Marzo del 2018



Día 100: Viernes 11 de mayo del 2018

Parchado N° 03



Día 14: Viernes 09 de febrero del 2018



Día 28: Viernes 23 de febrero del 2018



Día 28: Viernes 09 de Marzo del 2018















Día 91: Viernes 11 de Mayo del 2018

Seguimiento del progreso y deterioro del parchado de baches



Identificación de parchado de baches en la Av. Javier Pérez de cuellar, Cuadra 9

Parchado N° 01					
	Día 1: Viernes 09 de Febrero del 2018	Día 14: Viernes 23 de Febrero del 2018	Día 28: Viernes 09 de Marzo del 2018	Día 91: Viernes 11 de Mayo del 2018	
	Parchado N° 02				
		Día 1: Viernes 09 de Febrero del 2018	Día 14: Viernes 23 de Febrero del 2018	Día 28: Viernes 09 de Marzo del 2018	Día 91: Viernes 11 de Mayo del 2018
Parchado N° 03					
		Día 1: Viernes 09 de Febrero del 2018	Día 14: Viernes 23 de Febrero del 2018	Día 28: Viernes 09 de Marzo del 2018	Día 91: Viernes 11 de Mayo del 2018

Anexo N° 04-E

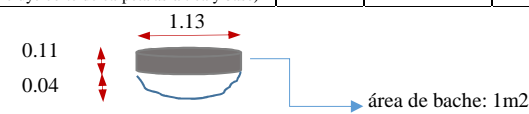
Costo de bacheo por m2, según los criterios de la UGRS-MPH

Con la finalidad de obtener el costo de mantenimiento, que se tendría si se sigue con el criterio de conservación actual que la MPH tiene para los pavimentos flexibles dentro de la ciudad, se obtiene una proyección de los costos en cada una de las calles analizadas, en función a los trabajos actuales y presupuesto manejado por dicha entidad.

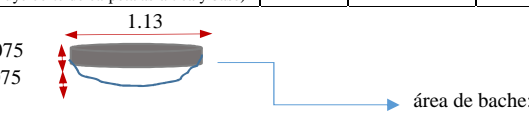
El anexo N° 04-B (procedimiento constructivo), evidencia actividades y partidas obviadas en el procedimiento de bacheo ejecutado por la UGRS-MPH, pero que sin embargo, están considerados en el presupuesto del proyecto "Mejoramiento de los sistemas de evacuación de las aguas pluviales, transitabilidad peatonal y vehicular del sector oeste del distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho", en base al cual, se obtienen los cuadros que a continuación se muestran.

Las actividades obviadas al momento de la ejecución del parchado son: Corte del pavimento deteriorado, perfilado y compactado de subrasante en zona de corte, Eliminación de material excedente como se muestran en los cuadros siguientes.

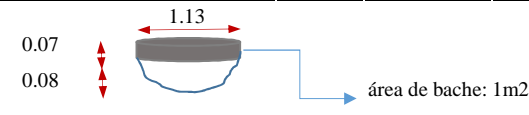
Según observaciones realizadas al procedimiento de "bacheo" ejecutado por la entidad responsable de esta actividad, se ha obtenido el siguiente costo por m2 de bacheo, considerando una profundidad de 0.15 m, diámetro de 1.13 m y 1m2 de área por bache.

N°	Descripción	Unidad	Precio unitario	Metrado	Costo
1	Trazo y replanteo	m2	S/. 1.00	1.00	S/. 1.00
2	Limpieza de terreno	m2	S/. 0.38	1.00	S/. 0.38
3	(incluye corte de carpeta asfáltica y base)	m3	S/. 36.45	0.00	S/. 0.00
 <p style="text-align: center;"> $Volum. casquete esf. = \frac{1}{3} \pi h \left(\frac{3(h^2 + r^2)}{2} - h^2 \right)$ </p> <p style="text-align: center;"> $r = 0.56 \quad \left. \begin{array}{l} V_{bache} = 0.077 \text{ m}^3 \\ h = 0.15 \quad V_{base} = 0.040 \text{ m}^3 \end{array} \right\}$ </p>					
4	Cambio de base e=0.04 m	m3	S/. 78.22	0.05	S/. 3.75
5	Perfilado y compactado de subrasante en zonas de corte	m2	S/. 1.11	0.00	S/. 0.00
6	Imprimación asfáltica	m2	S/. 4.70	1.39	S/. 6.53
7	Carpeta asfáltica e=5cm	m2	S/. 73.74	1.00	S/. 73.74
8	Eliminación de material excedente	m3	S/. 15.10	0.00	S/. 0.00
Costo de reparación de 1 m2 de bache = 85.41					

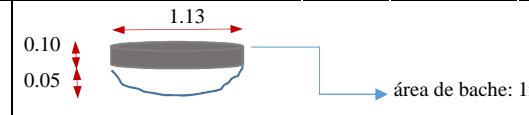
Costo por m2 del bacheo en la Av Javier Pérez de Cuellar (incluye IGV 18%)
Fuente: Elaboración propia

N°	Descripción	Unidad	Precio unitario	Metrado	Costo
1	Trazo y replanteo	m2	S/. 1.00	1.00	S/. 1.00
2	Limpieza de terreno	m2	S/. 0.38	1.00	S/. 0.38
3	(incluye corte de carpeta asfáltica y base)	m3	S/. 36.45	0.00	S/. 0.00
 <p style="text-align: center;"> $Volum. casquete esf. = \frac{1}{3} \pi h \left(\frac{3(h^2 + r^2)}{2} - h^2 \right)$ </p> <p style="text-align: center;"> $r = 0.56 \quad \left. \begin{array}{l} V_{bache} = 0.077 \\ h = 0.15 \quad V_{base} = 0.075 \end{array} \right\}$ </p>					
4	Cambio de base e=0.075m	m3	S/. 78.22	0.09	S/. 7.04
5	Perfilado y compactado de subrasante en zonas de corte	m2	S/. 1.11	0.00	S/. 0.00
6	Imprimación asfáltica	m2	S/. 4.70	1.27	S/. 5.95
7	Carpeta asfáltica e=7.5 cm	m2	S/. 50.76	1.00	S/. 50.76
8	Eliminación de material excedente	m2	S/. 15.10	0.00	S/. 0.00
Costo de reparación de 1 m2 de bache = 65.13					

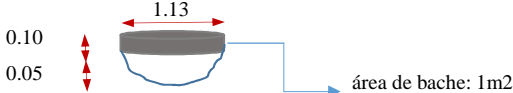
Costo por m2 del bacheo en la Av Los Incas (incluye IGV 18%)
Fuente: Elaboración propia

N°	Descripción	Unidad	Precio unitario	Metrado	Costo
1	Trazo y replanteo	m2	S/. 1.00	1.00	S/. 1.00
2	Limpieza de terreno	m2	S/. 0.38	1.00	S/. 0.38
3	Corte de pavimento deteriorado (incluye corte de carpeta asfáltica y base)	m3	S/. 36.45	0.00	S/. 0.00
 <p>0.07 0.08</p> <p>1.13</p> <p>área de bache: 1m2</p> $Volum. casquete esf. = \frac{1}{3} \pi h \left(\frac{3(h^2 + r^2)}{2} - h^2 \right)$ <p>r = 0.56 } Vbache = 0.077 h = 0.15 } Vbase = 0.080</p>					
4	Cambio de base e=0.14m	m3	S/. 78.22	0.10	S/. 7.51
5	Perfilado y compactado de subrasante en zonas de corte	m2	S/. 1.11	0.00	S/. 0.00
6	Imprimación asfáltica	m2	S/. 4.70	1.25	S/. 5.87
7	Carpeta asfáltica e=7 cm	m2	S/. 46.93	1.00	S/. 46.93
8	Eliminación de material excedente	m3	S/. 15.10	0.00	S/. 0.00
Costo de reparación de 1 m2 de bache = 61.68					


Costo por m2 del bacheo en el Jr. José Olaya (incluye IGV 18%)
Fuente: Elaboración propia

N°	Descripción	Unidad	Precio unitario	Metrado	Costo
1	Trazo y replanteo	m2	S/. 1.00	1.00	S/. 1.00
2	Limpieza de terreno	m2	S/. 0.38	1.00	S/. 0.38
3	Corte de pavimento deteriorado (incluye corte de carpeta asfáltica y base)	m3	S/. 36.45	0.00	S/. 0.00
 <p>0.10 0.05</p> <p>1.13</p> <p>área de bache: 1m2</p> $Volum. casquete esf. = \frac{1}{3} \pi h \left(\frac{3(h^2 + r^2)}{2} - h^2 \right)$ <p>r = 0.56 } Vbache = 0.077 h = 0.15 } Vbase = 0.050</p>					
4	Cambio de base e=0.10m	m3	S/. 78.22	0.06	S/. 4.69
5	Perfilado y compactado de subrasante en zonas de corte	m2	S/. 1.11	0.00	S/. 0.00
6	Imprimación asfáltica	m2	S/. 4.70	1.35	S/. 6.37
7	Carpeta asfáltica e=10 cm	m2	S/. 67.04	1.00	S/. 67.04
8	Eliminación de material excedente	m3	S/. 15.10	0.00	S/. 0.00
Costo de reparación de 1 m2 de bache = 79.48					

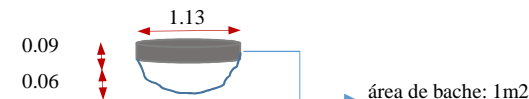
Costo por m2 del bacheo en la Av. Independencia (incluye IGV 18%)
Fuente: Elaboración propia

N°	Descripción	Unidad	Precio unitario	Metrado	Costo
1	Trazo y replanteo	m2	S/. 1.00	1.00	S/. 1.00
2	Limpieza de terreno	m2	S/. 0.38	1.00	S/. 0.38
3	Corte de pavimento deteriorado (incluye corte de carpeta asfáltica y base)	m3	S/. 36.45	0.00	S/. 0.00
	 <p style="text-align: center;"> $Volum. casquete esf. = \frac{1}{3} \pi h \left(\frac{3(h^2 + r^2)}{2} - h^2 \right)$ </p> <p style="text-align: center;"> $r = 0.56$ } $V_{bache} = 0.077$ $h = 0.15$ } $V_{base} = 0.050$ </p>				
4	Cambio de base e=0.10m	m3	S/. 78.22	0.06	S/. 4.69
5	Perfilado y compactado de subrasante en zonas de corte	m2	S/. 1.11	0.00	S/. 0.00
6	Imprimación asfáltica	m2	S/. 4.70	1.35	S/. 6.37
7	Carpeta asfáltica e = 10 cm	m2	S/. 67.04	1.00	S/. 67.04
8	Eliminación de material excedente	m3	S/. 15.10	0.00	S/. 0.00
Costo de reparación de 1 m2 de bache = 79.48					


Costo por m2 del bacheo en la Av Ramón Castilla (incluye IGV 18%)
Fuente: Elaboración propia

N°	Descripción	Unidad	Precio unitario	Metrado	Costo
1	Trazo y replanteo	m2	S/. 1.00	1	S/. 1.00
2	Limpieza de terreno	m2	S/. 0.38	1	S/. 0.38
3	Corte de pavimento deteriorado (incluye corte de carpeta asfáltica y base)	m3	S/. 36.45	0.00	S/. 0.00
	 <p style="text-align: center;"> $Volum. casquete esf. = \frac{1}{3} \pi h \left(\frac{3(h^2 + r^2)}{2} - h^2 \right)$ </p> <p style="text-align: center;"> $r = 0.56$ } $V_{bache} = 0.077$ $h = 0.15$ } $V_{base} = 0.060$ </p>				
4	Cambio de base e=0.11m	m3	S/. 78.22	0.07	S/. 5.63
5	Perfilado y compactado de subrasante en zonas de corte	m2	S/. 1.11	0.00	S/. 0.00
6	Imprimación asfáltica	m2	S/. 4.70	1.32	S/. 6.20
7	Carpeta asfáltica e = 9 cm	m2	S/. 60.34	1.00	S/. 60.34
8	Eliminación de material excedente	m3	S/. 15.10	0.00	S/. 0.00
Costo de reparación de 1 m2 de bache = 73.55					

Costo por m2 del bacheo en el Jr. Carlos F. Vivanco (incluye IGV 18%)
Fuente: Elaboración propia

N°	Descripción	Unidad	Precio unitario	Metrado	Costo
1	Trazo y replanteo	m2	S/. 1.00	1.00	S/. 1.00
2	Limpieza de terreno	m2	S/. 0.38	1.00	S/. 0.38
3	Corte de pavimento deteriorado (incluye corte de carpeta asfáltica y base)	m3	S/. 36.45	0.00	S/. 0.00
 <p>0.09 0.06</p> <p>1.13</p> <p>área de bache: 1m2</p> $Volum. casquete esf. = \frac{1}{3} \pi h \left(\frac{3(h^2 + r^2)}{2} - h^2 \right)$ <p>r = 0.56 } Vbache = 0.077 h = 0.15 } Vbase = 0.060</p>					
4	Cambio de base e=0.06m	m3	S/. 78.22	0.07	S/. 5.63
5	Perfilado y compactado de subrasante en zonas de corte	m2	S/. 1.11	0.00	S/. 0.00
6	Imprimación asfáltica	m2	S/. 4.70	1.32	S/. 6.20
7	Carpeta asfáltica e=9cm	m2	S/. 60.34	1.00	S/. 60.34
8	Eliminación de cambio de base	m3	S/. 15.10	0.00	S/. 0.00
Costo de reparación de 1 m2 de bache = 73.55					

Costo por m2 del bacheo en la Av. 26 de Enero (incluye IGV 18%)
Fuente: Elaboración propia

N°	Descripción	Unidad	Precio unitario	Metrado	Costo
1	Trazo y replanteo	m2	S/. 1.00	1.00	S/. 1.00
2	Limpieza de terreno	m2	S/. 0.38	1.00	S/. 0.38
3	Corte de pavimento deteriorado (incluye corte de carpeta asfáltica y base)	m3	S/. 36.45	0.00	S/. 0.00
 <p>0.09 0.06</p> <p>1.13</p> <p>área de bache: 1m2</p> $Volum. casquete esf. = \frac{1}{3} \pi h \left(\frac{3(h^2 + r^2)}{2} - h^2 \right)$ <p>r = 0.56 } Vbache = 0.077 h = 0.15 } Vbase = 0.060</p>					
4	Cambio de base e=0.06m	m3	S/. 78.22	0.07	S/. 5.63
5	Perfilado y compactado de subrasante en zonas de corte	m2	S/. 1.11	0.00	S/. 0.00
6	Imprimación asfáltica	m2	S/. 4.70	1.32	S/. 6.20
7	Carpeta asfáltica e=9cm	m2	S/. 60.34	1.00	S/. 60.34
8	Eliminación de cambio de base	m3	S/. 15.10	0.00	S/. 0.00
Costo de reparación de 1 m2 de bache = 73.55					

Costo por m2 del bacheo en el Jr. Quinua (incluye IGV 18%)
Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 05

Análisis de precios unitarios para el mantenimiento de las Alternativas 1 y 2.

**Análisis de costos unitarios de partidas requeridas para el mantenimiento de la alternativa 1
(pavimento rígido)**

Resellado de juntas

Rendimiento: m/día			Costo unitario por m ²		7.80
Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Retiro de sello de juntas	m		1.000	1.000	0.915
Sellado de juntas	m		1.000	8.070	6.889

Sub partida: Retiro de sello en juntas

Rendimiento: 1000 m/día			Costo unitario por m ²		0.915
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh	0.1	0.001	20.713	0.017
Peón	hh	8.0	0.064	13.620	0.872
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.000	0.888	0.027

Sub partida: Sellado de juntas

Rendimiento: 100 m/día			Costo unitario por m ²		6.889
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh	0.10	0.0080	20.713	0.166
Oficial	hh	1.00	0.0800	15.180	1.214
Peón	hh	1.00	0.0800	13.620	1.090
Materiales					
Leña	CGA		0.040	40.000	1.600
Asfalto RC-250	gln		0.133	15.000	1.995
Arena gruesa	m3		0.015	50.000	0.750
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		3.000	2.470	0.074

Fuente: Vega(2018)

**Análisis de costos unitarios de partidas requeridas para el mantenimiento de la alternativa 2
(pavimento flexible)**

Sellado de fisuras

Rendimiento: 1000 m/día			Costo unitario por m		4.08
Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Capataz	hh	0.1	0.0008	20.713	0.02
Operario	hh	3	0.024	18.83	0.45
Oficial	hh	2	0.016	15.18	0.24
Peón	hh	6	0.048	13.62	0.65
Materiales					
Sellador elastomérico	kg		0.3	7.5	2.25
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		5.00%	1.3651	0.0683
Compresora neumática 250-330 PCM, 87 HP	hm	1	0.005	80	0.4000

Fuente: Proviás Nacional

Sellado asfáltico

Rendimiento: 2400 m ² /día		Costo unitario por m ²		6.63	
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Capataz	hh	0,5	0.0017	20.713	0.03
Oficial	hh	1	0.0033	15.18	0.05
Peón	hh	8	0.0267	13.62	0.36
Materiales					
Emulsión asfáltica CSS-1 H	gln		0.264	15	3.96
Arena	m3		0.0057	65	0.3705
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.4483	0.0224
Barredora mecánica 10-20 HP	hm	1	0.0033	50.00	0.1667
Rodillo neumático autopropulsado 81-100HP 5.5-20 ton	hm	1	0.0033	150.00	0.5000
Esparcidora de áridos	hm	1	0.0033	120.00	0.4000
Tactor de tiro de 80 HP	hm	1	0.0033	80.00	0.2667
Camión Imprimador de 1800 gl	hm	1	0.0033	150	0.5000

Fuente: Proviás Nacional

Fresado y recapeo (Av. Javier Pérez de Cuellar e=55mm)

Rendimiento: m ² /día		MO	EQ	Costo unitario por m ²		56.130
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas						
Fresado de carpeta asfáltica (55mm)	m ²		1.000	17.841	17.841	
Recapeo de carpeta asfáltica en caliente (55mm)	m ²		1.000	38.289	38.289	

Sub partida: Fresado de carpeta asfáltica de 55mm

Rendimiento: m ² /día		MO	EQ	Costo unitario por m ²		17.841
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Capataz	hh	1	0.0144	20.713	0.299	
Equipo						
Fresadora y perfiladora de pavimentos	h.m	1	0.0144	1180	17.034	
Sub partidas						
Transporte de remoción de asfalto	m3		0.2540	2.0000	0.508	

Sub partida: recapeo de carpeta asfáltica en caliente de 55mm

Rendimiento: m ² /día		MO	EQ	Costo unitario por m ²		38.289
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Capataz	hh	1	0.0024	20.713	0.05	
Operario	hh	2	0.0048	18.83	0.09	
Oficial	hh	8	0.0192	15.18	0.29	
Materiales						
Mezcla asfáltica en caliente	m3		0.0660	475.000	31.350	
Equipo						
Herramientas manuales	%mo		3.000	0.433	0.013	
Rodillo neumático autopropulsado 135 HP 9-26 TON	hm	1	0.002	150.000	0.361	
Rodillo tandem vibratorio autopropulsado 111-130 HP 9-11 TON	hm	1	0.002	150.000	0.361	
Esparcidora de asfalto vibro-acabadora 155 HP-7 m	hm	1	0.002	445.240	1.071	
Sub partida						
Riego de liga	m ²		1	4.7	4.7	

Fuente: Elaboración propia en base a Vega (2018)

Fresado y recapeo (Av. Ramón Castilla/ Av. Independencia e=50mm)

Rendimiento: m2/día	MO	EQ	Costo unitario por m2		51.500
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
Subpartidas					
Fresado de carpeta asfáltica (50mm)	m2		1.000	16.265	16.265
Recapeo de carpeta asfáltica en caliente (50mm)	m2		1.000	35.235	35.235

Sub partida: Fresado de carpeta asfáltica de 50mm

Rendimiento: m2/día	MO	EQ	Costo unitario por m2		16.265
	610	610	Cantidad	Precio S/.	
Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra					
Capataz	hh	1	0.0131	20.713	0.272
Equipo					
Fresadora y perfiladora de pavimentos	h.m	1	0.0131	1180	15.486
Sub partidas					
Transporte de remoción de asfalto	m3		0.2540	2.0000	0.508

Sub partida: recapeo de carpeta asfáltica en caliente de 50mm

Rendimiento: m2/día	MO	EQ	Costo unitario por m2		35.235
	3658	3658	Cantidad	Precio S/.	
Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra					
Capataz	hh	1	0.0022	20.713	0.05
Operario	hh	2	0.0044	18.83	0.08
Oficial	hh	8	0.0175	15.18	0.27
Materiales					
Mezcla asfáltica en caliente	m3		0.0600	475.000	28.500
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		3.000	0.393	0.012
Rodillo neumático autopropulsado 135 HP 9-26 TON	hm	1	0.002	150.000	0.328
Rodillo tandem vibratorio autopropulsado 111-130 HP 9-11 TON	hm	1	0.002	150.000	0.328
Esparcidora de asfalto vibro-acabadora 155 HP-7 m	hm	1	0.002	445.240	0.974
Sub partida					
Riego de liga	m2		1	4.7	4.7

Fuente: Elaboración propia en base a Vega (2018)

Fresado y recapeo (Av. José Olaya/Av. Los Incas e=35mm)

Rendimiento: m2/día	MO	EQ	Costo unitario por m2		37.61
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
Subpartidas					
Fresado de carpeta asfáltica (35mm)	m2		1.000	11.538	11.538
Recapeo de carpeta asfáltica en caliente (35mm)	m2		1.000	26.075	26.075

Sub partida: Fresado de carpeta asfáltica de 35mm

Rendimiento: m2/día	MO	EQ	Costo unitario por m2		11.538
	871	871	Cantidad	Precio S/.	
Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra					
Capataz	hh	1	0.0092	20.713	0.190
Equipo					
Fresadora y perfiladora de pavimentos	h.m	1	0.0092	1180	10.840
Sub partidas					
Transporte de remoción de asfalto	m3		0.2540	2.0000	0.508

Sub partida: recapeo de carpeta asfáltica en caliente de 35mm

Rendimiento: m2/día	MO	EQ	Costo unitario por m2		26.075
	5225	5225			
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Capataz	hh	1	0.0015	20.713	0.03
Operario	hh	2	0.0031	18.83	0.06
Oficial	hh	8	0.0122	15.18	0.19
Materiales					
Mezcla asfáltica en caliente	m3		0.0420	475.000	19.950
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		3.000	0.275	0.008
Rodillo neumático autopropulsado 135 HP 9-26 TON	hm	1	0.002	150.000	0.230
Rodillo tandem vibratorio autopropulsado 111-130 HP 9-11 TON	hm	1	0.002	150.000	0.230
Esparcidora de asfalto vibro-acabadora 155 HP-7 m	hm	1	0.002	445.240	0.682
Sub partida					
Riego de liga	m2		1	4.7	4.7

Fuente: Elaboración propia en base a Vega (2018)

Fresado y recapeo (Av. 26 Enero/F.Vivanco/Jr. Quinua e=45mm)

Rendimiento: m2/día	MO	EQ	Costo unitario por m2		46.871
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas					
Fresado de carpeta asfáltica (45mm)	m2		1.000	14.690	14.690
Recapeo de carpeta asfáltica en caliente (45mm)	m2		1.000	32.182	32.182

Sub partida: Fresado de carpeta asfáltica de 45mm

Rendimiento: m2/día	MO	EQ	Costo unitario por m2		14.690
	677	677			
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Capataz	hh	1	0.0118	20.713	0.245
Equipo					
Fresadora y perfiladora de pavimentos	h.m	1	0.0118	1180	13.937
Sub partidas					
Transporte de remoción de asfalto	m3		0.2540	2.0000	0.508

Sub partida: recapeo de carpeta asfáltica en caliente de 45mm

Rendimiento: m2/día	MO	EQ	Costo unitario por m2		32.182
	4064	4064			
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Capataz	hh	1	0.0020	20.713	0.04
Operario	hh	2	0.0039	18.83	0.07
Oficial	hh	8	0.0157	15.18	0.24
Materiales					
Mezcla asfáltica en caliente	m3		0.0540	475.000	25.650
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		3.000	0.354	0.011
Rodillo neumático autopropulsado 135 HP 9-26 TON	hm	1	0.002	150.000	0.295
Rodillo tandem vibratorio autopropulsado 111-130 HP 9-11 TON	hm	1	0.002	150.000	0.295
Esparcidora de asfalto vibro-acabadora 155 HP-7 m	hm	1	0.002	445.240	0.876
Sub partida					
Riego de liga	m2		1	4.7	4.7

Fuente: Elaboración propia en base a Vega (2018)

Anexo N° 06

Variación de temperatura de la losa y frecuencia de tráfico

Anexo N° 06

Variación de temperatura de la losa y frecuencia de tráfico

Para Calcular las variaciones de temperatura entre la parte superior e inferior de la losa se hace uso las siguientes expresiones:

$$\Delta T(+) = 12,33 \frac{2385,715}{D} + 0,707.WIND + 0,596.TEMP - 5,924(10^{-4}) \times PRECIP$$

$$\Delta T(-) = 28,62 \frac{2377,897}{D} + 0,817.WIND + 0,227.TEMP - 2,884(10^{-4}) \times PRECIP$$

Donde:

$\Delta T(+)$: Diferencial de temperatura positivo, °C

$\Delta T(-)$: Diferencial de temperatura negativo, °C

WIND: Velocidad media anual del viento, nudos

TEMP: Temperatura media anual del ambiente, °C

PRECIP: Precipitación anual, mm

**

La diferencia de temperatura obtenidas para cada hora del día se ha correlacionado con la frecuencia de tráfico en base a las cargas obtenidas para esas mismas horas.

Temperatura ambiental

Tráfico horario

** Las temperaturas de ambiente para 7am, 1pm y 7pm se obtuvo de SENAMHI (2018).

** Las cargas de tráfico se calculó según los recomendado en MTC(2014a), previo aforamiento



Vías Arteriales

Av. Javier Pérez de Cuellar				
D (mm): 260		WIND (nudos) 4.18	Pres 7am (mm)= 294.100	Pres 7pm (mm)= 307.700
Hora	T° ambiente (°C)	ΔT° (+)(°C)	ESALF	Frecuencia de tráfico
6.00	8.00	10.70	22731.33611	0.036007567
7.00	9.88	11.82	23194.11863	0.036740638
8.00	12.28	13.24	15913.72111	0.025208126
9.00	14.68	14.67	19142.18235	0.030322169
10.00	17.08	16.10	27011.41044	0.042787418
11.00	19.48	17.53	34040.34487	0.0539216
12.00	21.88	18.97	53784.51408	0.085197346
13.00	24.28	20.40	39619.30916	0.062758957
14.00	23.18	19.74	40311.56554	0.063855525
15.00	22.08	19.08	35427.38422	0.056118739
16.00	20.98	18.43	42346.05199	0.067078253
17.00	19.88	17.77	51379.07874	0.081307814
18.00	18.78	17.12	51166.0018	0.081049492
19.00	17.68	16.46	49105.27002	0.07778519
20.00	14.22	14.41	28081.11211	0.04481878
21.00	13.00	13.68	52734.56285	0.083534171
22.00	11.00	12.49	30208.76375	0.047852184
23.00	9.00	-13.93	5064.52874	0.008027466
0.00	7.00	-14.39	11.83731403	1.87509E-05
1.00	6.00	-14.61	3.476134412	5.50637E-06
2.00	5.50	-14.73	1.808649861	2.86499E-06
3.00	5.00	-14.84	66.67127941	0.000105611
4.00	5.00	-14.84	1927.616838	0.003053441
5.00	5.50	-14.73	8070.639435	0.012784294

Av. Ramón Castilla				
D (mm) 240		WIND (nudos) 4.18	Pres 7am (mm)= 294.100	Pres 7pm (mm)= 307.700
Hora	T° ambiente (°C)	ΔT° (+)(°C)	ESALF	Frecuencia de tráfico
6.00	8.00	9.94	10346.34	0.0374537
7.00	9.88	11.06	17443.74	0.0631462
8.00	12.28	12.48	10872.01	0.0393566
9.00	14.68	13.91	21769.82	0.0788066
10.00	17.08	15.34	24221.17	0.0876804
11.00	19.48	16.77	7082.40	0.0256382
12.00	21.88	18.20	20819.93	0.0753679
13.00	24.28	19.63	10455.34	0.0378482
14.00	23.18	18.98	14617.66	0.0529158
15.00	22.08	18.32	22413.63	0.0811371
16.00	20.98	17.67	20462.51	0.0740741
17.00	19.88	17.01	13841.03	0.0501044
18.00	18.78	16.35	21997.31	0.0796300
19.00	17.68	15.70	2116.61	0.0076621
20.00	14.22	13.65	8972.51	0.0374804
21.00	13.00	12.92	11106.15	0.0402042
22.00	11.00	11.73	13196.39	0.0477708
23.00	9.00	-13.17	11196.39	0.0477708
0.00	7.00	-13.62	6512.03	0.0235735
1.00	6.00	-13.85	3254.91	0.0117827
2.00	5.50	-13.96	67.31	0.0002437
3.00	5.00	-14.08	71.58	0.0002591
4.00	5.00	-14.08	144.43	0.0005228
5.00	5.50	-13.96	1262.60	0.0045706

Jr. José Olaya				
D (mm) 200		WIND (nudos) 4.18	Pres 7am (mm)= 294.100	Pres 7pm (mm)= 307.700
Hora	T° ambiente (°C)	ΔT° (+)(°C)	ESALF	Frecuencia de tráfico
6.00	8.00	7.95	2224.63	0.04699109
7.00	9.88	9.07	4217.13	0.08907892
8.00	12.28	10.49	704.28	0.01487656
9.00	14.68	11.92	2325.25	0.04911650
10.00	17.08	13.35	7725.99	0.16319686
11.00	19.48	14.78	9311.02	0.19667758
12.00	21.88	16.21	2287.72	0.04832368
13.00	24.28	17.64	3737.38	0.07894502
14.00	23.18	16.99	2254.58	0.04762377
15.00	22.08	16.33	4147.46	0.08760730
16.00	20.98	15.68	2500.82	0.05282499
17.00	19.88	15.02	4292.97	0.09068091
18.00	18.78	14.37	547.79	0.01157095
19.00	17.68	13.71	410.72	0.00867571
20.00	14.22	11.66	190.22	0.00401805
21.00	13.00	10.93	110.53	0.00233474
22.00	11.00	9.74	5.00	0.00010562
23.00	9.00	-11.19	2.00	0.00004225
0.00	7.00	-11.64	1.00	0.00002112
1.00	6.00	-11.87	1.00	0.00002112
2.00	5.50	-11.98	0.41	0.00000872
3.00	5.00	-12.10	0.89	0.00001884
4.00	5.00	-12.10	66.53	0.00140531
5.00	5.50	-11.98	276.21	0.00583439

Av. Javier Pérez de Cuellar		
N°	ΔT° (entre parte superior e inferior de la losa)	Frecuencia de tráfico
1.00	11.822	0.03600757
2.00	12.491	0.04785218
3.00	14.674	0.04448188
4.00	17.775	0.08130781
5.00	18.965	0.08519735
6.00	19.740	0.06385553
7.00	20.395	0.06275896
8.00	-14.580	0.01278429

Av. Ramón Castilla		
N°	ΔT° (entre parte superior e inferior de la losa)	Frecuencia de tráfico
1.00	11.727	0.06314616
2.00	12.919	0.04020418
3.00	13.910	0.07880655
4.00	15.700	0.08768043
5.00	16.770	0.07963004
6.00	17.665	0.07407409
7.00	19.631	0.03784824
8.00	-13.818	0.04777081

Jr. José Olaya		
N°	ΔT° (entre parte superior e inferior de la losa)	Frecuencia de tráfico
1.00	8.441	0.08907892
2.00	11.294	0.04911650
3.00	12.724	0.16319686
4.00	14.394	0.19667758
5.00	17.015	0.07894502
6.00	-11.210	0.00583439

Anexo N° 07

**Resultados del LCC de los pavimentos propuestos en la Av. J. Pérez de
Cuellar**

Anexo N° 07-A

Deterioro/ efectos de los trabajos.

Estado anual de la carretera (pavimento de hormigón)

Nombre del estudio: Av. Javier Pérez de Cuellar
 Fecha de ejecución: 22/10/2018

Detalles del tramo:

ID: JPC-IZQ
 Longitud: 1.01km

Descripción: Av. Javier Pérez de Cuellar
 Ancho: 7.2m Rampa + Pendiente: 5.74m/km

Clase de carretera: Secundaria
 Curvatura: 0.00°/km

Año	TM IMD	ESAL (millones/carril) YE4	Tipo de firme	Firme de hormigón						
				Regularidad media IRI (m/km) Rlav	Escalonamien o medio (mm) FAULT	Juntas desconchadas (%) SPALL	Losas Fisuradas (%) PCRACK	Fisuras deterioradas (No./km) DCRACK	Fallas (No./km) FAIL	
2018	9769	0.21	Antes trabajos	JPCPnd	20.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Despues trabajos	JPCPnd		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	10015	0.22	Antes trabajos	JPCPwd	2.65	0.20	0.00	0.04		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.20	0.00	0.04		
2020	10268	0.22	Antes trabajos	JPCPwd	2.69	0.25	0.00	0.12		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.25	0.00	0.12		
2021	10527	0.23	Antes trabajos	JPCPwd	2.73	0.30	0.00	0.25		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.30	0.00	0.25		
2022	10792	0.24	Antes trabajos	JPCPwd	2.76	0.35	0.01	0.41		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.35	0.01	0.41		
2023	11064	0.24	Antes trabajos	JPCPwd	2.79	0.39	0.01	0.60		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.39	0.01	0.60		
2024	11343	0.25	Antes trabajos	JPCPwd	2.83	0.44	0.01	0.83		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.44	0.01	0.83		
2025	11629	0.26	Antes trabajos	JPCPwd	2.86	0.49	0.02	1.10		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.49	0.02	1.10		
2026	11923	0.27	Antes trabajos	JPCPwd	2.90	0.53	0.02	1.40		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.53	0.02	1.40		
2027	12223	0.27	Antes trabajos	JPCPwd	2.93	0.58	0.03	1.74		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.58	0.03	1.74		
2028	12532	0.28	Antes trabajos	JPCPwd	2.97	0.63	0.03	2.12		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.63	0.03	2.12		
2029	12848	0.29	Antes trabajos	JPCPwd	3.00	0.67	0.03	2.53		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.67	0.03	2.53		
2030	13172	0.30	Antes trabajos	JPCPwd	3.04	0.72	0.04	2.98		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.72	0.04	2.98		
2031	13504	0.31	Antes trabajos	JPCPwd	3.08	0.77	0.04	3.47		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.77	0.04	3.47		
2032	13844	0.32	Antes trabajos	JPCPwd	3.11	0.82	0.04	4.01		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.82	0.04	4.01		
2033	14194	0.33	Antes trabajos	JPCPwd	3.15	0.87	0.05	4.58		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.87	0.05	4.58		
2034	14552	0.33	Antes trabajos	JPCPwd	3.19	0.92	0.05	5.19		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.92	0.05	5.19		
2035	14919	0.34	Antes trabajos	JPCPwd	3.23	0.97	0.05	5.85		
			Despues trabajos	JPCPwd		0.97	0.05	5.85		
2036	15295	0.35	Antes trabajos	JPCPwd	3.27	1.03	0.06	6.55		
			Despues trabajos	JPCPwd		1.03	0.06	6.55		
2037	15681	0.36	Antes trabajos	JPCPwd	3.31	1.08	0.07	7.29		
			Despues trabajos	JPCPwd		1.08	0.07	7.29		

Detalles tramo:

ID: JPC-IZQ
Longitud: 1.01km

Descripción: Av.Javier PÚrez C.
Ancho: 7.20m

Rampa + Pendiente: 5.47m/km

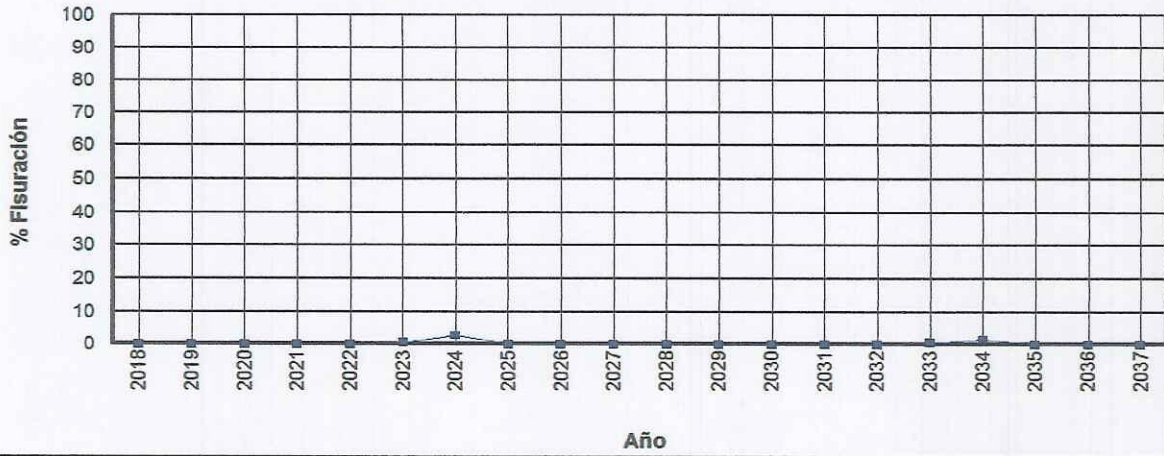
Clase de carretera: Secundaria
Curvatura: 0.00 %/km

Alternativa: Alt 2 Pavimento Flexible

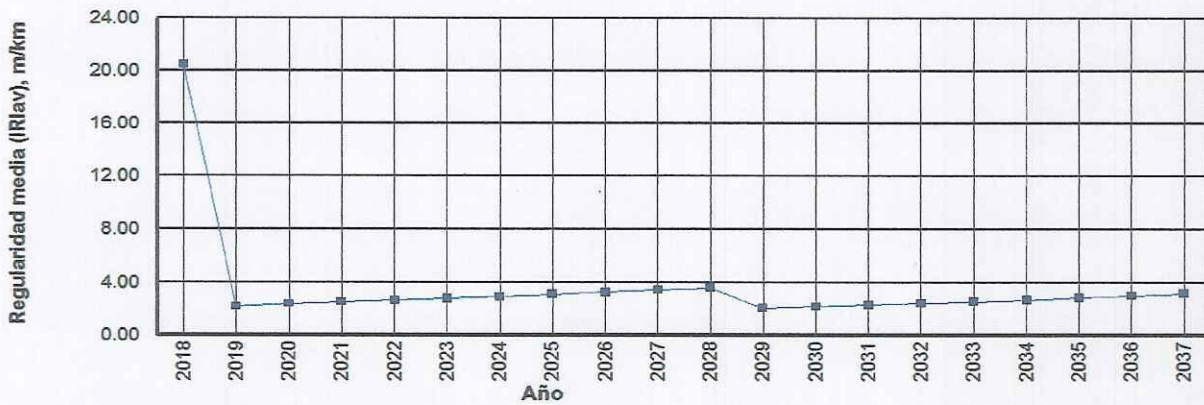
Firme Bituminoso																		
Estado a final de año																		
Año	TM IMD	ESAL (millones/ carril) YE4		Tipo de firme	Numero Estructural medio SNPK	Regularidad IRI (m/km) RI	Area Fisurada (%)				Área Peladuras (%) ARV	Baches		Área de rotura de borde (m ² /km) AEB	Roderas		Textura (mm) TD	Resistencia al deslizamiento SFC50
							Total estructural ACA	Ancha estructural ACW	Transversal Termica ACT	Fisuración total ACRA		Número por km NPT	Área (%) APOT		Profundidad media de la rodera (mm) RDM	Desv. Est. de la rodera RDS		
2018	9769	0.21	Antes trabajos	AMAB	0.00	20.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Después trabajos	AMGB	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70
2019	10015	0.22	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3.56	2.70	0.68	0.50
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3.56	2.70	0.68
2020	10268	0.22	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3.82	2.85	0.67	0.50
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3.82	2.85	0.67
2021	10527	0.23	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4.08	3.01	0.67	0.50
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4.08	3.01	0.67
2022	10792	0.24	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4.34	3.15	0.67	0.50
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4.34	3.15	0.67
2023	11064	0.24	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.84	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0	0.00	0.00	4.60	3.29	0.67	0.49
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.84	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4.60	3.29	0.67
2024	11343	0.25	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.99	2.69	0.00	0.00	2.69	0.00	0	0.00	0.00	4.86	3.43	0.67	0.49
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.99	2.69	0.00	0.00	2.69	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4.86	3.43	0.67
2025	11629	0.26	Antes trabajos	AMGB	3.48	3.17	6.92	0.00	0.00	6.92	0.00	0	0.00	0.00	5.13	3.56	0.67	0.49
			Después trabajos	STAP	3.48	3.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	5.13	3.56	0.70
2026	11923	0.27	Antes trabajos	STAP	3.50	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	5.39	3.69	0.67	0.49
			Después trabajos	STAP	3.50	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	5.39	3.69	0.67
2027	12223	0.27	Antes trabajos	STAP	3.50	3.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	5.65	3.81	0.67	0.49
			Después trabajos	STAP	3.50	3.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	5.65	3.81	0.67
2028	12532	0.28	Antes trabajos	STAP	3.50	3.68	1.51	0.00	0.00	1.51	0.00	0	0.00	0.00	5.92	3.93	0.67	0.49
			Después trabajos	AMAP	3.50	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70

2029	12848	0.29	Antes trabajos	AMAP	3.58	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.26	0.23	0.68	0.49
			Después trabajos	AMAP	3.58	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.26	0.23	0.68
2030	13172	0.30	Antes trabajos	AMAP	3.58	2.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.52	0.46	0.67	0.49
			Después trabajos	AMAP	3.58	2.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.52	0.46	0.67
2031	13504	0.31	Antes trabajos	AMAP	3.58	2.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.78	0.68	0.67	0.48
			Después trabajos	AMAP	3.58	2.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.78	0.68	0.67	0.48
2032	13844	0.32	Antes trabajos	AMAP	3.58	2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1.04	0.89	0.67	0.48
			Después trabajos	AMAP	3.58	2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1.04	0.89	0.67	0.48
2033	14194	0.33	Antes trabajos	AMAP	3.58	2.61	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0	0.00	0.00	1.30	1.10	0.67	0.48
			Después trabajos	AMAP	3.58	2.61	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0	0.00	0.00	1.30	1.10	0.67	0.48
2034	14552	0.33	Antes trabajos	AMAP	3.58	2.76	1.51	0.00	0.00	1.51	0.00	0	0.00	0.00	1.56	1.31	0.67	0.48
			Después trabajos	AMAP	3.58	2.76	1.51	0.00	0.00	1.51	0.00	0	0.00	0.00	1.56	1.31	0.67	0.48
2035	14919	0.34	Antes trabajos	AMAP	3.58	2.91	3.52	0.00	0.00	3.52	0.00	0	0.00	0.00	1.83	1.51	0.67	0.48
			Después trabajos	STAP	3.58	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1.83	1.51	0.70	0.48
2036	15295	0.35	Antes trabajos	STAP	3.59	3.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2.09	1.71	0.67	0.48
			Después trabajos	STAP	3.59	3.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2.09	1.71	0.67	0.48
2037	15681	0.36	Antes trabajos	STAP	3.59	3.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2.36	1.90	0.67	0.47
			Después trabajos	STAP	3.59	3.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2.36	1.90	0.67	0.47

Evolución de la Fisuración con el tiempo
(valores después de la actuación)



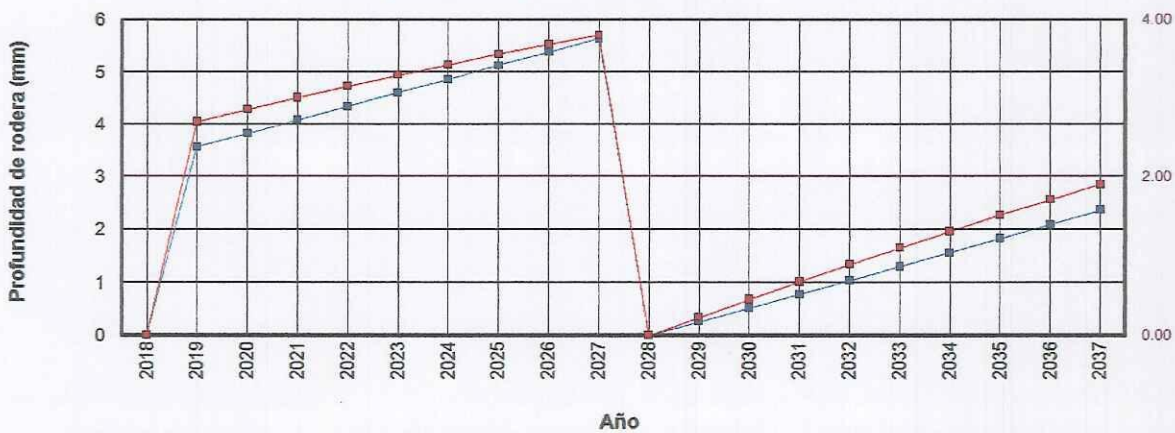
Evolución de la Regularidad media con el tiempo



Evolución de los baches con el tiempo
(valores después de la actuación)



Evolución de la rodera con el tiempo
(valores después de la actuación)



Detalles tramo:

ID: JPC-IZQ
Longitud: 1.01km

Descripción: Av.Javier PÚrez C.
Ancho: 7.20m

Rampa + Pendiente: 5.47m/km

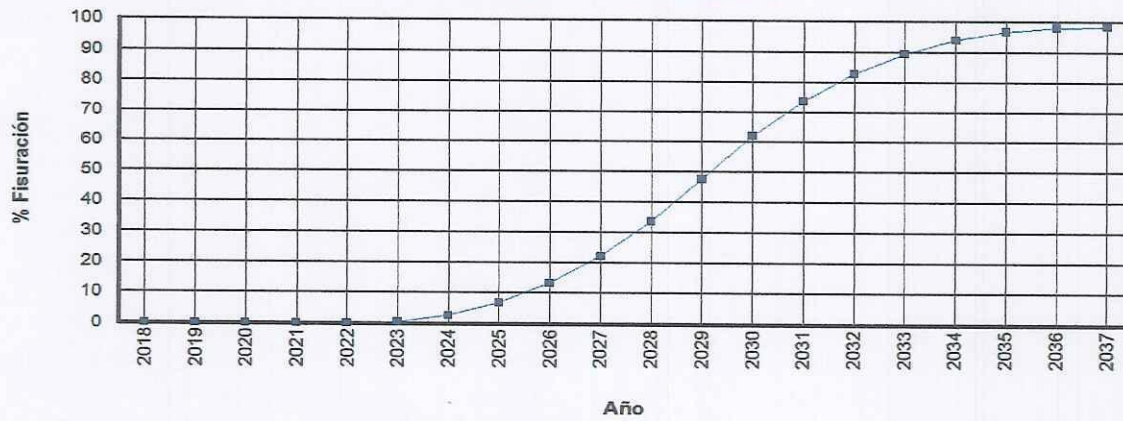
Clase de carretera: Secundaria
Curvatura: 0.00 %/km

Alternativa: Alternativa base

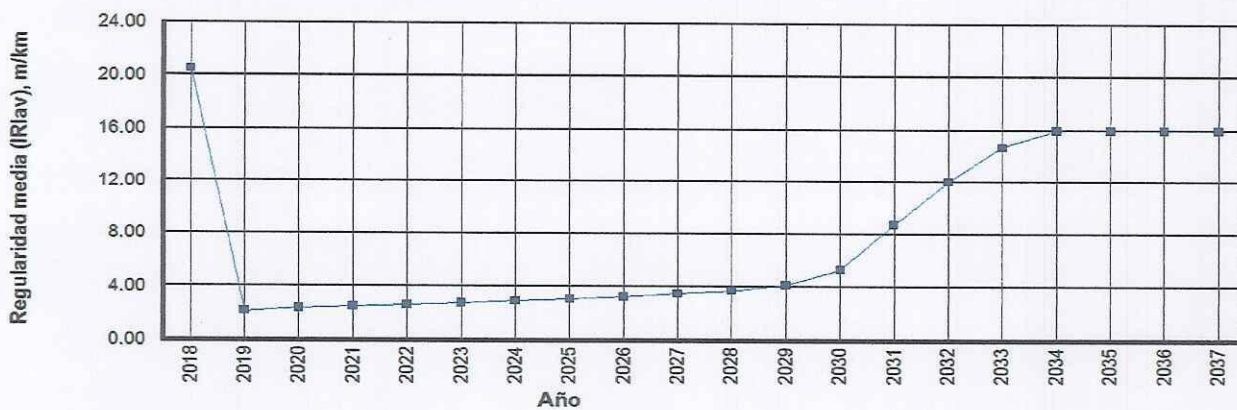
Firme Bituminoso																		
Estado a final de año																		
Año	TM IMD	ESAL (millones/carril) YE4		Tipo de fime	Numero Estructural medio SNPK	Regularidad IRI (m/km) RI	Area Fisurada (%)				Área Peladuras (%) ARV	Baches		Área de rotura de borde (m ² /km) AEB	Roderas		Textura (mm) TD	Resistencia al deslizamiento SFC50
							Total estructural ACA	Ancha estructural ACW	Transversal Termica ACT	Fisuración total ACRA		Número por km NPT	Área (%) APOT		Profundidad media de la rodera (mm) RDM	Desv. Est. de la rodera RDS		
2018	9769	0.21	Antes trabajos	AMAB	0.00	20.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			Después trabajos	AMGB	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.50
2019	10015	0.22	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3.56	2.70	0.68	0.50
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3.56	2.70	0.68	0.50
2020	10268	0.22	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3.82	2.85	0.67	0.50
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	3.82	2.85	0.67	0.50
2021	10527	0.23	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4.08	3.01	0.67	0.50
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4.08	3.01	0.67	0.50
2022	10792	0.24	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4.34	3.15	0.67	0.50
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	4.34	3.15	0.67	0.50
2023	11064	0.24	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.84	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0	0.00	0.00	4.60	3.29	0.67	0.49
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.84	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0	0.00	0.00	4.60	3.29	0.67	0.49
2024	11343	0.25	Antes trabajos	AMGB	3.50	2.99	2.69	0.00	0.00	2.69	0.00	0	0.00	0.00	4.86	3.43	0.67	0.49
			Después trabajos	AMGB	3.50	2.99	2.69	0.00	0.00	2.69	0.00	0	0.00	0.00	4.86	3.43	0.67	0.49
2025	11629	0.26	Antes trabajos	AMGB	3.48	3.17	6.92	0.00	0.00	6.92	0.00	0	0.00	0.00	5.13	3.56	0.67	0.49
			Después trabajos	AMGB	3.48	3.17	6.92	0.00	0.00	6.92	0.00	0	0.00	0.00	5.13	3.56	0.67	0.49
2026	11923	0.27	Antes trabajos	AMGB	3.45	3.37	13.41	4.01	0.00	13.41	0.00	0	0.00	0.00	5.39	3.69	0.67	0.49
			Después trabajos	AMGB	3.45	3.37	13.41	4.01	0.00	13.41	0.00	0	0.00	0.00	5.39	3.69	0.67	0.49
2027	12223	0.27	Antes trabajos	AMGB	3.40	3.60	22.31	10.97	0.00	22.31	0.00	0	0.00	0.00	5.66	3.81	0.67	0.49
			Después trabajos	AMGB	3.40	3.60	22.31	10.97	0.00	22.31	0.00	0	0.00	0.00	5.66	3.81	0.67	0.49
2028	12532	0.28	Antes trabajos	AMGB	3.31	3.86	33.75	20.79	0.00	33.75	0.00	0	0.00	0.00	5.94	3.93	0.67	0.49
			Después trabajos	AMGB	3.31	3.86	33.75	20.79	0.00	33.75	0.00	0	0.00	0.00	5.94	3.93	0.67	0.49

2029	12848	0.29	Antes trabajos	AMGB	3.20	4.41	47.62	33.04	0.00	47.62	0.00	155	0.22	0.00	6.23	4.05	0.67	0.49
			Después trabajos	AMGB	3.20	4.41	47.62	33.04	0.00	47.62	0.00	155	0.22	0.00	6.23	4.05	0.67	0.49
2030	13172	0.30	Antes trabajos	AMGB	3.07	6.21	62.08	47.62	0.00	62.08	0.00	490	0.68	0.00	6.53	4.17	0.67	0.49
			Después trabajos	AMGB	3.07	6.21	62.08	47.62	0.00	62.08	0.00	490	0.68	0.00	6.53	4.17	0.67	0.49
2031	13504	0.31	Antes trabajos	AMGB	2.92	11.25	73.83	62.64	0.00	73.83	0.00	1131	1.57	0.00	6.85	4.29	0.67	0.48
			Después trabajos	AMGB	2.92	10.70	73.83	62.64	0.00	73.83	0.00	68	0.09	0.00	6.85	4.29	0.67	0.48
2032	13844	0.32	Antes trabajos	AMGB	2.85	13.40	82.94	75.15	0.00	82.94	0.00	609	0.85	0.00	7.18	4.40	0.67	0.48
			Después trabajos	AMGB	2.85	13.40	82.94	75.15	0.00	82.94	0.00	609	0.85	0.00	7.18	4.40	0.67	0.48
2033	14194	0.33	Antes trabajos	AMGB	2.84	16.00	89.63	85.06	0.00	89.63	0.00	1577	2.19	0.00	7.52	4.51	0.67	0.48
			Después trabajos	AMGB	2.84	16.00	89.63	85.06	0.00	89.63	0.00	95	0.13	0.00	7.52	4.51	0.67	0.48
2034	14552	0.33	Antes trabajos	AMGB	2.83	16.00	94.14	92.31	0.00	94.14	0.00	867	1.20	0.00	7.87	4.61	0.67	0.48
			Después trabajos	AMGB	2.83	16.00	94.14	92.31	0.00	94.14	0.00	52	0.07	0.00	7.87	4.61	0.67	0.48
2035	14919	0.34	Antes trabajos	AMGB	2.82	16.00	96.82	96.82	0.00	96.82	0.00	881	1.22	0.00	8.23	4.70	0.67	0.48
			Después trabajos	AMGB	2.82	16.00	96.82	96.82	0.00	96.82	0.00	53	0.07	0.00	8.23	4.70	0.67	0.48
2036	15295	0.35	Antes trabajos	AMGB	2.81	16.00	98.10	98.10	0.00	98.10	0.00	943	1.31	0.00	8.59	4.78	0.67	0.48
			Después trabajos	AMGB	2.81	16.00	98.10	98.10	0.00	98.10	0.00	57	0.08	0.00	8.59	4.78	0.67	0.48
2037	15681	0.36	Antes trabajos	AMGB	2.81	16.00	98.54	98.54	0.00	98.54	0.00	982	1.36	0.00	8.96	4.85	0.67	0.47
			Después trabajos	AMGB	2.81	16.00	98.54	98.54	0.00	98.54	0.00	59	0.08	0.00	8.96	4.85	0.67	0.47

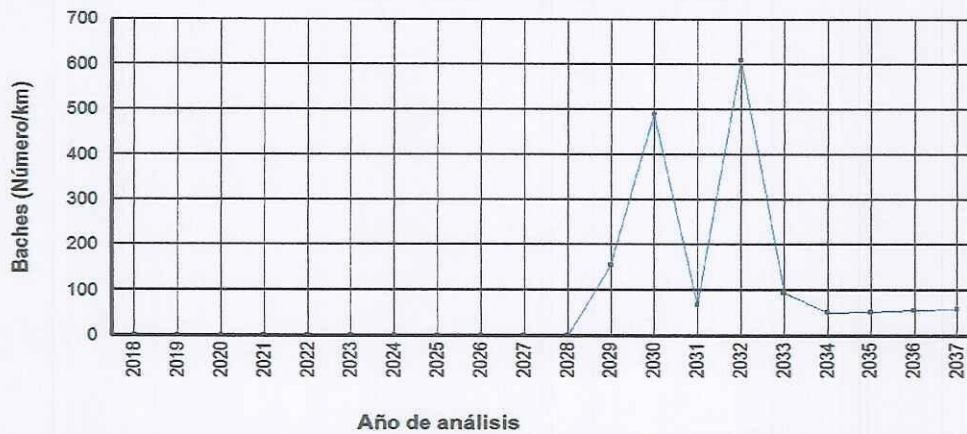
Evolución de la Fisuración con el tiempo
(valores después de la actuación)



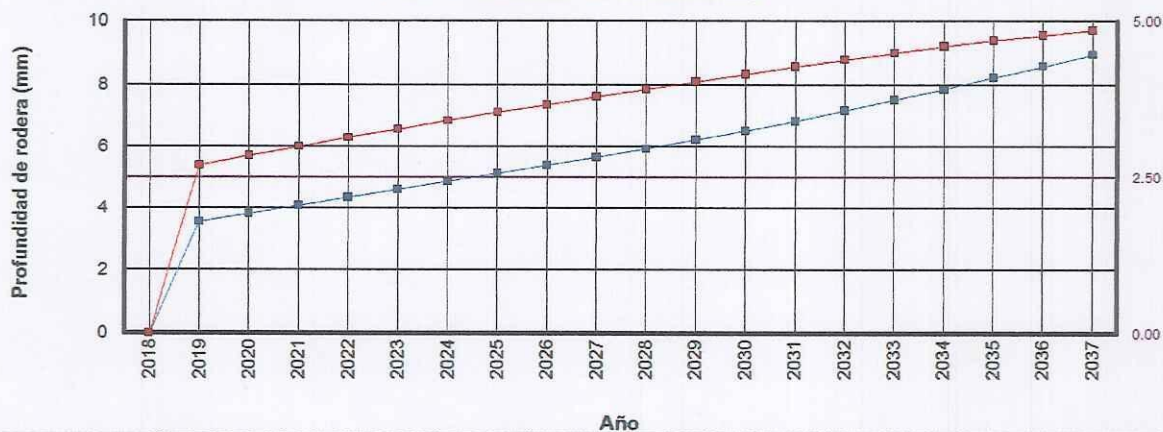
Evolución de la Regularidad media con el tiempo



Evolución de los baches con el tiempo
(valores después de la actuación)



Evolución de la rodera con el tiempo
(valores después de la actuación)



Anexo N° 07-B
Calendario de actuaciones

Todos los costos se expresan en: Sol

Alt 1 Pavimento Rígido

Año	Tramo	Descripción de trabajos	Código	Coste Económico	Coste Financiero	Cantidad de trabajo
2018	Av. Javier Pérez C.	EM. Rígido Javier P. C	rigJPC	1,289,341.6	1,632,083.8	1.01 km
Costo total anual:				1,289,341.6	1,632,083.8	
2028	Av. Javier Pérez C.	Resellado de juntas	resell	12,202.8	16,270.4	2,085.94 m
Costo total anual:				12,202.8	16,270.4	
Costos totales para la Alternativa:				1,301,544.4	1,648,354.2	

Alt 2 Pavimento Flexible

Año	Tramo	Descripción de trabajos	Código	Coste Económico	Coste Financiero	Cantidad de trabajo
2018	Av. Javier Pérez C.	EM. Flexible Javier P. C	FlexJPC	1,068,147.6	1,352,077.9	1.01 km
Costo total anual:				1,068,147.6	1,352,077.9	
2025	Av. Javier Pérez C.	Sello asfáltico	sell	36,358.0	48,404.3	7,300.80 sq. m
Costo total anual:				36,358.0	48,404.3	
2028	Av. Javier Pérez C.	Refuerzo asfáltico	refasf	307,363.7	409,793.9	7,300.80 sq. m
Costo total anual:				307,363.7	409,793.9	
2035	Av. Javier Pérez C.	Sello asfáltico	sell	36,358.0	48,404.3	7,300.80 sq. m
Costo total anual:				36,358.0	48,404.3	
Costos totales para la Alternativa:				1,448,227.3	1,858,680.4	

Alternativa base

Año	Tramo	Descripción de trabajos	Código	Coste Económico	Coste Financiero	Cantidad de trabajo
2018	Av. Javier Pérez C.	EM. Flexible Javier P. C	FlexJPC	1,068,147.6	1,352,077.9	1.01 km
Costo total anual:				1,068,147.6	1,352,077.9	
2031	Av. Javier Pérez C.	bacheo	bach	6,908.0	9,210.4	107.84 sq. m
Costo total anual:				6,908.0	9,210.4	
2033	Av. Javier Pérez C.	bacheo	bach	9,626.4	12,834.7	150.27 sq. m
Costo total anual:				9,626.4	12,834.7	
2034	Av. Javier Pérez C.	bacheo	bach	5,294.5	7,059.1	82.65 sq. m

H D M - 4 Calendario de actuaciones (por año)

Costo total anual:				<u>5,294.5</u>	<u>7,059.1</u>	
2035	Av. Javier Pérez C.	bacheo	bach	<u>5,377.3</u>	<u>7,169.5</u>	83.94 sq. m
Costo total anual:				<u>5,377.3</u>	<u>7,169.5</u>	
2036	Av. Javier Pérez C.	bacheo	bach	<u>5,755.3</u>	<u>7,673.4</u>	89.84 sq. m
Costo total anual:				<u>5,755.3</u>	<u>7,673.4</u>	
2037	Av. Javier Pérez C.	bacheo	bach	<u>5,998.7</u>	<u>7,998.0</u>	93.64 sq. m
Costo total anual:				<u>5,998.7</u>	<u>7,998.0</u>	
Costos totales para la Alternativa:				<u>1,107,107.8</u>	<u>1,404,022.8</u>	

Resumen de Costos Económicos Totales Anuales

	Alt 1 Pavimento Rígido	Alt 2 Pavimento Flexible	Alternativa base
2018	1,289,341.63	1,068,147.63	1,068,147.63
2025	0.00	36,357.98	0.00
2028	12,202.77	307,363.69	0.00
2031	0.00	0.00	6,908.03
2033	0.00	0.00	9,626.41
2034	0.00	0.00	5,294.50
2035	0.00	36,357.98	5,377.30
2036	0.00	0.00	5,755.25
2037	0.00	0.00	5,998.73
Total	1,301,544.40	1,448,227.28	1,107,107.85

Anexo N° 07-C

IMD del tráfico motorizado año tras año

IMD de tráfico motorizado (vehículos/día)

Nombre del estudio : Av. Javier Pérez de Cuellar

Fecha de Ejecución: 22/06/2018

Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar

Año	Automovil	Camión liviano	Camión mediano	Camión Pesado	Camion Articulado	Ómnibus B3-1	Ómnibus B4-1	Hatchback	Microbus	Mini bus	Motocicleta	Mototaxi	Ómnibus B2	Pick Up	Stación wagon	Utilitario	Total
2018	1744	94	100	127	88	40	15	1186	108	826	559	3386	13	497	871	114	9769
2019	1788	97	103	130	91	41	15	1215	111	847	573	3471	13	510	893	117	10015
2020	1833	100	106	134	94	42	15	1246	114	868	587	3558	13	522	915	120	10268
2021	1879	103	109	138	97	43	16	1277	117	890	602	3647	14	535	938	123	10527
2022	1926	106	113	143	99	44	16	1309	120	912	617	3738	14	549	962	126	10792
2023	1974	109	116	147	102	45	17	1342	123	935	632	3831	14	562	986	129	11064
2024	2023	113	120	151	105	46	17	1375	126	958	648	3927	15	577	1010	133	11343
2025	2074	116	123	156	109	48	17	1409	129	982	664	4025	15	591	1036	136	11629
2026	2125	119	127	160	112	49	18	1445	132	1007	681	4126	15	606	1062	139	11923
2027	2179	123	131	165	115	50	18	1481	135	1032	698	4229	16	621	1088	143	12223
2028	2233	127	135	170	119	51	19	1518	139	1058	715	4335	16	636	1115	146	12532
2029	2289	130	139	175	122	53	19	1556	142	1084	733	4443	17	652	1143	150	12848
2030	2346	134	143	181	126	54	20	1595	146	1111	751	4554	17	669	1172	154	13172
2031	2405	138	147	186	130	55	20	1635	149	1139	770	4668	18	685	1201	158	13504
2032	2465	143	151	192	134	57	21	1675	153	1168	789	4785	18	702	1231	161	13844
2033	2526	147	156	197	138	58	21	1717	157	1197	809	4904	18	720	1262	166	14194
2034	2590	151	161	203	142	59	22	1760	161	1227	829	5027	19	738	1293	170	14552
2035	2654	156	165	209	146	61	22	1804	165	1257	850	5153	19	756	1326	174	14919
2036	2721	160	170	216	150	62	23	1849	169	1289	871	5281	20	775	1359	178	15295
2037	2789	165	176	222	155	64	23	1896	173	1321	893	5414	20	795	1393	183	15681
Total	44561	2532	2690	3402	2374	1023	374	30289	2769	21108	14271	86502	324	12700	22255	2919	250094

Observación : en el análisis se considera sólo el tránsito normal.

Fuente: Procesamiento HDM-4

Anexo N° 07-D

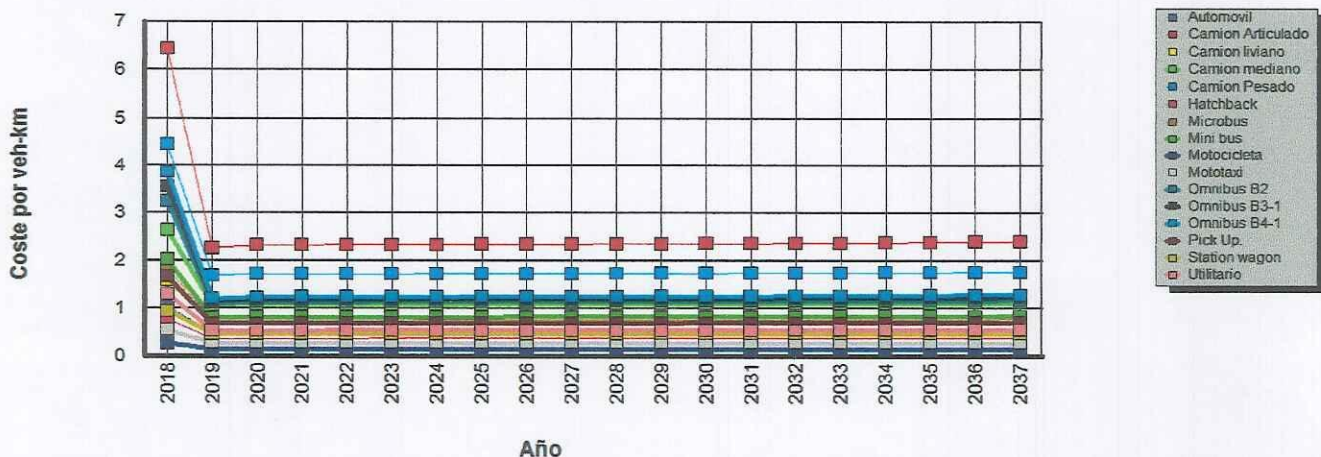
Resumen de costo de usuario por vehículo

Nombre del Estudio: Av. Javier Pérez de Cuellar
 Fecha de ejecución: 22/10/2018
 Moneda: Sol

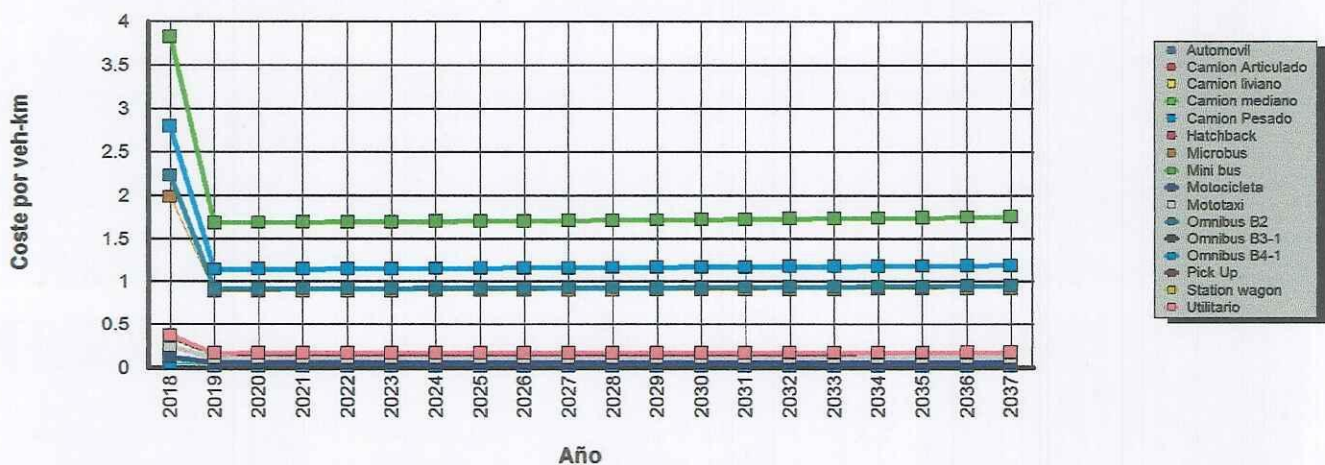
Clave de tabla en cada celda
 1a fila = media anual de Coste Operación Vehículo por veh-km
 2a fila = media anual de Coste del tiempo de Viaje por veh-km
 3a fila = media anual Coste usuario por veh-km

Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
 Alternativa: Alt. 01 Pavimento Rígido

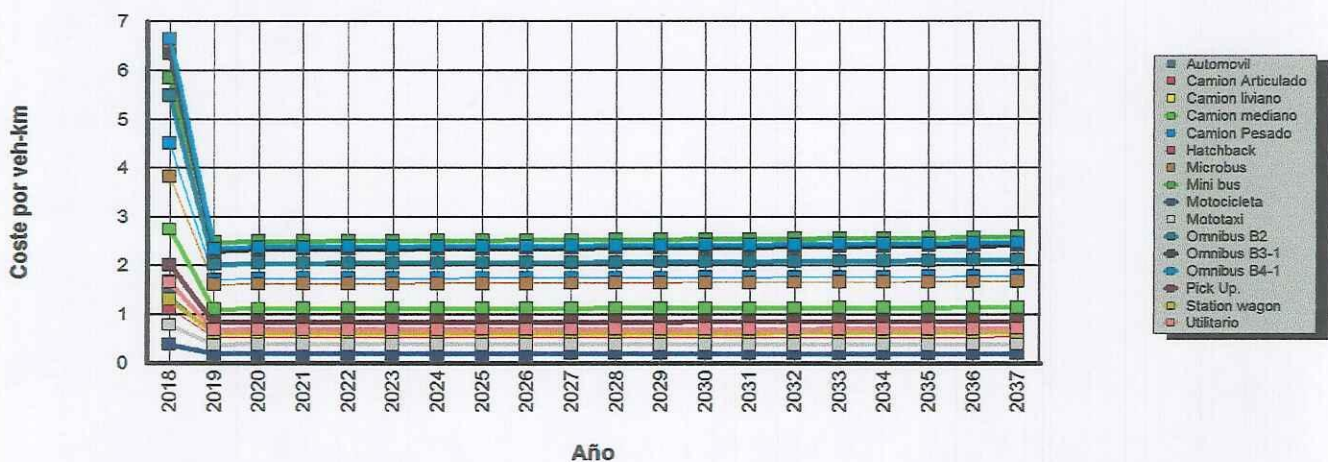
Coste Medio Anual de Operación del Vehículo por veh-km



Coste Media Anual Tiempo de Trayecto por veh-km



Coste Medio Anual Usuario Carretera por veh-km



TM Resumen de Costes de usuario por Vehículo

Nombre del Estudio: **Av. Javier Pérez de Cuellar**

Fecha de ejecución: **22/10/2018**

Moneda: **Sol**

Leyenda	en cada celda	<i>1a fila</i>	= media anual de Coste Operación Vehículo por veh-km
		<i>2a fila</i>	= media anual de Coste del tiempo de Viaje por veh-km
		<i>3a fila</i>	= media anual Coste usuario por veh-km

Tramo:	Av. Javier Pérez de Cuellar
Alternativa:	Alt. 01 Pavimento Rígido

ID Tramo: JPC-IZQ

Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Clase carretera: Secundaria

Rampa+Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 °/km

Año	Automovil	Camión liviano	Camión mediano	Camión Pesado	Camion Articulado	Ómnibus B3-1	Ómnibus B4-1	Hatchback	Microbus	Mini bus	Motocicleta	Mototaxi	Ómnibus B2	Pick Up	Stación wagon	Utilitario	Total
2018	1.03	1.58	2.64	4.45	6.44	3.55	3.86	0.76	1.84	2.02	0.26	0.54	3.25	1.66	0.94	1.29	36.09
	0.37	0.11	0.11	0.06	0.06	2.79	2.79	0.37	1.99	3.83	0.12	0.25	2.24	0.36	0.37	0.37	16.18
	1.40	1.68	2.75	4.51	6.50	6.34	6.65	1.13	3.83	5.85	0.38	0.78	5.48	2.02	1.31	1.67	52.28
2019	0.48	0.64	1.07	1.69	2.26	1.15	1.20	0.36	0.73	0.79	0.13	0.26	1.11	0.67	0.45	0.52	13.52
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.89	1.69	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.92
	0.64	0.68	1.11	1.71	2.29	2.30	2.35	0.52	1.62	2.48	0.19	0.38	2.03	0.83	0.62	0.68	20.44
2020	0.48	0.64	1.08	1.71	2.32	1.18	1.23	0.36	0.73	0.80	0.14	0.27	1.13	0.68	0.46	0.52	13.73
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.89	1.69	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.94
	0.65	0.69	1.13	1.74	2.34	2.33	2.38	0.53	1.63	2.50	0.19	0.38	2.05	0.84	0.62	0.69	20.66
2021	0.48	0.64	1.08	1.72	2.33	1.18	1.23	0.36	0.74	0.81	0.14	0.27	1.13	0.68	0.46	0.52	13.75
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.90	1.69	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.95
	0.65	0.69	1.13	1.74	2.35	2.33	2.38	0.53	1.63	2.50	0.19	0.38	2.05	0.84	0.62	0.69	20.70
2022	0.48	0.64	1.08	1.72	2.33	1.18	1.23	0.36	0.74	0.81	0.14	0.27	1.13	0.68	0.46	0.52	13.77
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.90	1.70	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.96
	0.65	0.69	1.13	1.74	2.35	2.33	2.39	0.53	1.63	2.50	0.19	0.38	2.05	0.84	0.62	0.69	20.73
2023	0.48	0.64	1.08	1.72	2.33	1.18	1.24	0.36	0.74	0.81	0.14	0.27	1.13	0.68	0.46	0.52	13.78
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.90	1.70	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.98
	0.65	0.69	1.13	1.74	2.36	2.34	2.39	0.53	1.64	2.51	0.19	0.38	2.06	0.84	0.62	0.69	20.76
2024	0.48	0.64	1.08	1.72	2.33	1.18	1.24	0.36	0.74	0.81	0.14	0.27	1.13	0.68	0.46	0.53	13.80
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.90	1.70	0.05	0.11	0.93	0.16	0.17	0.17	6.99
	0.65	0.69	1.13	1.74	2.36	2.34	2.39	0.53	1.64	2.51	0.19	0.38	2.06	0.84	0.63	0.69	20.79
2025	0.48	0.64	1.08	1.72	2.34	1.19	1.24	0.36	0.74	0.81	0.14	0.27	1.13	0.68	0.46	0.53	13.81
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.90	1.71	0.05	0.11	0.93	0.16	0.17	0.17	7.00
	0.65	0.69	1.13	1.75	2.36	2.35	2.40	0.53	1.64	2.52	0.19	0.38	2.06	0.84	0.63	0.69	20.82

Año	Automovil	Camión liviano	Camión mediano	Camión Pesado	Camion Articulado	Ómnibus B3-1	Ómnibus B4-1	Hatchback	Microbus	Mini bus	Motocicleta	Mototaxi	Ómnibus B2	Pick Up	Stación wagon	Utilitario	Total
2026	0.48	0.65	1.09	1.73	2.34	1.19	1.24	0.36	0.74	0.81	0.14	0.27	1.14	0.68	0.46	0.53	13.83
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.91	1.71	0.05	0.12	0.93	0.16	0.17	0.17	7.02
	0.65	0.69	1.13	1.75	2.36	2.35	2.40	0.53	1.65	2.52	0.19	0.38	2.07	0.84	0.63	0.69	20.85
2027	0.49	0.65	1.09	1.73	2.34	1.19	1.24	0.36	0.74	0.81	0.14	0.27	1.14	0.68	0.46	0.53	13.85
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.17	1.17	0.17	0.91	1.71	0.05	0.12	0.93	0.16	0.17	0.17	7.03
	0.65	0.69	1.13	1.75	2.37	2.36	2.41	0.53	1.65	2.53	0.19	0.38	2.07	0.84	0.63	0.70	20.88
2028	0.49	0.65	1.09	1.73	2.35	1.19	1.25	0.36	0.74	0.81	0.14	0.27	1.14	0.68	0.46	0.53	13.87
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.17	1.17	0.17	0.91	1.72	0.05	0.12	0.93	0.16	0.17	0.17	7.05
	0.65	0.69	1.14	1.75	2.37	2.36	2.41	0.53	1.65	2.53	0.19	0.38	2.07	0.85	0.63	0.70	20.92
2029	0.49	0.65	1.09	1.73	2.35	1.19	1.25	0.36	0.74	0.81	0.14	0.27	1.14	0.68	0.46	0.53	13.89
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.17	1.17	0.17	0.91	1.72	0.05	0.12	0.94	0.16	0.17	0.17	7.07
	0.66	0.70	1.14	1.76	2.38	2.36	2.42	0.53	1.65	2.54	0.19	0.38	2.08	0.85	0.63	0.70	20.96
2030	0.49	0.65	1.09	1.74	2.36	1.20	1.25	0.37	0.74	0.81	0.14	0.27	1.14	0.68	0.46	0.53	13.91
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.17	1.17	0.17	0.91	1.73	0.06	0.12	0.94	0.16	0.17	0.17	7.08
	0.66	0.70	1.14	1.76	2.38	2.37	2.42	0.53	1.66	2.54	0.19	0.38	2.08	0.85	0.63	0.70	21.00
2031	0.49	0.65	1.09	1.74	2.36	1.20	1.25	0.37	0.75	0.82	0.14	0.27	1.15	0.69	0.46	0.53	13.94
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.18	1.18	0.17	0.92	1.73	0.06	0.12	0.94	0.16	0.17	0.17	7.10
	0.66	0.70	1.14	1.76	2.38	2.38	2.43	0.54	1.66	2.55	0.19	0.39	2.09	0.85	0.63	0.70	21.04
2032	0.49	0.65	1.10	1.74	2.37	1.20	1.26	0.37	0.75	0.82	0.14	0.27	1.15	0.69	0.46	0.53	13.97
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.18	1.18	0.17	0.92	1.73	0.06	0.12	0.94	0.17	0.17	0.17	7.12
	0.66	0.70	1.14	1.77	2.39	2.38	2.44	0.54	1.67	2.55	0.19	0.39	2.09	0.85	0.63	0.70	21.09
2033	0.49	0.65	1.10	1.75	2.37	1.21	1.26	0.37	0.75	0.82	0.14	0.27	1.15	0.69	0.46	0.53	14.00
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.18	1.18	0.17	0.92	1.74	0.06	0.12	0.95	0.17	0.17	0.17	7.13
	0.66	0.70	1.15	1.77	2.40	2.39	2.44	0.54	1.67	2.56	0.19	0.39	2.10	0.85	0.63	0.70	21.14
2034	0.49	0.65	1.10	1.75	2.38	1.21	1.26	0.37	0.75	0.82	0.14	0.27	1.16	0.69	0.46	0.53	14.04
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.19	1.19	0.17	0.92	1.74	0.06	0.12	0.95	0.17	0.17	0.17	7.15
	0.66	0.70	1.15	1.77	2.40	2.40	2.45	0.54	1.67	2.56	0.19	0.39	2.10	0.86	0.64	0.71	21.19
2035	0.49	0.66	1.10	1.76	2.38	1.21	1.27	0.37	0.75	0.82	0.14	0.27	1.16	0.69	0.47	0.54	14.08
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.19	1.19	0.17	0.93	1.75	0.06	0.12	0.95	0.17	0.17	0.17	7.17
	0.66	0.70	1.15	1.78	2.41	2.40	2.46	0.54	1.68	2.57	0.19	0.39	2.11	0.86	0.64	0.71	21.25
2036	0.49	0.66	1.11	1.76	2.39	1.22	1.27	0.37	0.75	0.83	0.14	0.27	1.16	0.69	0.47	0.54	14.12
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.19	1.19	0.17	0.93	1.75	0.06	0.12	0.95	0.17	0.17	0.17	7.19
	0.66	0.71	1.15	1.79	2.42	2.41	2.47	0.54	1.68	2.58	0.19	0.39	2.12	0.86	0.64	0.71	21.31
2037	0.49	0.66	1.11	1.76	2.40	1.22	1.28	0.37	0.76	0.83	0.14	0.27	1.17	0.70	0.47	0.54	14.15
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.20	1.20	0.17	0.93	1.76	0.06	0.12	0.96	0.17	0.17	0.17	7.21
	0.67	0.71	1.16	1.79	2.42	2.42	2.47	0.54	1.69	2.59	0.19	0.39	2.12	0.86	0.64	0.71	21.37
Total	10.27	13.88	23.35	37.36	51.08	26.23	27.55	7.68	15.96	17.47	2.84	5.63	24.93	14.64	9.69	11.34	299.89
	3.58	1.02	1.02	0.51	0.52	25.00	25.00	3.58	19.28	36.51	1.16	2.44	20.00	3.47	3.58	3.58	150.26
	13.85	14.90	24.36	37.87	51.59	51.24	52.55	11.27	35.24	53.98	4.00	8.08	44.94	18.11	13.27	14.92	450.16

Nombre del Estudio: Av. Javier Pérez de Cuellar

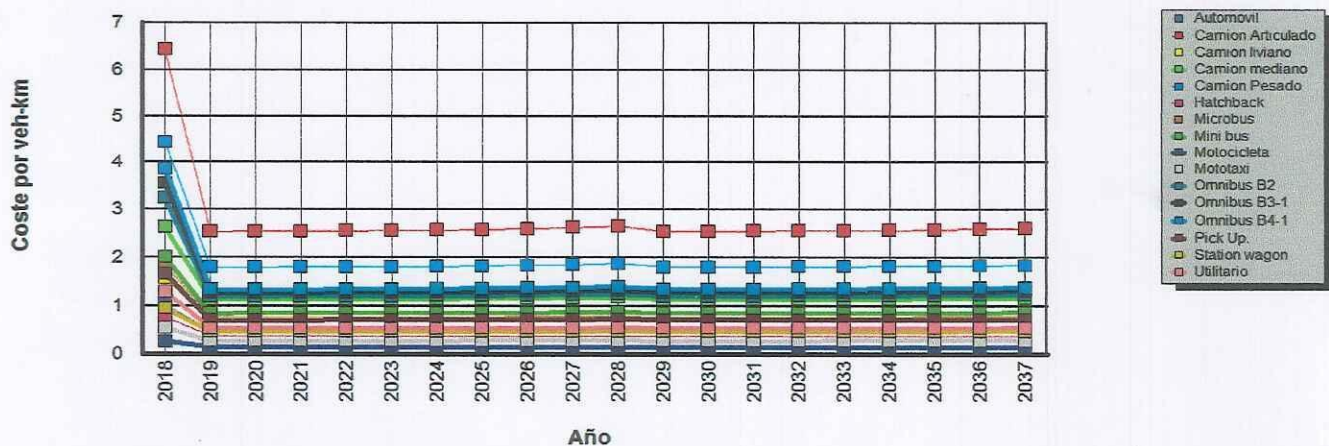
Fecha de ejecución: 22/10/2018

Moneda: Sol

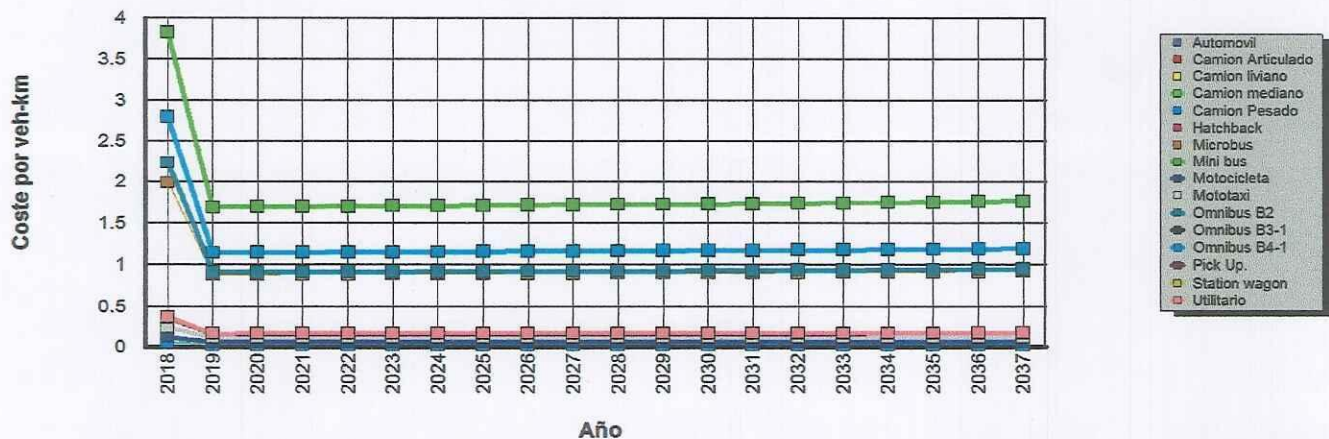
Clave de tabla	en cada celda	1a fila	= media anual de Coste Operación Vehículo por veh-km
		2a fila	= media anual de Coste del tiempo de Viaje por veh-km
		3a fila	= media anual Coste usuario por veh-km

Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
 Alternativa: Alt. 02 Pavimento Flexible

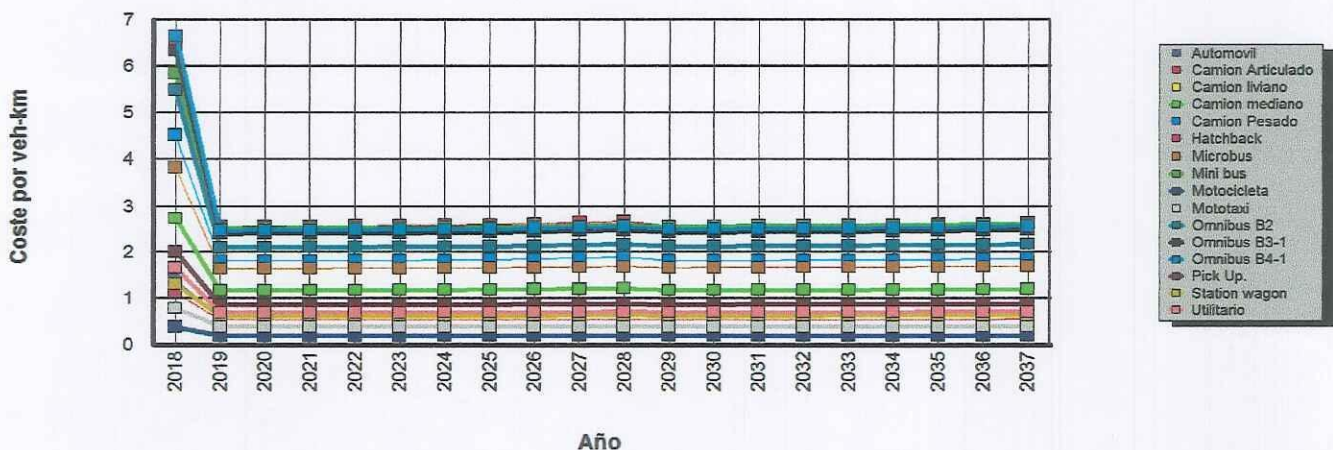
Coste Medio Anual de Operación del Vehículo por veh-km



Coste Media Anual Tiempo de Trayecto por veh-km



Coste Medio Anual Usuario Carretera por veh-km



Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
 Alternativa: Alt.02 Pavimento Flexible

ID Tramo: JPC-IZQ
 Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Clase carretera: Secundaria
 Rampa+Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 %/km

Año	Automovil	Camión liviano	Camión mediano	Camión Pesado	Camion Articulado	Ómnibus B3-1	Ómnibus B4-1	Hatchback	Microbus	Mini bus	Motocicleta	Mototaxi	Ómnibus B2	Pick Up	Stación wagon	Utilitario	Total
2018	1.03	1.58	2.64	4.45	6.44	3.55	3.86	0.76	1.84	2.02	0.26	0.54	3.25	1.66	0.94	1.29	36.09
	0.37	0.11	0.11	0.06	0.06	2.79	2.79	0.37	1.99	3.83	0.12	0.25	2.24	0.36	0.37	0.37	16.18
	1.40	1.68	2.75	4.51	6.50	6.34	6.65	1.13	3.83	5.85	0.38	0.78	5.48	2.02	1.31	1.67	52.28
2019	0.48	0.66	1.13	1.80	2.54	1.26	1.33	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.19	0.69	0.46	0.52	14.43
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.89	1.69	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.93
	0.65	0.71	1.18	1.82	2.57	2.41	2.48	0.53	1.65	2.53	0.19	0.38	2.11	0.85	0.62	0.69	21.36
2020	0.48	0.66	1.13	1.80	2.55	1.27	1.34	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.52	14.46
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.90	1.69	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.94
	0.65	0.71	1.18	1.83	2.58	2.41	2.49	0.53	1.65	2.53	0.19	0.38	2.11	0.86	0.62	0.69	21.40
2021	0.48	0.66	1.13	1.80	2.56	1.27	1.34	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.52	14.49
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.90	1.70	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.95
	0.65	0.71	1.18	1.83	2.58	2.42	2.49	0.53	1.65	2.54	0.19	0.38	2.12	0.86	0.62	0.69	21.44
2022	0.48	0.66	1.13	1.81	2.56	1.27	1.34	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.52	14.51
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.90	1.70	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.97
	0.65	0.71	1.18	1.83	2.59	2.42	2.50	0.53	1.66	2.54	0.19	0.38	2.12	0.86	0.63	0.69	21.48
2023	0.48	0.66	1.14	1.81	2.57	1.27	1.35	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.53	14.54
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.90	1.70	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.98
	0.65	0.71	1.18	1.83	2.59	2.43	2.50	0.53	1.66	2.55	0.19	0.38	2.13	0.86	0.63	0.69	21.52
2024	0.48	0.67	1.14	1.82	2.58	1.28	1.35	0.36	0.76	0.85	0.14	0.27	1.21	0.70	0.46	0.53	14.59
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.90	1.71	0.05	0.11	0.93	0.16	0.17	0.17	7.00
	0.65	0.71	1.19	1.84	2.60	2.44	2.51	0.53	1.66	2.55	0.19	0.38	2.13	0.86	0.63	0.69	21.58
2025	0.49	0.67	1.14	1.83	2.59	1.29	1.36	0.37	0.77	0.85	0.14	0.27	1.21	0.70	0.46	0.53	14.65
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.90	1.71	0.05	0.12	0.93	0.16	0.17	0.17	7.01
	0.65	0.72	1.19	1.85	2.62	2.45	2.52	0.53	1.67	2.56	0.19	0.38	2.14	0.87	0.63	0.70	21.66
2026	0.49	0.67	1.15	1.84	2.61	1.30	1.37	0.37	0.77	0.86	0.14	0.27	1.22	0.71	0.46	0.53	14.76
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.91	1.71	0.05	0.12	0.93	0.16	0.17	0.17	7.03
	0.66	0.72	1.20	1.86	2.64	2.46	2.53	0.53	1.68	2.57	0.19	0.39	2.15	0.87	0.63	0.70	21.78
2027	0.49	0.68	1.16	1.86	2.64	1.31	1.38	0.37	0.78	0.87	0.14	0.27	1.23	0.71	0.46	0.54	14.88
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.17	1.17	0.17	0.91	1.72	0.05	0.12	0.93	0.16	0.17	0.17	7.04
	0.66	0.73	1.21	1.88	2.66	2.47	2.55	0.54	1.68	2.58	0.19	0.39	2.16	0.88	0.63	0.70	21.92
2028	0.49	0.69	1.18	1.88	2.66	1.32	1.40	0.37	0.78	0.87	0.14	0.27	1.24	0.72	0.47	0.54	15.02

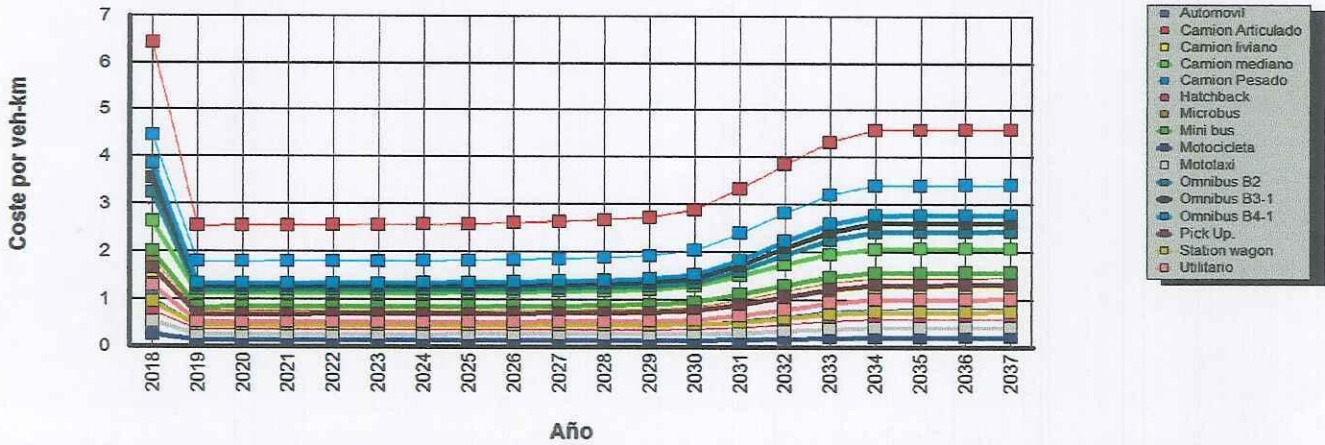
Año	Automovil	Camión liviano	Camión mediano	Camión Pesado	Camion Articulado	Ómnibus B3-1	Ómnibus B4-1	Hatchback	Microbus	Mini bus	Motocicleta	Mototaxi	Ómnibus B2	Pick Up	Stación wagon	Utilitario	Total
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.17	1.17	0.17	0.91	1.72	0.05	0.12	0.93	0.16	0.17	0.17	7.06
	0.66	0.74	1.22	1.90	2.68	2.49	2.57	0.54	1.69	2.60	0.19	0.39	2.18	0.88	0.64	0.71	22.07
2029	0.49	0.66	1.13	1.81	2.55	1.27	1.34	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.53	14.50
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.17	1.17	0.17	0.91	1.72	0.05	0.12	0.94	0.16	0.17	0.17	7.07
	0.65	0.71	1.18	1.83	2.58	2.44	2.51	0.53	1.67	2.57	0.19	0.38	2.14	0.86	0.63	0.70	21.57
2030	0.49	0.66	1.13	1.81	2.56	1.27	1.34	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.53	14.53
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.17	1.17	0.17	0.91	1.73	0.06	0.12	0.94	0.16	0.17	0.17	7.08
	0.66	0.71	1.18	1.83	2.58	2.45	2.52	0.53	1.68	2.57	0.19	0.38	2.14	0.86	0.63	0.70	21.61
2031	0.49	0.67	1.13	1.81	2.56	1.27	1.35	0.36	0.76	0.85	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.53	14.55
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.18	1.18	0.17	0.92	1.73	0.06	0.12	0.94	0.16	0.17	0.17	7.10
	0.66	0.71	1.18	1.83	2.59	2.45	2.52	0.53	1.68	2.58	0.19	0.38	2.14	0.87	0.63	0.70	21.66
2032	0.49	0.67	1.14	1.81	2.57	1.28	1.35	0.37	0.76	0.85	0.14	0.27	1.21	0.70	0.46	0.53	14.58
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.18	1.18	0.17	0.92	1.74	0.06	0.12	0.94	0.17	0.17	0.17	7.12
	0.66	0.71	1.18	1.84	2.59	2.46	2.53	0.54	1.68	2.58	0.19	0.39	2.15	0.87	0.63	0.70	21.70
2033	0.49	0.67	1.14	1.82	2.58	1.28	1.35	0.37	0.77	0.85	0.14	0.27	1.21	0.70	0.46	0.53	14.62
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.18	1.18	0.17	0.92	1.74	0.06	0.12	0.95	0.17	0.17	0.17	7.14
	0.66	0.72	1.19	1.84	2.60	2.46	2.54	0.54	1.69	2.59	0.19	0.39	2.16	0.87	0.63	0.70	21.75
2034	0.49	0.67	1.14	1.82	2.59	1.29	1.36	0.37	0.77	0.85	0.14	0.27	1.21	0.70	0.46	0.53	14.65
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.19	1.19	0.17	0.92	1.74	0.06	0.12	0.95	0.17	0.17	0.17	7.16
	0.66	0.72	1.19	1.85	2.61	2.47	2.54	0.54	1.69	2.59	0.19	0.39	2.16	0.87	0.63	0.70	21.81
2035	0.49	0.67	1.14	1.83	2.60	1.29	1.36	0.37	0.77	0.85	0.14	0.27	1.22	0.71	0.46	0.53	14.70
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.19	1.19	0.17	0.93	1.75	0.06	0.12	0.95	0.17	0.17	0.17	7.18
	0.66	0.72	1.19	1.85	2.62	2.48	2.55	0.54	1.70	2.60	0.19	0.39	2.17	0.87	0.64	0.71	21.88
2036	0.49	0.67	1.15	1.84	2.61	1.30	1.37	0.37	0.77	0.86	0.14	0.27	1.22	0.71	0.47	0.54	14.77
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.19	1.19	0.17	0.93	1.75	0.06	0.12	0.95	0.17	0.17	0.17	7.20
	0.66	0.72	1.20	1.86	2.63	2.49	2.56	0.54	1.70	2.61	0.19	0.39	2.18	0.88	0.64	0.71	21.96
2037	0.49	0.68	1.15	1.84	2.62	1.30	1.38	0.37	0.78	0.86	0.14	0.27	1.23	0.71	0.47	0.54	14.83
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.20	1.20	0.17	0.93	1.76	0.06	0.12	0.96	0.17	0.17	0.17	7.22
	0.67	0.72	1.20	1.87	2.64	2.50	2.58	0.54	1.71	2.62	0.19	0.39	2.19	0.88	0.64	0.71	22.05
Total	10.28	14.28	24.34	39.07	55.55	27.93	29.63	7.70	16.39	18.17	2.84	5.65	26.25	15.02	9.71	11.36	314.17
	3.58	1.02	1.02	0.51	0.52	25.01	25.01	3.58	19.29	36.55	1.16	2.45	20.01	3.47	3.58	3.58	150.34
	13.86	15.30	25.36	39.58	56.06	52.94	54.64	11.28	35.68	54.71	4.00	8.09	46.26	18.49	13.29	14.94	464.51

Nombre del Estudio: Av. Javier Pérez de Cuellar
 Fecha de ejecución: 22/10/2018
 Moneda: Sol

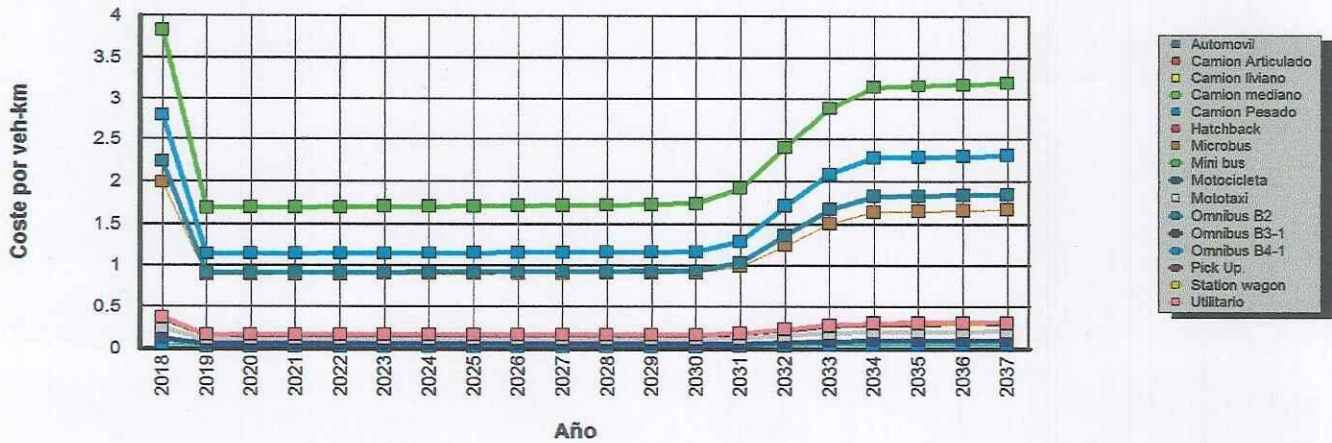
Clave de tabla	en cada celda	1a fila	= media anual de Coste Operación Vehículo por veh-km
		2a fila	= media anual de Coste del tiempo de Viaje por veh-km
		3a fila	= media anual Coste usuario por veh-km

Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
 Alternativa: Alternativa base

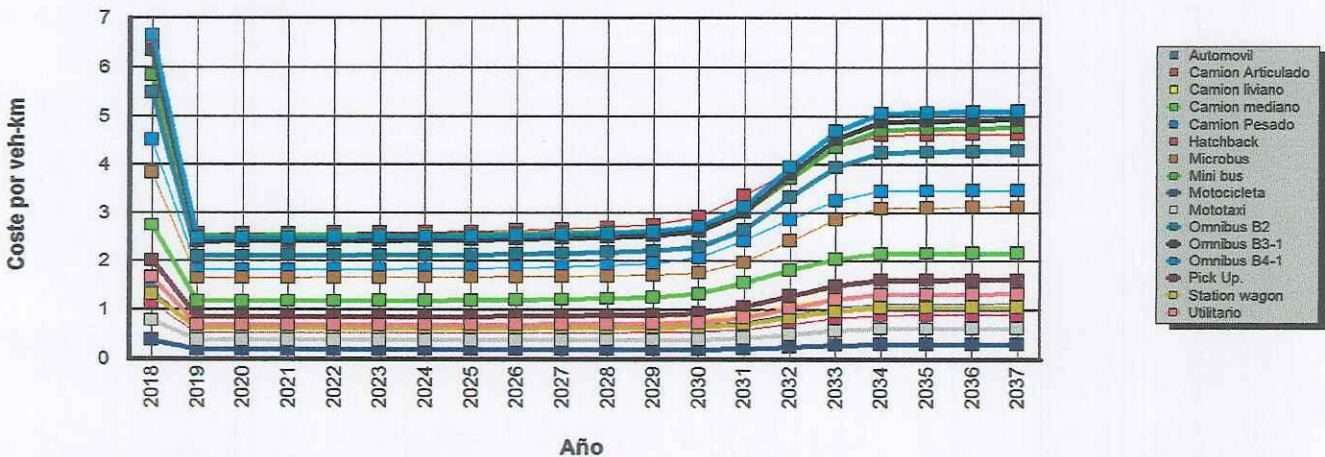
Coste Medio Anual de Operación del Vehículo por veh-km



Coste Media Anual Tiempo de Trayecto por veh-km



Coste Medio Anual Usuario Carretera por veh-km



Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
 Alternativa: Alternativa base

ID Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar

Clase carretera: Secundaria

Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Rampa+Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 %/km

Año	Automovil	Camión liviano	Camión mediano	Camión Pesado	Camion Articulado	Ómnibus B3-1	Ómnibus B4-1	Hatchback	Microbus	Mini bus	Motocicleta	Mototaxi	Ómnibus B2	Pick Up	Stación wagon	Utilitario	Total
2018	1.03	1.58	2.64	4.45	6.44	3.55	3.86	0.76	1.84	2.02	0.26	0.54	3.25	1.66	0.94	1.29	36.09
	0.37	0.11	0.11	0.06	0.06	2.79	2.79	0.37	1.99	3.83	0.12	0.25	2.24	0.36	0.37	0.37	16.18
	1.40	1.68	2.75	4.51	6.50	6.34	6.65	1.13	3.83	5.85	0.38	0.78	5.48	2.02	1.31	1.67	52.28
2019	0.48	0.66	1.13	1.80	2.54	1.26	1.33	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.19	0.69	0.46	0.52	14.43
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.89	1.69	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.93
	0.65	0.71	1.18	1.82	2.57	2.41	2.48	0.53	1.65	2.53	0.19	0.38	2.11	0.85	0.62	0.69	21.36
2020	0.48	0.66	1.13	1.80	2.55	1.27	1.34	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.52	14.46
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.90	1.69	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.94
	0.65	0.71	1.18	1.83	2.58	2.41	2.49	0.53	1.65	2.53	0.19	0.38	2.11	0.86	0.62	0.69	21.40
2021	0.48	0.66	1.13	1.80	2.56	1.27	1.34	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.52	14.49
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.90	1.70	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.95
	0.65	0.71	1.18	1.83	2.58	2.42	2.49	0.53	1.65	2.54	0.19	0.38	2.12	0.86	0.62	0.69	21.44
2022	0.48	0.66	1.13	1.81	2.56	1.27	1.34	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.52	14.51
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.15	1.15	0.17	0.90	1.70	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.97
	0.65	0.71	1.18	1.83	2.59	2.42	2.50	0.53	1.66	2.54	0.19	0.38	2.12	0.86	0.63	0.69	21.48
2023	0.48	0.66	1.14	1.81	2.57	1.27	1.35	0.36	0.76	0.84	0.14	0.27	1.20	0.70	0.46	0.53	14.54
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.90	1.70	0.05	0.11	0.92	0.16	0.17	0.17	6.98
	0.65	0.71	1.18	1.83	2.59	2.43	2.50	0.53	1.66	2.55	0.19	0.38	2.13	0.86	0.63	0.69	21.52
2024	0.48	0.67	1.14	1.82	2.58	1.28	1.35	0.36	0.76	0.85	0.14	0.27	1.21	0.70	0.46	0.53	14.59
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.90	1.71	0.05	0.11	0.93	0.16	0.17	0.17	7.00
	0.65	0.71	1.19	1.84	2.60	2.44	2.51	0.53	1.66	2.55	0.19	0.38	2.13	0.86	0.63	0.69	21.58
2025	0.49	0.67	1.14	1.83	2.59	1.29	1.36	0.37	0.77	0.85	0.14	0.27	1.21	0.70	0.46	0.53	14.65
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.90	1.71	0.05	0.12	0.93	0.16	0.17	0.17	7.01
	0.65	0.72	1.19	1.85	2.62	2.45	2.52	0.53	1.67	2.56	0.19	0.38	2.14	0.87	0.63	0.70	21.66
2026	0.49	0.68	1.16	1.84	2.62	1.30	1.37	0.37	0.77	0.86	0.14	0.27	1.22	0.71	0.46	0.53	14.77
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.16	1.16	0.17	0.91	1.71	0.05	0.12	0.93	0.16	0.17	0.17	7.03
	0.66	0.72	1.20	1.87	2.64	2.46	2.54	0.53	1.68	2.57	0.19	0.39	2.15	0.87	0.63	0.70	21.80
2027	0.49	0.68	1.17	1.86	2.65	1.31	1.39	0.37	0.78	0.87	0.14	0.27	1.24	0.71	0.47	0.54	14.94
	0.17	0.05	0.05	0.02	0.02	1.17	1.17	0.17	0.91	1.72	0.05	0.12	0.93	0.16	0.17	0.17	7.04
	0.66	0.73	1.22	1.89	2.67	2.48	2.56	0.54	1.69	2.59	0.19	0.39	2.17	0.88	0.63	0.71	21.98
2028	0.50	0.69	1.19	1.89	2.68	1.33	1.41	0.37	0.79	0.88	0.14	0.27	1.25	0.72	0.47	0.54	15.12

Año	Automovil	Camión liviano	Camión mediano	Camión Pesado	Camion Articulado	Ómnibus B3-1	Ómnibus B4-1	Hatchback	Microbus	Mini bus	Motocicleta	Mototaxi	Ómnibus B2	Pick Up	Stación wagon	Utilitario	Total
	0.17 0.66	0.05 0.74	0.05 1.23	0.02 1.91	0.02 2.70	1.17 2.50	1.17 2.58	0.17 0.54	0.91 1.70	1.72 2.60	0.05 0.19	0.12 0.39	0.93 2.19	0.16 0.89	0.17 0.64	0.17 0.71	7.06 22.18
2029	0.50 0.17 0.67	0.71 0.05 0.76	1.21 0.05 1.26	1.93 0.02 1.96	2.74 0.02 2.76	1.36 1.17 2.53	1.44 1.17 2.61	0.37 0.17 0.54	0.80 0.91 1.72	0.90 1.73 2.63	0.14 0.05 0.19	0.27 0.12 0.39	1.28 0.94 2.22	0.74 0.16 0.90	0.47 0.17 0.64	0.55 0.17 0.72	15.42 7.08 22.50
2030	0.52 0.17 0.69	0.75 0.05 0.80	1.29 0.05 1.34	2.05 0.02 2.08	2.89 0.02 2.92	1.45 1.18 2.62	1.54 1.18 2.71	0.38 0.17 0.55	0.85 0.92 1.76	0.95 1.74 2.69	0.14 0.06 0.20	0.28 0.12 0.40	1.36 0.94 2.30	0.77 0.17 0.94	0.49 0.17 0.66	0.57 0.17 0.74	16.27 7.12 23.39
2031	0.58 0.18 0.76	0.88 0.05 0.93	1.51 0.05 1.57	2.41 0.03 2.43	3.34 0.03 3.37	1.72 1.30 3.02	1.84 1.30 3.14	0.42 0.18 0.61	0.99 1.00 1.98	1.12 1.92 3.04	0.15 0.06 0.21	0.30 0.13 0.43	1.61 1.04 2.65	0.89 0.18 1.07	0.54 0.18 0.72	0.66 0.19 0.85	18.95 7.82 26.78
2032	0.68 0.23 0.91	1.04 0.07 1.10	1.75 0.07 1.82	2.83 0.04 2.87	3.85 0.04 3.89	2.10 1.71 3.81	2.24 1.71 3.96	0.49 0.23 0.72	1.18 1.25 2.43	1.31 2.41 3.72	0.17 0.08 0.25	0.34 0.16 0.50	1.96 1.37 3.33	1.07 0.23 1.29	0.62 0.23 0.85	0.80 0.23 1.04	22.43 10.05 32.48
2033	0.77 0.28 1.05	1.18 0.08 1.26	1.97 0.08 2.05	3.21 0.04 3.26	4.32 0.05 4.37	2.44 2.09 4.53	2.60 2.09 4.69	0.56 0.28 0.84	1.36 1.51 2.87	1.48 2.89 4.37	0.19 0.09 0.28	0.39 0.19 0.58	2.27 1.67 3.95	1.23 0.27 1.50	0.70 0.28 0.98	0.94 0.28 1.22	25.62 12.17 37.79
2034	0.82 0.31 1.13	1.25 0.09 1.34	2.08 0.09 2.17	3.41 0.05 3.46	4.57 0.05 4.62	2.61 2.28 4.89	2.78 2.28 5.06	0.59 0.31 0.90	1.45 1.65 3.10	1.58 3.14 4.72	0.21 0.10 0.30	0.42 0.20 0.62	2.43 1.83 4.26	1.32 0.30 1.61	0.75 0.31 1.05	1.01 0.31 1.32	27.28 13.28 40.56
2035	0.82 0.31 1.13	1.26 0.09 1.34	2.08 0.09 2.17	3.42 0.05 3.46	4.58 0.05 4.63	2.61 2.29 4.90	2.79 2.29 5.08	0.59 0.31 0.90	1.46 1.65 3.11	1.58 3.16 4.74	0.21 0.10 0.31	0.42 0.21 0.62	2.44 1.83 4.27	1.32 0.30 1.62	0.75 0.31 1.05	1.01 0.31 1.32	27.33 13.34 40.67
2036	0.83 0.31 1.13	1.26 0.09 1.35	2.08 0.09 2.17	3.42 0.05 3.47	4.58 0.05 4.63	2.62 2.30 4.92	2.79 2.30 5.09	0.60 0.31 0.91	1.46 1.66 3.13	1.58 3.18 4.76	0.21 0.10 0.31	0.42 0.21 0.63	2.44 1.84 4.29	1.32 0.30 1.62	0.75 0.31 1.06	1.02 0.31 1.33	27.38 13.40 40.78
2037	0.83 0.31 1.14	1.26 0.09 1.35	2.08 0.09 2.17	3.42 0.05 3.47	4.58 0.05 4.63	2.62 2.31 4.93	2.79 2.31 5.10	0.60 0.31 0.91	1.46 1.67 3.14	1.58 3.19 4.78	0.21 0.10 0.31	0.42 0.21 0.63	2.45 1.85 4.30	1.33 0.30 1.63	0.75 0.31 1.06	1.02 0.31 1.33	27.41 13.47 40.88
Total	12.23 4.31 16.54	17.85 1.24 19.09	30.16 1.23 31.39	48.82 0.63 49.45	67.81 0.66 68.47	35.92 31.01 66.92	38.24 31.01 69.25	9.01 4.31 13.33	20.51 23.22 43.73	22.61 44.24 66.86	3.24 1.40 4.64	6.50 2.92 9.42	33.61 24.81 58.41	18.68 4.18 22.86	11.36 4.31 15.67	14.17 4.33 18.50	390.71 183.81 574.53

Anexo N° 07-E

Gasto de Recursos medios anuales por 1000 veh-km

TM Recursos medios anuales por 1000 veh-km

Nombre del estudio: **Javier Perez de Cuellar**

Fecha de ejecución: **12-04-2019**

Moneda: **Sol**

Tramo: Av. Javier PÚrez C.

Alternativa: Alt 1 Pavimento Rigido

ID: JPC-IZQ

Clase de carretera: Secundaria

Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Rampa + Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 %/km

Año	Operación del vehículo								Gastos Generales	Tiempo (horas)		
	Combustible (litros)	Aceite (litros)	Ruedas (n. equivalente ruedas nuevas)	Repuestos (% precio vehículo nuevo)	Mano de obra (horas)	Interés (% precio vehículo nuevo)	Depreciación (% precio vehículo nuevo sin ruedas)	Tripulación (horas)		Pasajeros trabajo	Pasajeros ocio	Transporte mercancía
Automovil												
2018	178.01	0.90	0.07	0.748	5.30	0.333	0.233	18.03	6.18	59.49	48.67	0.00
2019	96.91	0.67	0.04	0.255	2.94	0.149	0.091	8.08	2.77	26.67	21.82	0.00
2020	98.24	0.68	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.10	2.78	26.74	21.88	0.00
2021	98.38	0.68	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.12	2.78	26.79	21.92	0.00
2022	98.46	0.68	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.13	2.79	26.84	21.96	0.00
2023	98.54	0.68	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.15	2.79	26.89	22.00	0.00
2024	98.63	0.68	0.04	0.256	2.95	0.151	0.092	8.16	2.80	26.94	22.04	0.00
2025	98.71	0.68	0.04	0.257	2.95	0.151	0.092	8.18	2.80	27.00	22.09	0.00
2026	98.80	0.68	0.04	0.257	2.95	0.151	0.092	8.20	2.81	27.05	22.13	0.00
2027	98.88	0.68	0.04	0.257	2.96	0.152	0.092	8.22	2.82	27.11	22.18	0.00
2028	98.98	0.68	0.04	0.257	2.96	0.152	0.092	8.23	2.82	27.17	22.23	0.00
2029	99.07	0.68	0.04	0.258	2.96	0.152	0.093	8.25	2.83	27.23	22.28	0.00
2030	99.16	0.68	0.04	0.258	2.96	0.153	0.093	8.27	2.84	27.30	22.33	0.00
2031	99.26	0.68	0.04	0.259	2.96	0.153	0.093	8.29	2.84	27.36	22.39	0.00
2032	99.37	0.68	0.04	0.259	2.97	0.153	0.093	8.31	2.85	27.43	22.44	0.00
2033	99.48	0.68	0.04	0.260	2.97	0.154	0.093	8.33	2.86	27.50	22.50	0.00
2034	99.60	0.68	0.04	0.261	2.98	0.154	0.094	8.36	2.86	27.57	22.56	0.00
2035	99.72	0.68	0.04	0.261	2.98	0.155	0.094	8.38	2.87	27.65	22.62	0.00
2036	99.84	0.68	0.05	0.263	2.99	0.155	0.094	8.40	2.88	27.73	22.69	0.00
2037	99.82	0.68	0.05	0.264	3.00	0.156	0.094	8.43	2.89	27.81	22.76	0.00

Camion Articulado												
2018	1,325.89	5.88	0.24	1.442	33.40	0.126	0.071	43.21	16.20	0.00	43.21	43.21
2019	415.82	3.97	0.15	0.448	18.21	0.047	0.023	16.15	6.05	0.00	16.15	16.15
2020	442.62	4.03	0.15	0.449	18.22	0.047	0.023	16.18	6.07	0.00	16.18	16.18
2021	444.16	4.03	0.15	0.449	18.24	0.047	0.023	16.21	6.08	0.00	16.21	16.21
2022	444.54	4.03	0.15	0.450	18.24	0.047	0.023	16.24	6.09	0.00	16.24	16.24
2023	444.92	4.03	0.15	0.450	18.25	0.048	0.023	16.27	6.10	0.00	16.27	16.27
2024	445.30	4.04	0.15	0.450	18.26	0.048	0.023	16.31	6.12	0.00	16.31	16.31
2025	445.69	4.04	0.15	0.451	18.26	0.048	0.023	16.34	6.13	0.00	16.34	16.34
2026	446.11	4.04	0.15	0.451	18.27	0.048	0.023	16.38	6.14	0.00	16.38	16.38
2027	446.56	4.04	0.15	0.452	18.29	0.048	0.023	16.41	6.15	0.00	16.41	16.41
2028	447.04	4.04	0.15	0.452	18.30	0.048	0.023	16.45	6.17	0.00	16.45	16.45
2029	447.54	4.04	0.15	0.453	18.32	0.048	0.023	16.49	6.18	0.00	16.49	16.49
2030	448.08	4.04	0.15	0.454	18.33	0.048	0.023	16.52	6.20	0.00	16.52	16.52
2031	448.67	4.04	0.15	0.455	18.36	0.048	0.024	16.56	6.21	0.00	16.56	16.56
2032	449.30	4.04	0.15	0.456	18.38	0.048	0.024	16.61	6.23	0.00	16.61	16.61
2033	449.99	4.04	0.16	0.458	18.41	0.049	0.024	16.65	6.24	0.00	16.65	16.65
2034	450.74	4.05	0.16	0.459	18.44	0.049	0.024	16.69	6.26	0.00	16.69	16.69
2035	451.52	4.05	0.16	0.461	18.48	0.049	0.024	16.74	6.28	0.00	16.74	16.74
2036	452.32	4.05	0.16	0.464	18.53	0.049	0.024	16.79	6.30	0.00	16.79	16.79
2037	451.31	4.05	0.16	0.466	18.58	0.049	0.024	16.84	6.31	0.00	16.84	16.84
Camion liviano												
2018	170.56	1.92	0.08	1.037	22.59	0.179	0.100	36.88	8.96	0.00	73.76	36.88
2019	91.24	1.75	0.05	0.248	10.76	0.079	0.038	16.26	3.95	0.00	32.52	16.26
2020	93.55	1.76	0.05	0.249	10.77	0.079	0.039	16.30	3.96	0.00	32.61	16.30
2021	93.65	1.76	0.05	0.249	10.78	0.079	0.039	16.33	3.97	0.00	32.67	16.33
2022	93.65	1.76	0.05	0.250	10.79	0.080	0.039	16.36	3.98	0.00	32.73	16.36
2023	93.64	1.76	0.05	0.250	10.79	0.080	0.039	16.39	3.98	0.00	32.79	16.39
2024	93.64	1.76	0.05	0.250	10.80	0.080	0.039	16.43	3.99	0.00	32.85	16.43
2025	93.63	1.76	0.05	0.250	10.81	0.080	0.039	16.46	4.00	0.00	32.92	16.46
2026	93.63	1.76	0.05	0.251	10.81	0.080	0.039	16.49	4.01	0.00	32.98	16.49
2027	93.62	1.76	0.05	0.251	10.82	0.080	0.039	16.53	4.02	0.00	33.05	16.53
2028	93.61	1.76	0.05	0.252	10.83	0.081	0.039	16.56	4.03	0.00	33.12	16.56
2029	93.61	1.76	0.05	0.252	10.84	0.081	0.039	16.60	4.03	0.00	33.20	16.60
2030	93.61	1.76	0.05	0.253	10.86	0.081	0.039	16.64	4.04	0.00	33.27	16.64
2031	93.61	1.76	0.05	0.253	10.88	0.081	0.039	16.67	4.05	0.00	33.35	16.67
2032	93.61	1.76	0.05	0.254	10.89	0.081	0.040	16.72	4.06	0.00	33.43	16.72

2033	93.61	1.76	0.05	0.255	10.92	0.082	0.040	16.76	4.07	0.00	33.51	16.76
2034	93.61	1.76	0.05	0.257	10.94	0.082	0.040	16.80	4.08	0.00	33.60	16.80
2035	93.60	1.76	0.05	0.258	10.98	0.082	0.040	16.84	4.09	0.00	33.69	16.84
2036	93.60	1.76	0.05	0.260	11.01	0.082	0.040	16.89	4.11	0.00	33.78	16.89
2037	93.51	1.76	0.05	0.261	11.05	0.082	0.040	16.94	4.12	0.00	33.88	16.94
Camion mediano												
2018	320.14	2.23	0.07	1.324	25.65	0.107	0.060	36.58	7.62	0.00	73.16	36.58
2019	160.95	1.90	0.04	0.384	13.49	0.047	0.023	16.18	3.37	0.00	32.35	16.18
2020	166.87	1.91	0.04	0.384	13.50	0.047	0.023	16.22	3.38	0.00	32.43	16.22
2021	167.16	1.91	0.04	0.385	13.51	0.047	0.023	16.25	3.38	0.00	32.49	16.25
2022	167.19	1.91	0.04	0.385	13.51	0.048	0.023	16.28	3.39	0.00	32.55	16.28
2023	167.23	1.91	0.04	0.385	13.52	0.048	0.023	16.31	3.40	0.00	32.62	16.31
2024	167.26	1.91	0.04	0.386	13.53	0.048	0.023	16.34	3.40	0.00	32.68	16.34
2025	167.30	1.91	0.04	0.386	13.53	0.048	0.023	16.37	3.41	0.00	32.75	16.37
2026	167.34	1.91	0.04	0.387	13.54	0.048	0.023	16.41	3.42	0.00	32.81	16.41
2027	167.38	1.91	0.04	0.387	13.55	0.048	0.023	16.44	3.43	0.00	32.88	16.44
2028	167.43	1.91	0.04	0.388	13.56	0.048	0.023	16.48	3.43	0.00	32.96	16.48
2029	167.48	1.91	0.04	0.388	13.57	0.048	0.023	16.52	3.44	0.00	33.03	16.52
2030	167.54	1.91	0.04	0.389	13.59	0.048	0.024	16.55	3.45	0.00	33.11	16.55
2031	167.61	1.91	0.04	0.390	13.61	0.048	0.024	16.59	3.46	0.00	33.19	16.59
2032	167.70	1.91	0.04	0.391	13.63	0.049	0.024	16.64	3.47	0.00	33.27	16.64
2033	167.80	1.91	0.04	0.393	13.65	0.049	0.024	16.68	3.47	0.00	33.36	16.68
2034	167.91	1.91	0.04	0.394	13.68	0.049	0.024	16.72	3.48	0.00	33.44	16.72
2035	168.01	1.91	0.04	0.396	13.71	0.049	0.024	16.77	3.49	0.00	33.54	16.77
2036	168.12	1.91	0.04	0.398	13.75	0.049	0.024	16.82	3.50	0.00	33.63	16.82
2037	167.66	1.91	0.04	0.400	13.78	0.049	0.024	16.87	3.51	0.00	33.73	16.87
Camion Pesado												
2018	686.12	4.54	0.10	1.360	32.39	0.115	0.064	39.36	11.48	0.00	39.36	39.36
2019	284.73	3.70	0.06	0.392	16.98	0.047	0.023	16.14	4.71	0.00	16.14	16.14
2020	294.94	3.72	0.06	0.392	16.99	0.047	0.023	16.18	4.72	0.00	16.18	16.18
2021	295.51	3.72	0.06	0.393	17.01	0.047	0.023	16.21	4.73	0.00	16.21	16.21
2022	295.64	3.72	0.06	0.393	17.01	0.047	0.023	16.24	4.74	0.00	16.24	16.24
2023	295.78	3.72	0.06	0.393	17.02	0.048	0.023	16.27	4.75	0.00	16.27	16.27
2024	295.92	3.72	0.06	0.394	17.03	0.048	0.023	16.31	4.76	0.00	16.31	16.31
2025	296.07	3.72	0.06	0.394	17.04	0.048	0.023	16.34	4.77	0.00	16.34	16.34
2026	296.24	3.72	0.06	0.395	17.05	0.048	0.023	16.37	4.78	0.00	16.37	16.37
2027	296.43	3.72	0.06	0.395	17.06	0.048	0.023	16.41	4.79	0.00	16.41	16.41

2028	296.64	3.72	0.06	0.396	17.07	0.048	0.023	16.45	4.80	0.00	16.45	16.45
2029	296.86	3.72	0.06	0.396	17.09	0.048	0.023	16.48	4.81	0.00	16.48	16.48
2030	297.10	3.72	0.07	0.397	17.11	0.048	0.023	16.52	4.82	0.00	16.52	16.52
2031	297.38	3.72	0.07	0.398	17.13	0.048	0.024	16.56	4.83	0.00	16.56	16.56
2032	297.68	3.73	0.07	0.399	17.15	0.048	0.024	16.60	4.84	0.00	16.60	16.60
2033	298.01	3.73	0.07	0.401	17.18	0.049	0.024	16.65	4.86	0.00	16.65	16.65
2034	298.38	3.73	0.07	0.402	17.22	0.049	0.024	16.69	4.87	0.00	16.69	16.69
2035	298.78	3.73	0.07	0.404	17.26	0.049	0.024	16.74	4.88	0.00	16.74	16.74
2036	299.19	3.73	0.07	0.406	17.30	0.049	0.024	16.79	4.90	0.00	16.79	16.79
2037	298.56	3.73	0.07	0.408	17.35	0.049	0.024	16.84	4.91	0.00	16.84	16.84
Hatchback												
2018	153.67	0.83	0.07	0.755	5.33	0.333	0.233	18.03	5.94	59.49	48.68	0.00
2019	80.73	0.63	0.04	0.256	2.95	0.149	0.091	8.09	2.67	26.70	21.85	0.00
2020	81.94	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.11	2.67	26.77	21.90	0.00
2021	82.01	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.13	2.68	26.82	21.94	0.00
2022	82.03	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.14	2.68	26.87	21.98	0.00
2023	82.06	0.63	0.04	0.257	2.95	0.151	0.091	8.16	2.69	26.92	22.02	0.00
2024	82.09	0.63	0.04	0.257	2.95	0.151	0.092	8.17	2.69	26.97	22.07	0.00
2025	82.12	0.63	0.04	0.257	2.95	0.151	0.092	8.19	2.70	27.02	22.11	0.00
2026	82.16	0.63	0.04	0.257	2.96	0.152	0.092	8.21	2.70	27.08	22.16	0.00
2027	82.20	0.63	0.04	0.257	2.96	0.152	0.092	8.22	2.71	27.14	22.20	0.00
2028	82.25	0.63	0.04	0.258	2.96	0.152	0.092	8.24	2.72	27.20	22.25	0.00
2029	82.31	0.63	0.04	0.258	2.96	0.153	0.093	8.26	2.72	27.26	22.30	0.00
2030	82.37	0.63	0.05	0.258	2.96	0.153	0.093	8.28	2.73	27.32	22.36	0.00
2031	82.44	0.63	0.05	0.259	2.97	0.153	0.093	8.30	2.74	27.39	22.41	0.00
2032	82.51	0.63	0.05	0.259	2.97	0.154	0.093	8.32	2.74	27.46	22.47	0.00
2033	82.59	0.63	0.05	0.260	2.97	0.154	0.094	8.34	2.75	27.53	22.52	0.00
2034	82.68	0.63	0.05	0.261	2.98	0.154	0.094	8.36	2.76	27.60	22.58	0.00
2035	82.79	0.63	0.05	0.262	2.98	0.155	0.094	8.39	2.76	27.68	22.64	0.00
2036	82.90	0.63	0.05	0.263	2.99	0.155	0.094	8.41	2.77	27.75	22.71	0.00
2037	82.84	0.63	0.05	0.264	3.00	0.156	0.095	8.44	2.78	27.84	22.77	0.00
Microbus												
2018	212.87	1.27	0.06	0.872	5.76	0.245	0.172	36.06	11.20	337.12	275.83	0.00
2019	87.91	0.92	0.03	0.293	3.18	0.110	0.067	16.17	5.02	151.21	123.72	0.00
2020	90.49	0.92	0.03	0.294	3.18	0.110	0.067	16.21	5.04	151.57	124.01	0.00
2021	90.68	0.92	0.03	0.294	3.18	0.110	0.067	16.24	5.05	151.85	124.24	0.00
2022	90.77	0.92	0.03	0.294	3.18	0.111	0.067	16.27	5.05	152.13	124.47	0.00

2023	90.85	0.92	0.03	0.295	3.18	0.111	0.067	16.30	5.06	152.42	124.71	0.00
2024	90.93	0.92	0.03	0.295	3.18	0.111	0.067	16.33	5.07	152.72	124.96	0.00
2025	91.02	0.92	0.03	0.295	3.19	0.111	0.068	16.37	5.08	153.03	125.21	0.00
2026	91.11	0.93	0.03	0.295	3.19	0.112	0.068	16.40	5.10	153.35	125.47	0.00
2027	91.20	0.93	0.03	0.296	3.19	0.112	0.068	16.44	5.11	153.68	125.74	0.00
2028	91.30	0.93	0.03	0.296	3.19	0.112	0.068	16.47	5.12	154.02	126.02	0.00
2029	91.40	0.93	0.03	0.296	3.19	0.112	0.068	16.51	5.13	154.37	126.31	0.00
2030	91.51	0.93	0.03	0.297	3.20	0.113	0.068	16.55	5.14	154.74	126.60	0.00
2031	91.63	0.93	0.03	0.297	3.20	0.113	0.069	16.59	5.15	155.11	126.91	0.00
2032	91.75	0.93	0.03	0.298	3.20	0.113	0.069	16.63	5.17	155.49	127.22	0.00
2033	91.87	0.93	0.03	0.299	3.21	0.113	0.069	16.67	5.18	155.89	127.55	0.00
2034	92.01	0.93	0.04	0.300	3.21	0.114	0.069	16.72	5.19	156.30	127.88	0.00
2035	92.14	0.93	0.04	0.301	3.22	0.114	0.069	16.76	5.21	156.74	128.24	0.00
2036	92.28	0.93	0.04	0.302	3.23	0.114	0.069	16.81	5.22	157.18	128.61	0.00
2037	92.26	0.93	0.04	0.303	3.24	0.115	0.070	16.86	5.24	157.65	128.98	0.00
Mini bus												
2018	252.64	2.28	0.05	0.598	20.80	0.159	0.111	36.88	10.21	649.06	531.05	0.00
2019	135.50	2.03	0.03	0.117	8.95	0.070	0.043	16.24	4.50	285.83	233.86	0.00
2020	139.53	2.04	0.03	0.117	8.97	0.070	0.043	16.28	4.51	286.57	234.47	0.00
2021	139.71	2.04	0.03	0.118	8.98	0.070	0.043	16.31	4.52	287.10	234.90	0.00
2022	139.72	2.04	0.03	0.118	8.98	0.070	0.043	16.34	4.53	287.63	235.33	0.00
2023	139.72	2.04	0.03	0.118	8.99	0.071	0.043	16.37	4.53	288.17	235.77	0.00
2024	139.74	2.04	0.03	0.118	8.99	0.071	0.043	16.40	4.54	288.72	236.23	0.00
2025	139.75	2.04	0.03	0.118	9.00	0.071	0.043	16.44	4.55	289.30	236.70	0.00
2026	139.77	2.04	0.03	0.119	9.01	0.071	0.043	16.47	4.56	289.89	237.18	0.00
2027	139.80	2.04	0.03	0.119	9.02	0.071	0.043	16.51	4.57	290.50	237.68	0.00
2028	139.84	2.04	0.03	0.119	9.03	0.071	0.043	16.54	4.58	291.13	238.20	0.00
2029	139.89	2.04	0.03	0.120	9.05	0.071	0.043	16.58	4.59	291.78	238.73	0.00
2030	139.95	2.04	0.03	0.120	9.06	0.072	0.044	16.62	4.60	292.45	239.28	0.00
2031	140.02	2.04	0.03	0.120	9.08	0.072	0.044	16.66	4.61	293.14	239.84	0.00
2032	140.10	2.04	0.03	0.121	9.10	0.072	0.044	16.70	4.62	293.85	240.42	0.00
2033	140.20	2.04	0.03	0.122	9.13	0.072	0.044	16.74	4.64	294.59	241.03	0.00
2034	140.31	2.04	0.03	0.122	9.16	0.072	0.044	16.78	4.65	295.35	241.65	0.00
2035	140.43	2.04	0.03	0.123	9.19	0.073	0.044	16.83	4.66	296.14	242.30	0.00
2036	140.56	2.05	0.03	0.124	9.23	0.073	0.044	16.87	4.67	296.97	242.98	0.00
2037	140.20	2.04	0.03	0.125	9.27	0.073	0.044	16.92	4.69	297.83	243.68	0.00
Motocicleta												

2018	36.39	0.45	0.04	0.329	3.38	1.071	1.874	3.61	2.75	19.83	16.23	0.00
2019	26.03	0.44	0.03	0.068	1.42	0.482	0.732	1.62	1.24	8.92	7.30	0.00
2020	26.39	0.44	0.03	0.068	1.43	0.483	0.733	1.63	1.24	8.94	7.32	0.00
2021	26.38	0.44	0.03	0.068	1.43	0.484	0.735	1.63	1.24	8.96	7.33	0.00
2022	26.36	0.44	0.03	0.068	1.43	0.485	0.736	1.63	1.25	8.98	7.35	0.00
2023	26.33	0.44	0.04	0.068	1.43	0.486	0.737	1.64	1.25	8.99	7.36	0.00
2024	26.30	0.44	0.04	0.068	1.43	0.487	0.739	1.64	1.25	9.01	7.37	0.00
2025	26.27	0.44	0.04	0.068	1.43	0.488	0.740	1.64	1.25	9.03	7.39	0.00
2026	26.24	0.44	0.04	0.069	1.43	0.489	0.742	1.65	1.26	9.05	7.40	0.00
2027	26.21	0.44	0.04	0.069	1.44	0.490	0.743	1.65	1.26	9.07	7.42	0.00
2028	26.18	0.44	0.04	0.069	1.44	0.491	0.745	1.65	1.26	9.09	7.43	0.00
2029	26.15	0.44	0.04	0.069	1.44	0.492	0.747	1.66	1.26	9.11	7.45	0.00
2030	26.12	0.44	0.04	0.069	1.44	0.493	0.748	1.66	1.27	9.13	7.47	0.00
2031	26.08	0.44	0.04	0.069	1.44	0.494	0.750	1.66	1.27	9.15	7.49	0.00
2032	26.05	0.44	0.04	0.070	1.45	0.495	0.752	1.67	1.27	9.17	7.50	0.00
2033	26.02	0.44	0.04	0.070	1.45	0.497	0.754	1.67	1.28	9.20	7.52	0.00
2034	25.99	0.44	0.04	0.070	1.46	0.498	0.756	1.68	1.28	9.22	7.54	0.00
2035	25.95	0.44	0.04	0.071	1.46	0.499	0.758	1.68	1.28	9.24	7.56	0.00
2036	25.91	0.44	0.04	0.072	1.47	0.501	0.760	1.69	1.29	9.27	7.58	0.00
2037	25.87	0.44	0.04	0.072	1.47	0.502	0.762	1.69	1.29	9.30	7.61	0.00
Mototaxi												
2018	59.61	0.48	0.06	0.449	4.01	0.524	0.734	36.14	14.97	39.75	32.53	0.00
2019	39.62	0.46	0.05	0.092	1.69	0.241	0.293	16.64	6.89	18.30	14.97	0.00
2020	40.46	0.46	0.05	0.093	1.69	0.242	0.294	16.70	6.92	18.37	15.03	0.00
2021	40.46	0.46	0.05	0.093	1.69	0.243	0.295	16.73	6.93	18.40	15.06	0.00
2022	40.41	0.46	0.05	0.093	1.69	0.243	0.295	16.75	6.94	18.43	15.08	0.00
2023	40.37	0.46	0.05	0.093	1.69	0.243	0.296	16.78	6.95	18.46	15.10	0.00
2024	40.32	0.46	0.05	0.093	1.70	0.244	0.296	16.81	6.96	18.49	15.13	0.00
2025	40.28	0.46	0.05	0.093	1.70	0.244	0.297	16.84	6.98	18.52	15.15	0.00
2026	40.22	0.46	0.05	0.093	1.70	0.245	0.297	16.87	6.99	18.55	15.18	0.00
2027	40.17	0.46	0.05	0.094	1.70	0.245	0.298	16.90	7.00	18.59	15.21	0.00
2028	40.12	0.46	0.05	0.094	1.70	0.246	0.298	16.93	7.01	18.62	15.23	0.00
2029	40.07	0.46	0.05	0.094	1.70	0.246	0.299	16.96	7.03	18.65	15.26	0.00
2030	40.01	0.46	0.05	0.094	1.71	0.246	0.299	16.99	7.04	18.69	15.29	0.00
2031	39.96	0.46	0.05	0.095	1.71	0.247	0.300	17.02	7.05	18.73	15.32	0.00
2032	39.90	0.46	0.05	0.095	1.71	0.247	0.300	17.06	7.07	18.77	15.35	0.00
2033	39.85	0.46	0.05	0.095	1.72	0.248	0.301	17.10	7.08	18.80	15.39	0.00

2034	39.79	0.46	0.05	0.096	1.72	0.249	0.302	17.13	7.10	18.85	15.42	0.00
2035	39.73	0.46	0.05	0.097	1.73	0.249	0.302	17.17	7.11	18.89	15.45	0.00
2036	39.67	0.46	0.05	0.097	1.74	0.250	0.303	17.21	7.13	18.93	15.49	0.00
2037	39.59	0.46	0.05	0.098	1.75	0.250	0.304	17.25	7.15	18.98	15.53	0.00
Omnibus B2												
2018	529.01	3.61	0.06	0.653	21.76	0.110	0.155	39.36	14.19	0.00	1,574.26	0.00
2019	191.41	2.90	0.03	0.133	9.56	0.045	0.055	16.15	5.82	0.00	645.84	0.00
2020	199.29	2.92	0.03	0.133	9.57	0.045	0.055	16.18	5.84	0.00	647.30	0.00
2021	199.71	2.92	0.03	0.134	9.58	0.046	0.055	16.21	5.85	0.00	648.50	0.00
2022	199.78	2.92	0.04	0.134	9.59	0.046	0.055	16.24	5.86	0.00	649.73	0.00
2023	199.86	2.92	0.04	0.134	9.59	0.046	0.055	16.27	5.87	0.00	650.98	0.00
2024	199.94	2.92	0.04	0.134	9.60	0.046	0.056	16.31	5.88	0.00	652.28	0.00
2025	200.04	2.92	0.04	0.134	9.61	0.046	0.056	16.34	5.89	0.00	653.61	0.00
2026	200.16	2.92	0.04	0.134	9.62	0.046	0.056	16.37	5.90	0.00	654.99	0.00
2027	200.29	2.92	0.04	0.135	9.63	0.046	0.056	16.41	5.92	0.00	656.41	0.00
2028	200.44	2.92	0.04	0.135	9.64	0.046	0.056	16.45	5.93	0.00	657.88	0.00
2029	200.63	2.92	0.04	0.135	9.65	0.046	0.056	16.48	5.94	0.00	659.39	0.00
2030	200.85	2.92	0.04	0.136	9.67	0.046	0.056	16.52	5.96	0.00	660.95	0.00
2031	201.08	2.92	0.04	0.136	9.69	0.047	0.056	16.56	5.97	0.00	662.56	0.00
2032	201.34	2.92	0.04	0.137	9.71	0.047	0.057	16.61	5.99	0.00	664.22	0.00
2033	201.62	2.92	0.04	0.138	9.73	0.047	0.057	16.65	6.00	0.00	665.94	0.00
2034	201.93	2.92	0.04	0.139	9.76	0.047	0.057	16.69	6.02	0.00	667.71	0.00
2035	202.26	2.92	0.04	0.139	9.80	0.047	0.057	16.74	6.04	0.00	669.57	0.00
2036	202.69	2.93	0.04	0.141	9.84	0.047	0.057	16.79	6.05	0.00	671.50	0.00
2037	202.36	2.92	0.04	0.142	9.88	0.047	0.057	16.84	6.07	0.00	673.50	0.00
Omnibus B3-1												
2018	603.37	3.77	0.07	0.653	21.76	0.110	0.155	39.36	14.98	0.00	1,967.83	0.00
2019	190.34	2.90	0.05	0.133	9.56	0.045	0.055	16.15	6.15	0.00	807.31	0.00
2020	200.53	2.92	0.05	0.133	9.57	0.045	0.055	16.18	6.16	0.00	809.13	0.00
2021	201.10	2.92	0.05	0.134	9.58	0.046	0.055	16.21	6.17	0.00	810.63	0.00
2022	201.21	2.92	0.05	0.134	9.59	0.046	0.055	16.24	6.18	0.00	812.16	0.00
2023	201.33	2.92	0.05	0.134	9.59	0.046	0.055	16.27	6.19	0.00	813.73	0.00
2024	201.45	2.92	0.05	0.134	9.60	0.046	0.056	16.31	6.21	0.00	815.35	0.00
2025	201.60	2.92	0.05	0.134	9.61	0.046	0.056	16.34	6.22	0.00	817.02	0.00
2026	201.76	2.92	0.05	0.134	9.62	0.046	0.056	16.37	6.23	0.00	818.74	0.00
2027	201.94	2.92	0.05	0.135	9.63	0.046	0.056	16.41	6.25	0.00	820.52	0.00
2028	202.13	2.92	0.05	0.135	9.64	0.046	0.056	16.45	6.26	0.00	822.35	0.00

2029	202.36	2.92	0.05	0.135	9.65	0.046	0.056	16.48	6.27	0.00	824.24	0.00
2030	202.62	2.93	0.05	0.136	9.67	0.046	0.056	16.52	6.29	0.00	826.19	0.00
2031	202.90	2.93	0.05	0.136	9.69	0.047	0.056	16.56	6.30	0.00	828.20	0.00
2032	203.21	2.93	0.05	0.137	9.71	0.047	0.057	16.61	6.32	0.00	830.28	0.00
2033	203.54	2.93	0.05	0.138	9.73	0.047	0.057	16.65	6.34	0.00	832.42	0.00
2034	203.90	2.93	0.05	0.139	9.76	0.047	0.057	16.69	6.35	0.00	834.64	0.00
2035	204.28	2.93	0.05	0.139	9.80	0.047	0.057	16.74	6.37	0.00	836.96	0.00
2036	204.76	2.93	0.05	0.141	9.84	0.047	0.057	16.79	6.39	0.00	839.38	0.00
2037	204.48	2.93	0.05	0.142	9.88	0.047	0.057	16.84	6.41	0.00	841.88	0.00
Omnibus B4-1												
2018	678.36	3.92	0.09	0.653	21.76	0.110	0.155	39.36	14.98	0.00	1,967.84	0.00
2019	189.28	2.90	0.06	0.133	9.56	0.045	0.055	16.15	6.15	0.00	807.31	0.00
2020	201.78	2.92	0.06	0.133	9.57	0.045	0.055	16.18	6.16	0.00	809.14	0.00
2021	202.48	2.93	0.06	0.134	9.58	0.046	0.055	16.21	6.17	0.00	810.64	0.00
2022	202.65	2.93	0.06	0.134	9.59	0.046	0.055	16.24	6.18	0.00	812.16	0.00
2023	202.81	2.93	0.06	0.134	9.59	0.046	0.055	16.27	6.19	0.00	813.73	0.00
2024	202.97	2.93	0.06	0.134	9.60	0.046	0.056	16.31	6.21	0.00	815.36	0.00
2025	203.16	2.93	0.06	0.134	9.61	0.046	0.056	16.34	6.22	0.00	817.02	0.00
2026	203.36	2.93	0.06	0.134	9.62	0.046	0.056	16.37	6.23	0.00	818.75	0.00
2027	203.58	2.93	0.06	0.135	9.63	0.046	0.056	16.41	6.25	0.00	820.52	0.00
2028	203.82	2.93	0.06	0.135	9.64	0.046	0.056	16.45	6.26	0.00	822.35	0.00
2029	204.10	2.93	0.06	0.135	9.65	0.046	0.056	16.48	6.27	0.00	824.24	0.00
2030	204.40	2.93	0.06	0.136	9.67	0.046	0.056	16.52	6.29	0.00	826.19	0.00
2031	204.73	2.93	0.06	0.136	9.69	0.047	0.056	16.56	6.30	0.00	828.21	0.00
2032	205.08	2.93	0.06	0.137	9.71	0.047	0.057	16.61	6.32	0.00	830.28	0.00
2033	205.46	2.93	0.06	0.138	9.73	0.047	0.057	16.65	6.34	0.00	832.43	0.00
2034	205.87	2.93	0.06	0.139	9.76	0.047	0.057	16.69	6.35	0.00	834.64	0.00
2035	206.31	2.93	0.06	0.139	9.80	0.047	0.057	16.74	6.37	0.00	836.97	0.00
2036	206.83	2.93	0.06	0.141	9.84	0.047	0.057	16.79	6.39	0.00	839.38	0.00
2037	206.60	2.93	0.06	0.142	9.88	0.047	0.057	16.84	6.41	0.00	841.88	0.00
Pick Up.												
2018	225.70	1.30	0.06	0.958	6.07	0.263	0.147	34.25	12.49	59.49	48.67	36.05
2019	94.55	0.93	0.03	0.324	3.36	0.118	0.057	15.35	5.60	26.66	21.81	16.16
2020	96.82	0.94	0.03	0.325	3.36	0.118	0.057	15.38	5.61	26.72	21.86	16.19
2021	96.99	0.94	0.03	0.325	3.36	0.118	0.058	15.41	5.62	26.77	21.90	16.22
2022	97.07	0.94	0.03	0.325	3.36	0.119	0.058	15.44	5.63	26.82	21.94	16.25
2023	97.15	0.94	0.03	0.325	3.36	0.119	0.058	15.47	5.64	26.87	21.99	16.29

2024	97.23	0.94	0.03	0.326	3.36	0.119	0.058	15.50	5.65	26.92	22.03	16.32
2025	97.32	0.94	0.03	0.326	3.36	0.119	0.058	15.53	5.66	26.98	22.07	16.35
2026	97.41	0.94	0.03	0.326	3.37	0.120	0.058	15.57	5.68	27.04	22.12	16.39
2027	97.52	0.94	0.03	0.327	3.37	0.120	0.058	15.60	5.69	27.09	22.17	16.42
2028	97.63	0.94	0.03	0.327	3.37	0.120	0.058	15.63	5.70	27.16	22.22	16.46
2029	97.75	0.94	0.03	0.327	3.37	0.120	0.058	15.67	5.71	27.22	22.27	16.50
2030	97.88	0.94	0.03	0.328	3.38	0.121	0.059	15.71	5.73	27.28	22.32	16.53
2031	98.03	0.94	0.03	0.328	3.38	0.121	0.059	15.75	5.74	27.35	22.38	16.57
2032	98.18	0.94	0.03	0.329	3.38	0.121	0.059	15.79	5.75	27.42	22.43	16.62
2033	98.34	0.95	0.03	0.330	3.39	0.122	0.059	15.83	5.77	27.49	22.49	16.66
2034	98.51	0.95	0.03	0.331	3.39	0.122	0.059	15.87	5.79	27.56	22.55	16.70
2035	98.70	0.95	0.03	0.332	3.40	0.122	0.059	15.91	5.80	27.64	22.61	16.75
2036	98.91	0.95	0.03	0.334	3.41	0.123	0.060	15.96	5.82	27.72	22.68	16.80
2037	98.88	0.95	0.03	0.335	3.42	0.123	0.060	16.00	5.84	27.80	22.74	16.85
Station wagon												
2018	186.29	0.92	0.07	0.746	5.29	0.333	0.233	18.03	7.13	59.49	48.67	0.00
2019	104.19	0.69	0.04	0.255	2.94	0.149	0.091	8.08	3.20	26.68	21.83	0.00
2020	105.54	0.70	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.10	3.20	26.74	21.88	0.00
2021	105.63	0.70	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.12	3.21	26.79	21.92	0.00
2022	105.66	0.70	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.13	3.22	26.84	21.96	0.00
2023	105.69	0.70	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.15	3.22	26.89	22.00	0.00
2024	105.73	0.70	0.04	0.256	2.95	0.151	0.092	8.16	3.23	26.94	22.05	0.00
2025	105.77	0.70	0.04	0.256	2.95	0.151	0.092	8.18	3.24	27.00	22.09	0.00
2026	105.82	0.70	0.04	0.256	2.95	0.151	0.092	8.20	3.24	27.06	22.14	0.00
2027	105.87	0.70	0.04	0.256	2.95	0.152	0.092	8.22	3.25	27.11	22.18	0.00
2028	105.93	0.70	0.04	0.257	2.95	0.152	0.092	8.23	3.26	27.17	22.23	0.00
2029	106.00	0.70	0.04	0.257	2.95	0.152	0.093	8.25	3.26	27.24	22.28	0.00
2030	106.08	0.70	0.04	0.257	2.96	0.153	0.093	8.27	3.27	27.30	22.34	0.00
2031	106.16	0.70	0.04	0.258	2.96	0.153	0.093	8.29	3.28	27.37	22.39	0.00
2032	106.25	0.70	0.05	0.258	2.96	0.153	0.093	8.31	3.29	27.43	22.45	0.00
2033	106.34	0.70	0.05	0.259	2.97	0.154	0.093	8.33	3.30	27.50	22.50	0.00
2034	106.45	0.70	0.05	0.260	2.97	0.154	0.094	8.36	3.30	27.58	22.56	0.00
2035	106.56	0.70	0.05	0.261	2.98	0.155	0.094	8.38	3.31	27.65	22.63	0.00
2036	106.69	0.70	0.05	0.262	2.98	0.155	0.094	8.40	3.32	27.73	22.69	0.00
2037	106.63	0.70	0.05	0.263	2.99	0.156	0.094	8.43	3.33	27.81	22.76	0.00
Utilitario												
2018	185.01	1.19	0.06	0.617	4.77	0.434	0.304	0.00	0.00	60.16	49.22	36.46

2019	89.94	0.92	0.04	0.146	2.17	0.192	0.117	0.00	0.00	26.67	21.82	16.17
2020	91.07	0.92	0.04	0.146	2.17	0.193	0.117	0.00	0.00	26.74	21.88	16.20
2021	91.17	0.93	0.04	0.147	2.17	0.193	0.117	0.00	0.00	26.79	21.92	16.23
2022	91.23	0.93	0.04	0.147	2.17	0.194	0.118	0.00	0.00	26.84	21.96	16.26
2023	91.29	0.93	0.04	0.147	2.18	0.194	0.118	0.00	0.00	26.89	22.00	16.30
2024	91.35	0.93	0.04	0.147	2.18	0.194	0.118	0.00	0.00	26.94	22.04	16.33
2025	91.42	0.93	0.04	0.147	2.18	0.195	0.118	0.00	0.00	27.00	22.09	16.36
2026	91.50	0.93	0.04	0.147	2.18	0.195	0.119	0.00	0.00	27.05	22.13	16.40
2027	91.58	0.93	0.04	0.148	2.18	0.196	0.119	0.00	0.00	27.11	22.18	16.43
2028	91.67	0.93	0.04	0.148	2.18	0.196	0.119	0.00	0.00	27.17	22.23	16.47
2029	91.76	0.93	0.04	0.148	2.19	0.196	0.119	0.00	0.00	27.23	22.28	16.50
2030	91.86	0.93	0.04	0.149	2.19	0.197	0.120	0.00	0.00	27.30	22.33	16.54
2031	91.97	0.93	0.04	0.149	2.19	0.197	0.120	0.00	0.00	27.36	22.39	16.58
2032	92.09	0.93	0.04	0.150	2.20	0.198	0.120	0.00	0.00	27.43	22.44	16.62
2033	92.22	0.93	0.04	0.150	2.20	0.198	0.120	0.00	0.00	27.50	22.50	16.67
2034	92.35	0.93	0.04	0.151	2.21	0.199	0.121	0.00	0.00	27.57	22.56	16.71
2035	92.49	0.93	0.04	0.152	2.22	0.199	0.121	0.00	0.00	27.65	22.62	16.76
2036	92.65	0.93	0.04	0.153	2.22	0.200	0.121	0.00	0.00	27.73	22.69	16.81
2037	92.62	0.93	0.04	0.154	2.23	0.201	0.122	0.00	0.00	27.81	22.75	16.86

Tramo: Av.Javier PÚrez C.

Alternativa: Alt 2 Pavimento Flexible

ID: JPC-IZQ

Clase de carretera: Secundaria

Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Rampa + Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 °/km

Año	Operación del vehículo								Gastos Generales	Tiempo (horas)		
	Combustible (litros)	Aceite (litros)	Ruedas (n. equivalente ruedas nuevas)	Repuestos (% precio vehículo nuevo)	Mano de obra(horas)	Interés (% precio vehículo nuevo)	Depreciación (% precio vehículo nuevo sin ruedas)	Tripulación (horas)		Pasajeros trabajo	Pasajeros ocio	Transporte mercancia
Automovil												
2018	178.01	0.90	0.07	0.748	5.30	0.333	0.233	18.03	6.18	59.49	48.67	0.00
2019	98.38	0.68	0.04	0.255	2.94	0.149	0.091	8.09	2.77	26.69	21.84	0.00
2020	98.58	0.68	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.10	2.78	26.74	21.88	0.00
2021	98.72	0.68	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.12	2.78	26.79	21.92	0.00
2022	98.87	0.68	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.13	2.79	26.84	21.96	0.00
2023	99.02	0.68	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.15	2.79	26.89	22.00	0.00
2024	99.19	0.68	0.04	0.257	2.95	0.151	0.092	8.17	2.80	26.95	22.05	0.00
2025	99.37	0.68	0.04	0.259	2.97	0.151	0.092	8.18	2.81	27.01	22.10	0.00
2026	99.56	0.68	0.04	0.263	2.99	0.151	0.092	8.20	2.81	27.07	22.15	0.00
2027	99.73	0.68	0.04	0.267	3.02	0.152	0.092	8.22	2.82	27.13	22.19	0.00
2028	99.92	0.68	0.04	0.272	3.05	0.152	0.092	8.24	2.82	27.19	22.25	0.00
2029	98.89	0.68	0.04	0.255	2.94	0.152	0.093	8.25	2.83	27.23	22.28	0.00
2030	99.03	0.68	0.04	0.255	2.94	0.153	0.093	8.27	2.83	27.29	22.33	0.00
2031	99.19	0.68	0.04	0.255	2.94	0.153	0.093	8.29	2.84	27.36	22.39	0.00
2032	99.36	0.68	0.04	0.256	2.95	0.153	0.093	8.31	2.85	27.43	22.44	0.00
2033	99.54	0.68	0.04	0.256	2.95	0.154	0.093	8.33	2.86	27.50	22.50	0.00
2034	99.74	0.68	0.04	0.256	2.95	0.154	0.094	8.36	2.86	27.58	22.56	0.00
2035	99.94	0.68	0.04	0.257	2.95	0.155	0.094	8.38	2.87	27.65	22.63	0.00
2036	100.15	0.68	0.05	0.258	2.96	0.155	0.094	8.40	2.88	27.74	22.69	0.00
2037	100.20	0.68	0.05	0.260	2.97	0.156	0.095	8.43	2.89	27.82	22.76	0.00
Camion Articulado												
2018	1,325.89	5.88	0.24	1.442	33.40	0.126	0.071	43.21	16.20	0.00	43.21	43.21
2019	549.32	4.25	0.15	0.448	18.21	0.047	0.023	16.16	6.06	0.00	16.16	16.16
2020	552.36	4.26	0.15	0.448	18.21	0.047	0.023	16.19	6.07	0.00	16.19	16.19
2021	554.07	4.26	0.15	0.449	18.22	0.047	0.023	16.22	6.08	0.00	16.22	16.22

2022	555.87	4.27	0.15	0.449	18.23	0.047	0.023	16.25	6.09	0.00	16.25	16.25
2023	557.82	4.27	0.15	0.450	18.25	0.048	0.023	16.28	6.10	0.00	16.28	16.28
2024	559.99	4.28	0.15	0.452	18.28	0.048	0.023	16.31	6.12	0.00	16.31	16.31
2025	562.48	4.28	0.15	0.456	18.36	0.048	0.023	16.35	6.13	0.00	16.35	16.35
2026	565.19	4.29	0.15	0.463	18.52	0.048	0.023	16.38	6.14	0.00	16.38	16.38
2027	567.40	4.29	0.15	0.472	18.72	0.048	0.023	16.42	6.16	0.00	16.42	16.42
2028	570.05	4.30	0.16	0.483	18.93	0.048	0.023	16.46	6.17	0.00	16.46	16.46
2029	546.74	4.25	0.16	0.448	18.21	0.048	0.023	16.48	6.18	0.00	16.48	16.48
2030	548.34	4.25	0.16	0.448	18.22	0.048	0.023	16.52	6.20	0.00	16.52	16.52
2031	550.25	4.26	0.16	0.449	18.22	0.048	0.024	16.56	6.21	0.00	16.56	16.56
2032	552.30	4.26	0.16	0.449	18.22	0.048	0.024	16.61	6.23	0.00	16.61	16.61
2033	554.53	4.26	0.16	0.449	18.23	0.049	0.024	16.65	6.24	0.00	16.65	16.65
2034	556.97	4.27	0.16	0.450	18.25	0.049	0.024	16.70	6.26	0.00	16.70	16.70
2035	559.64	4.28	0.16	0.451	18.27	0.049	0.024	16.74	6.28	0.00	16.74	16.74
2036	562.57	4.28	0.16	0.454	18.33	0.049	0.024	16.79	6.30	0.00	16.79	16.79
2037	562.80	4.28	0.16	0.458	18.43	0.049	0.024	16.84	6.32	0.00	16.84	16.84
Camion liviano												
2018	170.56	1.92	0.08	1.037	22.59	0.179	0.100	36.88	8.96	0.00	73.76	36.88
2019	102.93	1.78	0.05	0.248	10.76	0.079	0.039	16.30	3.96	0.00	32.60	16.30
2020	103.15	1.78	0.05	0.248	10.76	0.079	0.039	16.33	3.97	0.00	32.66	16.33
2021	103.26	1.78	0.05	0.249	10.77	0.080	0.039	16.36	3.98	0.00	32.72	16.36
2022	103.38	1.78	0.05	0.249	10.78	0.080	0.039	16.39	3.98	0.00	32.78	16.39
2023	103.50	1.78	0.05	0.250	10.79	0.080	0.039	16.42	3.99	0.00	32.84	16.42
2024	103.64	1.78	0.05	0.251	10.82	0.080	0.039	16.45	4.00	0.00	32.91	16.45
2025	103.81	1.78	0.05	0.254	10.89	0.080	0.039	16.49	4.01	0.00	32.98	16.49
2026	103.99	1.78	0.05	0.260	11.01	0.080	0.039	16.53	4.02	0.00	33.05	16.53
2027	104.12	1.78	0.05	0.267	11.17	0.081	0.039	16.56	4.03	0.00	33.13	16.56
2028	104.29	1.78	0.05	0.275	11.34	0.081	0.039	16.60	4.04	0.00	33.21	16.60
2029	102.26	1.77	0.05	0.248	10.76	0.081	0.039	16.61	4.04	0.00	33.22	16.61
2030	102.34	1.77	0.05	0.248	10.76	0.081	0.039	16.65	4.05	0.00	33.30	16.65
2031	102.44	1.78	0.06	0.248	10.76	0.081	0.039	16.69	4.06	0.00	33.38	16.69
2032	102.56	1.78	0.06	0.249	10.77	0.081	0.040	16.73	4.07	0.00	33.46	16.73
2033	102.68	1.78	0.06	0.249	10.77	0.082	0.040	16.77	4.08	0.00	33.54	16.77
2034	102.81	1.78	0.06	0.249	10.78	0.082	0.040	16.82	4.09	0.00	33.63	16.82
2035	102.95	1.78	0.06	0.250	10.80	0.082	0.040	16.86	4.10	0.00	33.73	16.86
2036	103.12	1.78	0.06	0.252	10.85	0.082	0.040	16.91	4.11	0.00	33.82	16.91
2037	103.15	1.78	0.06	0.256	10.93	0.083	0.040	16.96	4.12	0.00	33.92	16.96

Camion mediano												
2018	320.14	2.23	0.07	1.324	25.65	0.107	0.060	36.58	7.62	0.00	73.16	36.58
2019	190.69	1.96	0.04	0.384	13.49	0.047	0.023	16.20	3.37	0.00	32.39	16.20
2020	191.32	1.96	0.04	0.384	13.49	0.047	0.023	16.23	3.38	0.00	32.45	16.23
2021	191.64	1.96	0.04	0.384	13.50	0.047	0.023	16.26	3.39	0.00	32.51	16.26
2022	191.99	1.96	0.04	0.385	13.50	0.048	0.023	16.29	3.39	0.00	32.57	16.29
2023	192.37	1.96	0.04	0.385	13.52	0.048	0.023	16.32	3.40	0.00	32.64	16.32
2024	192.79	1.96	0.04	0.387	13.55	0.048	0.023	16.35	3.41	0.00	32.71	16.35
2025	193.28	1.97	0.04	0.391	13.61	0.048	0.023	16.39	3.41	0.00	32.78	16.39
2026	193.82	1.97	0.04	0.398	13.74	0.048	0.023	16.42	3.42	0.00	32.85	16.42
2027	194.25	1.97	0.04	0.407	13.90	0.048	0.023	16.46	3.43	0.00	32.92	16.46
2028	194.76	1.97	0.04	0.416	14.07	0.048	0.023	16.50	3.44	0.00	33.00	16.50
2029	189.57	1.96	0.04	0.384	13.49	0.048	0.023	16.52	3.44	0.00	33.04	16.52
2030	189.86	1.96	0.04	0.384	13.49	0.048	0.024	16.56	3.45	0.00	33.12	16.56
2031	190.21	1.96	0.04	0.384	13.49	0.048	0.024	16.60	3.46	0.00	33.20	16.60
2032	190.60	1.96	0.04	0.384	13.50	0.049	0.024	16.64	3.47	0.00	33.28	16.64
2033	191.03	1.96	0.04	0.385	13.50	0.049	0.024	16.68	3.48	0.00	33.37	16.68
2034	191.51	1.96	0.04	0.385	13.51	0.049	0.024	16.73	3.49	0.00	33.46	16.73
2035	192.01	1.96	0.04	0.386	13.54	0.049	0.024	16.78	3.50	0.00	33.55	16.78
2036	192.57	1.96	0.04	0.389	13.58	0.049	0.024	16.83	3.51	0.00	33.65	16.83
2037	192.39	1.96	0.04	0.393	13.66	0.049	0.024	16.88	3.52	0.00	33.75	16.88
Camion Pesado												
2018	686.12	4.54	0.10	1.360	32.39	0.115	0.064	39.36	11.48	0.00	39.36	39.36
2019	335.59	3.80	0.06	0.392	16.98	0.047	0.023	16.15	4.71	0.00	16.15	16.15
2020	336.72	3.81	0.06	0.392	16.98	0.047	0.023	16.18	4.72	0.00	16.18	16.18
2021	337.35	3.81	0.06	0.392	16.99	0.047	0.023	16.21	4.73	0.00	16.21	16.21
2022	338.02	3.81	0.06	0.393	17.00	0.047	0.023	16.25	4.74	0.00	16.25	16.25
2023	338.74	3.81	0.07	0.393	17.02	0.048	0.023	16.28	4.75	0.00	16.28	16.28
2024	339.56	3.81	0.07	0.395	17.06	0.048	0.023	16.31	4.76	0.00	16.31	16.31
2025	340.50	3.82	0.07	0.399	17.14	0.048	0.023	16.34	4.77	0.00	16.34	16.34
2026	341.53	3.82	0.07	0.406	17.30	0.048	0.023	16.38	4.78	0.00	16.38	16.38
2027	342.38	3.82	0.07	0.415	17.50	0.048	0.023	16.42	4.79	0.00	16.42	16.42
2028	343.40	3.82	0.07	0.425	17.71	0.048	0.023	16.46	4.80	0.00	16.46	16.46
2029	334.59	3.80	0.07	0.392	16.98	0.048	0.023	16.48	4.81	0.00	16.48	16.48
2030	335.23	3.80	0.07	0.392	16.98	0.048	0.023	16.52	4.82	0.00	16.52	16.52
2031	336.00	3.81	0.07	0.392	16.99	0.048	0.024	16.56	4.83	0.00	16.56	16.56
2032	336.83	3.81	0.07	0.392	16.99	0.048	0.024	16.60	4.84	0.00	16.60	16.60

2033	337.75	3.81	0.07	0.392	17.00	0.049	0.024	16.65	4.86	0.00	16.65	16.65
2034	338.75	3.81	0.07	0.393	17.01	0.049	0.024	16.69	4.87	0.00	16.69	16.69
2035	339.85	3.81	0.07	0.394	17.04	0.049	0.024	16.74	4.88	0.00	16.74	16.74
2036	341.06	3.82	0.07	0.397	17.10	0.049	0.024	16.79	4.90	0.00	16.79	16.79
2037	340.92	3.82	0.07	0.401	17.20	0.049	0.024	16.84	4.91	0.00	16.84	16.84
Hatchback												
2018	153.67	0.83	0.07	0.755	5.33	0.333	0.233	18.03	5.94	59.49	48.68	0.00
2019	82.12	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.10	2.67	26.72	21.86	0.00
2020	82.26	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.11	2.67	26.77	21.90	0.00
2021	82.33	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.13	2.68	26.82	21.94	0.00
2022	82.42	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.14	2.68	26.87	21.99	0.00
2023	82.51	0.63	0.04	0.256	2.95	0.151	0.091	8.16	2.69	26.92	22.03	0.00
2024	82.62	0.63	0.04	0.257	2.96	0.151	0.092	8.18	2.69	26.98	22.07	0.00
2025	82.74	0.63	0.04	0.259	2.97	0.151	0.092	8.19	2.70	27.04	22.12	0.00
2026	82.88	0.63	0.04	0.263	2.99	0.152	0.092	8.21	2.71	27.10	22.17	0.00
2027	82.99	0.63	0.04	0.267	3.02	0.152	0.092	8.23	2.71	27.16	22.22	0.00
2028	83.14	0.63	0.05	0.272	3.05	0.152	0.092	8.25	2.72	27.22	22.27	0.00
2029	82.14	0.63	0.04	0.256	2.95	0.152	0.093	8.26	2.72	27.26	22.30	0.00
2030	82.25	0.63	0.04	0.256	2.95	0.153	0.093	8.28	2.73	27.32	22.35	0.00
2031	82.37	0.63	0.05	0.256	2.95	0.153	0.093	8.30	2.74	27.39	22.41	0.00
2032	82.51	0.63	0.05	0.256	2.95	0.154	0.093	8.32	2.74	27.46	22.46	0.00
2033	82.65	0.63	0.05	0.256	2.95	0.154	0.094	8.34	2.75	27.53	22.52	0.00
2034	82.81	0.63	0.05	0.256	2.95	0.154	0.094	8.36	2.76	27.60	22.58	0.00
2035	82.99	0.63	0.05	0.257	2.95	0.155	0.094	8.39	2.76	27.68	22.65	0.00
2036	83.19	0.63	0.05	0.258	2.96	0.155	0.094	8.41	2.77	27.76	22.71	0.00
2037	83.20	0.63	0.05	0.260	2.98	0.156	0.095	8.44	2.78	27.84	22.78	0.00
Microbus												
2018	212.87	1.27	0.06	0.872	5.76	0.245	0.172	36.06	11.20	337.12	275.83	0.00
2019	100.54	0.95	0.03	0.294	3.18	0.110	0.067	16.19	5.03	151.39	123.86	0.00
2020	100.88	0.95	0.03	0.294	3.18	0.110	0.067	16.22	5.04	151.67	124.09	0.00
2021	101.08	0.95	0.04	0.294	3.18	0.110	0.067	16.25	5.05	151.95	124.32	0.00
2022	101.30	0.95	0.04	0.294	3.18	0.111	0.067	16.28	5.06	152.24	124.56	0.00
2023	101.53	0.95	0.04	0.295	3.18	0.111	0.067	16.31	5.07	152.54	124.80	0.00
2024	101.78	0.95	0.04	0.296	3.19	0.111	0.068	16.35	5.08	152.85	125.06	0.00
2025	102.06	0.96	0.04	0.298	3.20	0.111	0.068	16.38	5.09	153.17	125.32	0.00
2026	102.37	0.96	0.04	0.302	3.23	0.112	0.068	16.42	5.10	153.51	125.60	0.00
2027	102.63	0.96	0.04	0.307	3.26	0.112	0.068	16.45	5.11	153.85	125.88	0.00

2028	102.93	0.96	0.04	0.313	3.29	0.112	0.068	16.49	5.12	154.21	126.17	0.00
2029	100.76	0.95	0.04	0.294	3.18	0.112	0.068	16.52	5.13	154.42	126.34	0.00
2030	100.96	0.95	0.04	0.294	3.18	0.113	0.068	16.55	5.14	154.78	126.64	0.00
2031	101.20	0.95	0.04	0.294	3.18	0.113	0.069	16.59	5.16	155.16	126.95	0.00
2032	101.45	0.95	0.04	0.294	3.18	0.113	0.069	16.64	5.17	155.55	127.27	0.00
2033	101.71	0.95	0.04	0.294	3.18	0.113	0.069	16.68	5.18	155.96	127.60	0.00
2034	102.00	0.96	0.04	0.294	3.18	0.114	0.069	16.72	5.20	156.37	127.94	0.00
2035	102.31	0.96	0.04	0.295	3.19	0.114	0.069	16.77	5.21	156.82	128.31	0.00
2036	102.64	0.96	0.04	0.297	3.20	0.114	0.069	16.82	5.23	157.28	128.68	0.00
2037	102.75	0.96	0.04	0.299	3.21	0.115	0.070	16.87	5.24	157.75	129.07	0.00
Mini bus												
2018	252.64	2.28	0.05	0.598	20.80	0.159	0.111	36.88	10.21	649.06	531.05	0.00
2019	155.89	2.08	0.03	0.117	8.95	0.070	0.043	16.27	4.51	286.39	234.32	0.00
2020	156.30	2.08	0.03	0.117	8.96	0.070	0.043	16.30	4.51	286.91	234.75	0.00
2021	156.50	2.08	0.03	0.117	8.96	0.070	0.043	16.33	4.52	287.44	235.18	0.00
2022	156.72	2.08	0.03	0.118	8.97	0.071	0.043	16.36	4.53	287.98	235.62	0.00
2023	156.96	2.08	0.03	0.118	8.99	0.071	0.043	16.39	4.54	288.55	236.08	0.00
2024	157.24	2.08	0.03	0.119	9.02	0.071	0.043	16.43	4.55	289.14	236.57	0.00
2025	157.56	2.08	0.03	0.121	9.09	0.071	0.043	16.46	4.56	289.76	237.07	0.00
2026	157.92	2.08	0.03	0.124	9.23	0.071	0.043	16.50	4.57	290.40	237.60	0.00
2027	158.21	2.08	0.03	0.129	9.40	0.071	0.043	16.54	4.58	291.07	238.15	0.00
2028	158.56	2.08	0.03	0.134	9.58	0.071	0.043	16.58	4.59	291.77	238.72	0.00
2029	155.06	2.08	0.03	0.117	8.96	0.072	0.043	16.59	4.59	291.93	238.85	0.00
2030	155.27	2.08	0.03	0.117	8.96	0.072	0.044	16.63	4.60	292.60	239.40	0.00
2031	155.54	2.08	0.03	0.117	8.96	0.072	0.044	16.67	4.61	293.30	239.98	0.00
2032	155.83	2.08	0.03	0.117	8.96	0.072	0.044	16.71	4.63	294.03	240.57	0.00
2033	156.16	2.08	0.03	0.118	8.97	0.072	0.044	16.75	4.64	294.78	241.18	0.00
2034	156.52	2.08	0.03	0.118	8.98	0.072	0.044	16.79	4.65	295.56	241.82	0.00
2035	156.92	2.08	0.03	0.118	9.01	0.073	0.044	16.84	4.66	296.39	242.50	0.00
2036	157.38	2.08	0.03	0.120	9.05	0.073	0.044	16.89	4.68	297.25	243.21	0.00
2037	157.21	2.08	0.03	0.122	9.14	0.073	0.044	16.94	4.69	298.14	243.94	0.00
Motocicleta												
2018	36.39	0.45	0.04	0.329	3.38	1.071	1.874	3.61	2.75	19.83	16.23	0.00
2019	26.48	0.44	0.03	0.068	1.43	0.482	0.732	1.62	1.24	8.93	7.31	0.00
2020	26.49	0.44	0.03	0.068	1.43	0.483	0.733	1.63	1.24	8.95	7.32	0.00
2021	26.49	0.44	0.04	0.068	1.43	0.484	0.735	1.63	1.24	8.96	7.33	0.00
2022	26.48	0.44	0.04	0.068	1.43	0.485	0.736	1.63	1.25	8.98	7.35	0.00

2023	26.47	0.44	0.04	0.068	1.43	0.486	0.738	1.64	1.25	9.00	7.36	0.00
2024	26.47	0.44	0.04	0.069	1.44	0.487	0.739	1.64	1.25	9.02	7.38	0.00
2025	26.47	0.44	0.04	0.070	1.45	0.488	0.741	1.64	1.25	9.03	7.39	0.00
2026	26.47	0.44	0.04	0.072	1.47	0.489	0.742	1.65	1.26	9.05	7.41	0.00
2027	26.46	0.44	0.04	0.074	1.49	0.490	0.744	1.65	1.26	9.07	7.42	0.00
2028	26.46	0.44	0.04	0.077	1.52	0.491	0.746	1.65	1.26	9.09	7.44	0.00
2029	26.10	0.44	0.04	0.068	1.42	0.492	0.746	1.66	1.26	9.11	7.45	0.00
2030	26.08	0.44	0.04	0.068	1.42	0.493	0.748	1.66	1.27	9.13	7.47	0.00
2031	26.07	0.44	0.04	0.068	1.43	0.494	0.750	1.66	1.27	9.15	7.49	0.00
2032	26.05	0.44	0.04	0.068	1.43	0.495	0.752	1.67	1.27	9.17	7.50	0.00
2033	26.04	0.44	0.04	0.068	1.43	0.497	0.754	1.67	1.28	9.19	7.52	0.00
2034	26.03	0.44	0.04	0.068	1.43	0.498	0.756	1.68	1.28	9.22	7.54	0.00
2035	26.01	0.44	0.04	0.068	1.43	0.499	0.758	1.68	1.28	9.25	7.56	0.00
2036	26.00	0.44	0.04	0.069	1.44	0.501	0.760	1.69	1.29	9.27	7.59	0.00
2037	25.98	0.44	0.04	0.070	1.45	0.502	0.762	1.69	1.29	9.30	7.61	0.00
Mototaxi												
2018	59.61	0.48	0.06	0.449	4.01	0.524	0.734	36.14	14.97	39.75	32.53	0.00
2019	40.65	0.46	0.05	0.092	1.69	0.242	0.294	16.68	6.91	18.35	15.01	0.00
2020	40.70	0.46	0.05	0.092	1.69	0.242	0.294	16.71	6.92	18.38	15.04	0.00
2021	40.70	0.46	0.05	0.093	1.69	0.243	0.295	16.74	6.94	18.41	15.06	0.00
2022	40.70	0.46	0.05	0.093	1.69	0.243	0.295	16.77	6.95	18.44	15.09	0.00
2023	40.70	0.46	0.05	0.093	1.69	0.244	0.296	16.80	6.96	18.48	15.12	0.00
2024	40.71	0.46	0.05	0.094	1.70	0.244	0.296	16.83	6.97	18.51	15.14	0.00
2025	40.73	0.46	0.05	0.095	1.71	0.245	0.297	16.86	6.98	18.54	15.17	0.00
2026	40.75	0.46	0.05	0.097	1.74	0.245	0.297	16.89	7.00	18.58	15.20	0.00
2027	40.75	0.46	0.05	0.101	1.77	0.245	0.298	16.92	7.01	18.62	15.23	0.00
2028	40.77	0.46	0.05	0.104	1.80	0.246	0.299	16.96	7.03	18.65	15.26	0.00
2029	39.95	0.46	0.05	0.092	1.69	0.246	0.299	16.95	7.02	18.65	15.26	0.00
2030	39.93	0.46	0.05	0.092	1.69	0.246	0.299	16.99	7.04	18.68	15.29	0.00
2031	39.91	0.46	0.05	0.092	1.69	0.247	0.300	17.02	7.05	18.72	15.32	0.00
2032	39.90	0.46	0.05	0.092	1.69	0.247	0.300	17.06	7.07	18.76	15.35	0.00
2033	39.89	0.46	0.05	0.093	1.69	0.248	0.301	17.10	7.08	18.81	15.39	0.00
2034	39.88	0.46	0.05	0.093	1.69	0.249	0.302	17.14	7.10	18.85	15.42	0.00
2035	39.88	0.46	0.05	0.093	1.70	0.249	0.303	17.18	7.12	18.89	15.46	0.00
2036	39.88	0.46	0.05	0.094	1.70	0.250	0.303	17.22	7.14	18.94	15.50	0.00
2037	39.85	0.46	0.05	0.096	1.72	0.250	0.304	17.26	7.15	18.99	15.54	0.00
Omnibus B2												

2018	529.01	3.61	0.06	0.653	21.76	0.110	0.155	39.36	14.19	0.00	1,574.26	0.00
2019	230.89	2.98	0.04	0.133	9.56	0.045	0.055	16.16	5.83	0.00	646.23	0.00
2020	231.73	2.99	0.04	0.133	9.56	0.045	0.055	16.19	5.84	0.00	647.42	0.00
2021	232.18	2.99	0.04	0.133	9.57	0.046	0.055	16.22	5.85	0.00	648.62	0.00
2022	232.66	2.99	0.04	0.133	9.57	0.046	0.055	16.25	5.86	0.00	649.87	0.00
2023	233.18	2.99	0.04	0.134	9.59	0.046	0.055	16.28	5.87	0.00	651.15	0.00
2024	233.78	2.99	0.04	0.135	9.62	0.046	0.056	16.31	5.88	0.00	652.48	0.00
2025	234.49	2.99	0.04	0.137	9.70	0.046	0.056	16.35	5.89	0.00	653.86	0.00
2026	235.27	2.99	0.04	0.140	9.83	0.046	0.056	16.38	5.91	0.00	655.29	0.00
2027	235.91	3.00	0.04	0.145	10.01	0.046	0.056	16.42	5.92	0.00	656.76	0.00
2028	236.69	3.00	0.04	0.151	10.19	0.046	0.056	16.46	5.93	0.00	658.29	0.00
2029	229.87	2.98	0.04	0.133	9.56	0.046	0.056	16.48	5.94	0.00	659.33	0.00
2030	230.39	2.98	0.04	0.133	9.56	0.046	0.056	16.52	5.96	0.00	660.91	0.00
2031	231.01	2.99	0.04	0.133	9.56	0.047	0.056	16.56	5.97	0.00	662.54	0.00
2032	231.68	2.99	0.04	0.133	9.57	0.047	0.057	16.61	5.99	0.00	664.22	0.00
2033	232.41	2.99	0.04	0.133	9.57	0.047	0.057	16.65	6.00	0.00	665.97	0.00
2034	233.22	2.99	0.04	0.134	9.59	0.047	0.057	16.69	6.02	0.00	667.78	0.00
2035	234.11	2.99	0.04	0.134	9.61	0.047	0.057	16.74	6.04	0.00	669.68	0.00
2036	235.17	2.99	0.04	0.136	9.66	0.047	0.057	16.79	6.05	0.00	671.67	0.00
2037	235.23	2.99	0.04	0.138	9.75	0.047	0.057	16.84	6.07	0.00	673.71	0.00
Omnibus B3-1												
2018	603.37	3.77	0.07	0.653	21.76	0.110	0.155	39.36	14.98	0.00	1,967.83	0.00
2019	241.27	3.01	0.05	0.133	9.56	0.045	0.055	16.16	6.15	0.00	807.81	0.00
2020	242.39	3.01	0.05	0.133	9.56	0.045	0.055	16.19	6.16	0.00	809.29	0.00
2021	242.99	3.01	0.05	0.133	9.57	0.046	0.055	16.22	6.17	0.00	810.80	0.00
2022	243.64	3.01	0.05	0.133	9.57	0.046	0.055	16.25	6.18	0.00	812.35	0.00
2023	244.34	3.01	0.05	0.134	9.59	0.046	0.055	16.28	6.20	0.00	813.96	0.00
2024	245.12	3.01	0.05	0.135	9.62	0.046	0.056	16.31	6.21	0.00	815.62	0.00
2025	246.06	3.02	0.05	0.137	9.70	0.046	0.056	16.35	6.22	0.00	817.35	0.00
2026	247.08	3.02	0.05	0.140	9.83	0.046	0.056	16.38	6.24	0.00	819.14	0.00
2027	247.91	3.02	0.05	0.145	10.01	0.046	0.056	16.42	6.25	0.00	820.97	0.00
2028	248.92	3.02	0.05	0.151	10.19	0.046	0.056	16.46	6.26	0.00	822.89	0.00
2029	240.09	3.00	0.05	0.133	9.56	0.046	0.056	16.48	6.27	0.00	824.18	0.00
2030	240.74	3.01	0.05	0.133	9.56	0.046	0.056	16.52	6.29	0.00	826.15	0.00
2031	241.52	3.01	0.05	0.133	9.56	0.047	0.056	16.56	6.30	0.00	828.19	0.00
2032	242.36	3.01	0.05	0.133	9.57	0.047	0.057	16.61	6.32	0.00	830.30	0.00
2033	243.27	3.01	0.05	0.133	9.57	0.047	0.057	16.65	6.34	0.00	832.48	0.00

2034	244.27	3.01	0.05	0.134	9.59	0.047	0.057	16.69	6.35	0.00	834.73	0.00
2035	245.37	3.02	0.05	0.134	9.61	0.047	0.057	16.74	6.37	0.00	837.11	0.00
2036	246.68	3.02	0.05	0.136	9.66	0.047	0.057	16.79	6.39	0.00	839.60	0.00
2037	246.90	3.02	0.05	0.138	9.75	0.047	0.057	16.84	6.41	0.00	842.16	0.00
Omnibus B4-1												
2018	678.36	3.92	0.09	0.653	21.76	0.110	0.155	39.36	14.98	0.00	1,967.84	0.00
2019	251.68	3.03	0.06	0.133	9.56	0.045	0.055	16.16	6.15	0.00	807.83	0.00
2020	253.07	3.03	0.06	0.133	9.56	0.045	0.055	16.19	6.16	0.00	809.31	0.00
2021	253.84	3.03	0.06	0.133	9.57	0.046	0.055	16.22	6.17	0.00	810.82	0.00
2022	254.65	3.03	0.06	0.133	9.57	0.046	0.055	16.25	6.18	0.00	812.37	0.00
2023	255.52	3.04	0.06	0.134	9.59	0.046	0.055	16.28	6.20	0.00	813.98	0.00
2024	256.50	3.04	0.06	0.135	9.62	0.046	0.056	16.31	6.21	0.00	815.64	0.00
2025	257.66	3.04	0.06	0.137	9.70	0.046	0.056	16.35	6.22	0.00	817.37	0.00
2026	258.92	3.04	0.06	0.140	9.83	0.046	0.056	16.38	6.24	0.00	819.16	0.00
2027	259.94	3.05	0.06	0.145	10.01	0.046	0.056	16.42	6.25	0.00	820.99	0.00
2028	261.19	3.05	0.06	0.151	10.19	0.046	0.056	16.46	6.26	0.00	822.91	0.00
2029	250.33	3.03	0.06	0.133	9.56	0.046	0.056	16.48	6.27	0.00	824.20	0.00
2030	251.12	3.03	0.06	0.133	9.56	0.046	0.056	16.52	6.29	0.00	826.17	0.00
2031	252.06	3.03	0.06	0.133	9.56	0.047	0.056	16.56	6.30	0.00	828.20	0.00
2032	253.07	3.03	0.06	0.133	9.57	0.047	0.057	16.61	6.32	0.00	830.31	0.00
2033	254.16	3.03	0.06	0.133	9.57	0.047	0.057	16.65	6.34	0.00	832.49	0.00
2034	255.35	3.04	0.06	0.134	9.59	0.047	0.057	16.69	6.35	0.00	834.75	0.00
2035	256.67	3.04	0.06	0.134	9.61	0.047	0.057	16.74	6.37	0.00	837.13	0.00
2036	258.21	3.04	0.06	0.136	9.66	0.047	0.057	16.79	6.39	0.00	839.61	0.00
2037	258.60	3.04	0.06	0.138	9.75	0.047	0.057	16.84	6.41	0.00	842.17	0.00
Pick Up.												
2018	225.70	1.30	0.06	0.958	6.07	0.263	0.147	34.25	12.49	59.49	48.67	36.05
2019	105.65	0.97	0.03	0.324	3.36	0.118	0.057	15.36	5.60	26.68	21.83	16.17
2020	105.94	0.97	0.03	0.324	3.36	0.118	0.057	15.39	5.61	26.73	21.87	16.20
2021	106.12	0.97	0.03	0.325	3.36	0.118	0.058	15.42	5.62	26.78	21.91	16.23
2022	106.31	0.97	0.03	0.325	3.36	0.119	0.058	15.45	5.63	26.83	21.95	16.26
2023	106.51	0.97	0.03	0.325	3.36	0.119	0.058	15.48	5.64	26.88	22.00	16.29
2024	106.73	0.97	0.03	0.326	3.37	0.119	0.058	15.51	5.65	26.94	22.04	16.33
2025	106.99	0.97	0.03	0.329	3.38	0.119	0.058	15.54	5.67	27.00	22.09	16.36
2026	107.27	0.97	0.03	0.333	3.41	0.120	0.058	15.58	5.68	27.06	22.14	16.40
2027	107.52	0.97	0.03	0.339	3.44	0.120	0.058	15.61	5.69	27.12	22.19	16.43
2028	107.81	0.97	0.03	0.345	3.47	0.120	0.058	15.65	5.71	27.18	22.24	16.47

2029	105.94	0.97	0.03	0.324	3.36	0.120	0.058	15.67	5.71	27.22	22.27	16.50
2030	106.15	0.97	0.03	0.324	3.36	0.121	0.059	15.71	5.73	27.28	22.32	16.54
2031	106.40	0.97	0.03	0.324	3.36	0.121	0.059	15.75	5.74	27.35	22.38	16.58
2032	106.66	0.97	0.03	0.325	3.36	0.121	0.059	15.79	5.76	27.42	22.43	16.62
2033	106.94	0.97	0.04	0.325	3.36	0.122	0.059	15.83	5.77	27.49	22.49	16.66
2034	107.25	0.97	0.04	0.325	3.36	0.122	0.059	15.87	5.79	27.57	22.55	16.71
2035	107.59	0.97	0.04	0.326	3.37	0.122	0.059	15.92	5.80	27.64	22.62	16.75
2036	107.97	0.97	0.04	0.328	3.37	0.123	0.060	15.96	5.82	27.73	22.69	16.80
2037	108.05	0.97	0.04	0.331	3.39	0.123	0.060	16.01	5.84	27.81	22.75	16.86
Station wagon												
2018	186.29	0.92	0.07	0.746	5.29	0.333	0.233	18.03	7.13	59.49	48.67	0.00
2019	105.73	0.70	0.04	0.255	2.94	0.149	0.091	8.09	3.20	26.69	21.84	0.00
2020	105.89	0.70	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.10	3.21	26.74	21.88	0.00
2021	105.99	0.70	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.12	3.21	26.79	21.92	0.00
2022	106.09	0.70	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.13	3.22	26.84	21.96	0.00
2023	106.20	0.70	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.15	3.22	26.90	22.01	0.00
2024	106.32	0.70	0.04	0.256	2.95	0.151	0.092	8.17	3.23	26.95	22.05	0.00
2025	106.46	0.70	0.04	0.258	2.96	0.151	0.092	8.18	3.24	27.01	22.10	0.00
2026	106.62	0.70	0.04	0.262	2.98	0.151	0.092	8.20	3.24	27.07	22.15	0.00
2027	106.76	0.70	0.04	0.266	3.01	0.152	0.092	8.22	3.25	27.13	22.20	0.00
2028	106.92	0.70	0.04	0.271	3.04	0.152	0.092	8.24	3.26	27.19	22.25	0.00
2029	105.82	0.70	0.04	0.255	2.94	0.152	0.093	8.25	3.26	27.23	22.28	0.00
2030	105.94	0.70	0.04	0.255	2.94	0.153	0.093	8.27	3.27	27.30	22.33	0.00
2031	106.09	0.70	0.04	0.255	2.94	0.153	0.093	8.29	3.28	27.36	22.39	0.00
2032	106.24	0.70	0.05	0.255	2.94	0.153	0.093	8.31	3.29	27.43	22.44	0.00
2033	106.40	0.70	0.05	0.255	2.94	0.154	0.093	8.33	3.30	27.50	22.50	0.00
2034	106.59	0.70	0.05	0.255	2.94	0.154	0.094	8.36	3.31	27.58	22.56	0.00
2035	106.79	0.70	0.05	0.256	2.95	0.155	0.094	8.38	3.31	27.66	22.63	0.00
2036	107.02	0.70	0.05	0.257	2.96	0.155	0.094	8.41	3.32	27.74	22.69	0.00
2037	107.03	0.70	0.05	0.259	2.97	0.156	0.095	8.43	3.33	27.82	22.76	0.00
Utilitario												
2018	185.01	1.19	0.06	0.617	4.77	0.434	0.304	0.00	0.00	60.16	49.22	36.46
2019	91.19	0.93	0.04	0.146	2.17	0.193	0.117	0.00	0.00	26.69	21.84	16.18
2020	91.35	0.93	0.04	0.146	2.17	0.193	0.117	0.00	0.00	26.74	21.88	16.21
2021	91.46	0.93	0.04	0.146	2.17	0.193	0.117	0.00	0.00	26.79	21.92	16.24
2022	91.58	0.93	0.04	0.146	2.17	0.194	0.118	0.00	0.00	26.84	21.96	16.27
2023	91.70	0.93	0.04	0.147	2.18	0.194	0.118	0.00	0.00	26.89	22.00	16.30

2024	91.83	0.93	0.04	0.148	2.18	0.194	0.118	0.00	0.00	26.95	22.05	16.33
2025	91.99	0.93	0.04	0.149	2.20	0.195	0.118	0.00	0.00	27.01	22.10	16.37
2026	92.15	0.93	0.04	0.153	2.22	0.195	0.119	0.00	0.00	27.07	22.14	16.40
2027	92.30	0.93	0.04	0.157	2.26	0.196	0.119	0.00	0.00	27.13	22.19	16.44
2028	92.48	0.93	0.04	0.162	2.29	0.196	0.119	0.00	0.00	27.19	22.25	16.48
2029	91.61	0.93	0.04	0.146	2.17	0.196	0.119	0.00	0.00	27.23	22.28	16.50
2030	91.75	0.93	0.04	0.146	2.17	0.197	0.120	0.00	0.00	27.29	22.33	16.54
2031	91.91	0.93	0.04	0.146	2.17	0.197	0.120	0.00	0.00	27.36	22.39	16.58
2032	92.08	0.93	0.04	0.146	2.17	0.198	0.120	0.00	0.00	27.43	22.44	16.62
2033	92.27	0.93	0.04	0.146	2.17	0.198	0.120	0.00	0.00	27.50	22.50	16.67
2034	92.46	0.93	0.04	0.147	2.17	0.199	0.121	0.00	0.00	27.57	22.56	16.71
2035	92.68	0.93	0.04	0.147	2.18	0.200	0.121	0.00	0.00	27.65	22.63	16.76
2036	92.92	0.93	0.04	0.148	2.19	0.200	0.122	0.00	0.00	27.74	22.69	16.81
2037	92.95	0.93	0.04	0.151	2.21	0.201	0.122	0.00	0.00	27.82	22.76	16.86

Tramo: Av.Javier PÚrez C.

Alternativa: Alternativa base

ID: JPC-IZQ

Clase de carretera: Secundaria

Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Rampa + Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 %/km

Año	Operación del vehículo								Gastos Generales	Tiempo (horas)		
	Combustible (litros)	Aceite (litros)	Ruedas (n. equivalente ruedas nuevas)	Repuestos (% precio vehículo nuevo)	Mano de obra(horas)	Interés (% precio vehículo nuevo)	Depreciación (% precio vehículo nuevo sin ruedas)	Tripulación (horas)		Pasajeros trabajo	Pasajeros ocio	Transporte mercancía
Automovil												
2018	178.01	0.90	0.07	0.748	5.30	0.333	0.233	18.03	6.18	59.49	48.67	0.00
2019	98.38	0.68	0.04	0.255	2.94	0.149	0.091	8.09	2.77	26.69	21.84	0.00
2020	98.58	0.68	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.10	2.78	26.74	21.88	0.00
2021	98.72	0.68	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.12	2.78	26.79	21.92	0.00
2022	98.87	0.68	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.13	2.79	26.84	21.96	0.00
2023	99.02	0.68	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.15	2.79	26.89	22.00	0.00
2024	99.19	0.68	0.04	0.257	2.95	0.151	0.092	8.17	2.80	26.95	22.05	0.00
2025	99.37	0.68	0.04	0.259	2.97	0.151	0.092	8.18	2.81	27.01	22.10	0.00
2026	99.57	0.68	0.04	0.263	2.99	0.151	0.092	8.20	2.81	27.07	22.15	0.00
2027	99.79	0.68	0.04	0.269	3.03	0.152	0.092	8.22	2.82	27.13	22.20	0.00
2028	100.03	0.68	0.04	0.276	3.07	0.152	0.092	8.24	2.82	27.19	22.25	0.00
2029	100.39	0.68	0.04	0.288	3.14	0.153	0.093	8.26	2.83	27.27	22.31	0.00
2030	101.35	0.68	0.04	0.321	3.34	0.153	0.093	8.31	2.85	27.41	22.42	0.00
2031	105.09	0.69	0.04	0.418	3.86	0.166	0.105	9.01	3.09	29.74	24.34	0.00
2032	114.62	0.72	0.04	0.512	4.31	0.209	0.137	11.32	3.88	37.37	30.57	0.00
2033	125.69	0.75	0.04	0.587	4.64	0.252	0.171	13.66	4.68	45.09	36.89	0.00
2034	131.84	0.77	0.04	0.623	4.80	0.275	0.189	14.91	5.11	49.20	40.26	0.00
2035	132.26	0.77	0.04	0.623	4.80	0.277	0.190	14.99	5.14	49.47	40.47	0.00
2036	132.70	0.77	0.04	0.623	4.80	0.278	0.191	15.07	5.17	49.74	40.70	0.00
2037	132.98	0.77	0.04	0.623	4.79	0.280	0.192	15.16	5.20	50.03	40.93	0.00
Camion Articulado												
2018	1,325.89	5.88	0.24	1.442	33.40	0.126	0.071	43.21	16.20	0.00	43.21	43.21
2019	549.32	4.25	0.15	0.448	18.21	0.047	0.023	16.16	6.06	0.00	16.16	16.16
2020	552.36	4.26	0.15	0.448	18.21	0.047	0.023	16.19	6.07	0.00	16.19	16.19
2021	554.07	4.26	0.15	0.449	18.22	0.047	0.023	16.22	6.08	0.00	16.22	16.22

2022	555.87	4.27	0.15	0.449	18.23	0.047	0.023	16.25	6.09	0.00	16.25	16.25
2023	557.82	4.27	0.15	0.450	18.25	0.048	0.023	16.28	6.10	0.00	16.28	16.28
2024	559.99	4.28	0.15	0.452	18.28	0.048	0.023	16.31	6.12	0.00	16.31	16.31
2025	562.48	4.28	0.15	0.456	18.36	0.048	0.023	16.35	6.13	0.00	16.35	16.35
2026	565.33	4.29	0.15	0.464	18.55	0.048	0.023	16.38	6.14	0.00	16.38	16.38
2027	568.62	4.29	0.15	0.477	18.81	0.048	0.023	16.42	6.16	0.00	16.42	16.42
2028	572.37	4.30	0.16	0.491	19.10	0.048	0.023	16.46	6.17	0.00	16.46	16.46
2029	578.61	4.32	0.16	0.516	19.58	0.048	0.023	16.51	6.19	0.00	16.51	16.51
2030	596.26	4.35	0.16	0.585	20.91	0.048	0.024	16.61	6.23	0.00	16.61	16.61
2031	625.74	4.41	0.16	0.785	24.36	0.056	0.029	19.31	7.24	0.00	19.31	19.31
2032	661.22	4.49	0.16	0.971	27.20	0.076	0.040	26.03	9.76	0.00	26.03	26.03
2033	719.17	4.61	0.16	1.119	29.28	0.093	0.050	31.77	11.92	0.00	31.77	31.77
2034	754.23	4.68	0.16	1.191	30.25	0.101	0.055	34.65	13.00	0.00	34.65	34.65
2035	755.57	4.69	0.16	1.192	30.25	0.101	0.056	34.73	13.02	0.00	34.73	34.73
2036	757.01	4.69	0.16	1.192	30.25	0.102	0.056	34.81	13.05	0.00	34.81	34.81
2037	755.94	4.69	0.16	1.191	30.25	0.102	0.056	34.89	13.08	0.00	34.89	34.89
Camion liviano												
2018	170.56	1.92	0.08	1.037	22.59	0.179	0.100	36.88	8.96	0.00	73.76	36.88
2019	102.93	1.78	0.05	0.248	10.76	0.079	0.039	16.30	3.96	0.00	32.60	16.30
2020	103.15	1.78	0.05	0.248	10.76	0.079	0.039	16.33	3.97	0.00	32.66	16.33
2021	103.26	1.78	0.05	0.249	10.77	0.080	0.039	16.36	3.98	0.00	32.72	16.36
2022	103.38	1.78	0.05	0.249	10.78	0.080	0.039	16.39	3.98	0.00	32.78	16.39
2023	103.50	1.78	0.05	0.250	10.79	0.080	0.039	16.42	3.99	0.00	32.84	16.42
2024	103.64	1.78	0.05	0.251	10.82	0.080	0.039	16.45	4.00	0.00	32.91	16.45
2025	103.81	1.78	0.05	0.254	10.89	0.080	0.039	16.49	4.01	0.00	32.98	16.49
2026	104.00	1.78	0.05	0.261	11.04	0.080	0.039	16.53	4.02	0.00	33.05	16.53
2027	104.23	1.78	0.05	0.270	11.25	0.081	0.039	16.57	4.03	0.00	33.13	16.57
2028	104.48	1.78	0.05	0.282	11.49	0.081	0.039	16.61	4.04	0.00	33.22	16.61
2029	104.94	1.78	0.06	0.300	11.87	0.081	0.039	16.66	4.05	0.00	33.32	16.66
2030	106.27	1.78	0.06	0.353	12.92	0.082	0.040	16.79	4.08	0.00	33.58	16.79
2031	107.77	1.79	0.06	0.509	15.61	0.090	0.046	18.50	4.50	0.00	37.01	18.50
2032	109.05	1.79	0.05	0.658	17.85	0.113	0.059	23.20	5.64	0.00	46.39	23.20
2033	114.56	1.80	0.05	0.778	19.46	0.135	0.073	27.81	6.76	0.00	55.61	27.81
2034	118.09	1.81	0.05	0.836	20.20	0.147	0.081	30.27	7.36	0.00	60.54	30.27
2035	118.27	1.81	0.05	0.836	20.20	0.148	0.081	30.43	7.40	0.00	60.85	30.43
2036	118.46	1.81	0.06	0.836	20.20	0.149	0.082	30.59	7.43	0.00	61.17	30.59
2037	118.52	1.81	0.06	0.836	20.20	0.150	0.082	30.75	7.47	0.00	61.50	30.75

Camion mediano												
2018	320.14	2.23	0.07	1.324	25.65	0.107	0.060	36.58	7.62	0.00	73.16	36.58
2019	190.69	1.96	0.04	0.384	13.49	0.047	0.023	16.20	3.37	0.00	32.39	16.20
2020	191.32	1.96	0.04	0.384	13.49	0.047	0.023	16.23	3.38	0.00	32.45	16.23
2021	191.64	1.96	0.04	0.384	13.50	0.047	0.023	16.26	3.39	0.00	32.51	16.26
2022	191.99	1.96	0.04	0.385	13.50	0.048	0.023	16.29	3.39	0.00	32.57	16.29
2023	192.37	1.96	0.04	0.385	13.52	0.048	0.023	16.32	3.40	0.00	32.64	16.32
2024	192.79	1.96	0.04	0.387	13.55	0.048	0.023	16.35	3.41	0.00	32.71	16.35
2025	193.28	1.97	0.04	0.391	13.61	0.048	0.023	16.39	3.41	0.00	32.78	16.39
2026	193.85	1.97	0.04	0.399	13.76	0.048	0.023	16.42	3.42	0.00	32.85	16.42
2027	194.52	1.97	0.04	0.411	13.97	0.048	0.023	16.46	3.43	0.00	32.92	16.46
2028	195.27	1.97	0.04	0.424	14.21	0.048	0.023	16.50	3.44	0.00	33.01	16.50
2029	196.56	1.97	0.04	0.447	14.60	0.048	0.023	16.55	3.45	0.00	33.10	16.55
2030	200.28	1.98	0.04	0.512	15.67	0.049	0.024	16.65	3.47	0.00	33.30	16.65
2031	204.38	1.99	0.04	0.701	18.44	0.053	0.027	18.21	3.79	0.00	36.42	18.21
2032	202.62	1.99	0.04	0.881	20.76	0.067	0.035	22.94	4.78	0.00	45.88	22.94
2033	206.51	1.99	0.04	1.021	22.42	0.081	0.044	27.65	5.76	0.00	55.29	27.65
2034	209.83	2.00	0.04	1.090	23.18	0.088	0.048	30.15	6.28	0.00	60.30	30.15
2035	210.00	2.00	0.04	1.089	23.18	0.088	0.049	30.30	6.31	0.00	60.61	30.30
2036	210.21	2.00	0.04	1.089	23.18	0.089	0.049	30.47	6.35	0.00	60.93	30.47
2037	209.69	2.00	0.04	1.089	23.18	0.089	0.049	30.63	6.38	0.00	61.27	30.63
Camion Pesado												
2018	686.12	4.54	0.10	1.360	32.39	0.115	0.064	39.36	11.48	0.00	39.36	39.36
2019	335.59	3.80	0.06	0.392	16.98	0.047	0.023	16.15	4.71	0.00	16.15	16.15
2020	336.72	3.81	0.06	0.392	16.98	0.047	0.023	16.18	4.72	0.00	16.18	16.18
2021	337.35	3.81	0.06	0.392	16.99	0.047	0.023	16.21	4.73	0.00	16.21	16.21
2022	338.02	3.81	0.06	0.393	17.00	0.047	0.023	16.25	4.74	0.00	16.25	16.25
2023	338.74	3.81	0.07	0.393	17.02	0.048	0.023	16.28	4.75	0.00	16.28	16.28
2024	339.56	3.81	0.07	0.395	17.06	0.048	0.023	16.31	4.76	0.00	16.31	16.31
2025	340.50	3.82	0.07	0.399	17.14	0.048	0.023	16.34	4.77	0.00	16.34	16.34
2026	341.59	3.82	0.07	0.407	17.32	0.048	0.023	16.38	4.78	0.00	16.38	16.38
2027	342.84	3.82	0.07	0.419	17.59	0.048	0.023	16.42	4.79	0.00	16.42	16.42
2028	344.28	3.82	0.07	0.433	17.89	0.048	0.023	16.46	4.80	0.00	16.46	16.46
2029	346.68	3.83	0.07	0.456	18.38	0.048	0.023	16.50	4.81	0.00	16.50	16.50
2030	353.50	3.84	0.07	0.523	19.72	0.048	0.024	16.57	4.83	0.00	16.57	16.57
2031	367.47	3.87	0.07	0.716	23.22	0.053	0.027	18.31	5.34	0.00	18.31	18.31
2032	389.34	3.92	0.07	0.900	26.14	0.070	0.037	24.13	7.04	0.00	24.13	24.13

2033	423.16	3.99	0.07	1.044	28.24	0.086	0.047	29.45	8.59	0.00	29.45	29.45
2034	443.81	4.03	0.07	1.115	29.22	0.094	0.052	32.16	9.38	0.00	32.16	32.16
2035	444.84	4.03	0.07	1.115	29.22	0.094	0.052	32.28	9.42	0.00	32.28	32.28
2036	445.94	4.04	0.07	1.115	29.22	0.095	0.052	32.41	9.45	0.00	32.41	32.41
2037	445.96	4.04	0.07	1.114	29.22	0.095	0.052	32.54	9.49	0.00	32.54	32.54
Hatchback												
2018	153.67	0.83	0.07	0.755	5.33	0.333	0.233	18.03	5.94	59.49	48.68	0.00
2019	82.12	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.10	2.67	26.72	21.86	0.00
2020	82.26	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.11	2.67	26.77	21.90	0.00
2021	82.33	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.13	2.68	26.82	21.94	0.00
2022	82.42	0.63	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.14	2.68	26.87	21.99	0.00
2023	82.51	0.63	0.04	0.256	2.95	0.151	0.091	8.16	2.69	26.92	22.03	0.00
2024	82.62	0.63	0.04	0.257	2.96	0.151	0.092	8.18	2.69	26.98	22.07	0.00
2025	82.74	0.63	0.04	0.259	2.97	0.151	0.092	8.19	2.70	27.04	22.12	0.00
2026	82.88	0.63	0.04	0.263	2.99	0.152	0.092	8.21	2.71	27.10	22.17	0.00
2027	83.05	0.63	0.04	0.270	3.03	0.152	0.092	8.23	2.71	27.16	22.22	0.00
2028	83.24	0.63	0.05	0.277	3.08	0.152	0.092	8.25	2.72	27.22	22.27	0.00
2029	83.55	0.63	0.05	0.288	3.14	0.153	0.093	8.27	2.73	27.30	22.33	0.00
2030	84.38	0.64	0.05	0.322	3.34	0.153	0.094	8.31	2.74	27.44	22.45	0.00
2031	87.36	0.64	0.05	0.419	3.86	0.167	0.106	9.02	2.97	29.77	24.36	0.00
2032	94.99	0.67	0.04	0.515	4.32	0.209	0.138	11.33	3.73	37.38	30.58	0.00
2033	104.91	0.69	0.04	0.591	4.66	0.252	0.171	13.66	4.50	45.09	36.90	0.00
2034	110.62	0.71	0.04	0.628	4.82	0.275	0.189	14.91	4.91	49.21	40.26	0.00
2035	111.01	0.71	0.04	0.628	4.82	0.277	0.190	14.99	4.94	49.47	40.48	0.00
2036	111.43	0.71	0.04	0.628	4.82	0.278	0.191	15.07	4.97	49.75	40.70	0.00
2037	111.63	0.71	0.04	0.628	4.82	0.280	0.192	15.16	5.00	50.03	40.94	0.00
Microbus												
2018	212.87	1.27	0.06	0.872	5.76	0.245	0.172	36.06	11.20	337.12	275.83	0.00
2019	100.54	0.95	0.03	0.294	3.18	0.110	0.067	16.19	5.03	151.39	123.86	0.00
2020	100.88	0.95	0.03	0.294	3.18	0.110	0.067	16.22	5.04	151.67	124.09	0.00
2021	101.08	0.95	0.04	0.294	3.18	0.110	0.067	16.25	5.05	151.95	124.32	0.00
2022	101.30	0.95	0.04	0.294	3.18	0.111	0.067	16.28	5.06	152.24	124.56	0.00
2023	101.53	0.95	0.04	0.295	3.18	0.111	0.067	16.31	5.07	152.54	124.80	0.00
2024	101.78	0.95	0.04	0.296	3.19	0.111	0.068	16.35	5.08	152.85	125.06	0.00
2025	102.06	0.96	0.04	0.298	3.20	0.111	0.068	16.38	5.09	153.17	125.32	0.00
2026	102.38	0.96	0.04	0.303	3.23	0.112	0.068	16.42	5.10	153.51	125.60	0.00
2027	102.74	0.96	0.04	0.310	3.27	0.112	0.068	16.46	5.11	153.86	125.89	0.00

2028	103.15	0.96	0.04	0.318	3.32	0.112	0.068	16.50	5.12	154.23	126.19	0.00
2029	103.80	0.96	0.04	0.331	3.39	0.112	0.068	16.54	5.14	154.65	126.53	0.00
2030	105.59	0.97	0.04	0.370	3.60	0.113	0.069	16.62	5.16	155.44	127.18	0.00
2031	111.30	0.98	0.04	0.483	4.17	0.123	0.078	18.04	5.60	168.66	138.00	0.00
2032	121.29	1.01	0.04	0.593	4.67	0.154	0.101	22.65	7.04	211.81	173.30	0.00
2033	134.92	1.05	0.04	0.681	5.03	0.186	0.126	27.33	8.49	255.53	209.07	0.00
2034	142.70	1.07	0.04	0.724	5.21	0.203	0.139	29.82	9.27	278.83	228.14	0.00
2035	143.20	1.07	0.04	0.724	5.21	0.204	0.140	29.98	9.31	280.33	229.36	0.00
2036	143.73	1.07	0.04	0.724	5.21	0.205	0.141	30.15	9.37	281.90	230.64	0.00
2037	144.00	1.07	0.04	0.724	5.21	0.206	0.141	30.32	9.42	283.52	231.97	0.00
Mini bus												
2018	252.64	2.28	0.05	0.598	20.80	0.159	0.111	36.88	10.21	649.06	531.05	0.00
2019	155.89	2.08	0.03	0.117	8.95	0.070	0.043	16.27	4.51	286.39	234.32	0.00
2020	156.30	2.08	0.03	0.117	8.96	0.070	0.043	16.30	4.51	286.91	234.75	0.00
2021	156.50	2.08	0.03	0.117	8.96	0.070	0.043	16.33	4.52	287.44	235.18	0.00
2022	156.72	2.08	0.03	0.118	8.97	0.071	0.043	16.36	4.53	287.98	235.62	0.00
2023	156.96	2.08	0.03	0.118	8.99	0.071	0.043	16.39	4.54	288.55	236.08	0.00
2024	157.24	2.08	0.03	0.119	9.02	0.071	0.043	16.43	4.55	289.14	236.57	0.00
2025	157.56	2.08	0.03	0.121	9.09	0.071	0.043	16.46	4.56	289.76	237.07	0.00
2026	157.94	2.08	0.03	0.125	9.25	0.071	0.043	16.50	4.57	290.41	237.61	0.00
2027	158.39	2.08	0.03	0.131	9.48	0.071	0.043	16.54	4.58	291.10	238.18	0.00
2028	158.90	2.08	0.03	0.138	9.74	0.071	0.043	16.58	4.59	291.85	238.79	0.00
2029	159.78	2.09	0.03	0.149	10.15	0.072	0.044	16.63	4.61	292.78	239.54	0.00
2030	162.21	2.09	0.03	0.182	11.25	0.072	0.044	16.76	4.64	295.04	241.40	0.00
2031	165.59	2.10	0.03	0.278	14.01	0.080	0.051	18.48	5.12	325.30	266.16	0.00
2032	164.20	2.09	0.03	0.370	16.23	0.100	0.066	23.18	6.42	408.05	333.86	0.00
2033	167.97	2.10	0.03	0.442	17.79	0.120	0.081	27.80	7.70	489.28	400.32	0.00
2034	171.18	2.11	0.03	0.477	18.50	0.130	0.089	30.27	8.38	532.71	435.86	0.00
2035	171.40	2.11	0.03	0.477	18.50	0.131	0.090	30.42	8.42	535.42	438.07	0.00
2036	171.63	2.11	0.03	0.477	18.50	0.132	0.090	30.58	8.47	538.23	440.37	0.00
2037	171.47	2.11	0.03	0.477	18.50	0.133	0.091	30.75	8.51	541.16	442.77	0.00
Motocicleta												
2018	36.39	0.45	0.04	0.329	3.38	1.071	1.874	3.61	2.75	19.83	16.23	0.00
2019	26.48	0.44	0.03	0.068	1.43	0.482	0.732	1.62	1.24	8.93	7.31	0.00
2020	26.49	0.44	0.03	0.068	1.43	0.483	0.733	1.63	1.24	8.95	7.32	0.00
2021	26.49	0.44	0.04	0.068	1.43	0.484	0.735	1.63	1.24	8.96	7.33	0.00
2022	26.48	0.44	0.04	0.068	1.43	0.485	0.736	1.63	1.25	8.98	7.35	0.00

2023	26.47	0.44	0.04	0.068	1.43	0.486	0.738	1.64	1.25	9.00	7.36	0.00
2024	26.47	0.44	0.04	0.069	1.44	0.487	0.739	1.64	1.25	9.02	7.38	0.00
2025	26.47	0.44	0.04	0.070	1.45	0.488	0.741	1.64	1.25	9.03	7.39	0.00
2026	26.47	0.44	0.04	0.072	1.47	0.489	0.742	1.65	1.26	9.05	7.41	0.00
2027	26.48	0.44	0.04	0.075	1.51	0.490	0.744	1.65	1.26	9.07	7.42	0.00
2028	26.49	0.44	0.04	0.079	1.55	0.491	0.746	1.65	1.26	9.10	7.44	0.00
2029	26.53	0.44	0.04	0.085	1.61	0.493	0.748	1.66	1.27	9.12	7.46	0.00
2030	26.71	0.44	0.04	0.103	1.79	0.495	0.754	1.67	1.27	9.17	7.50	0.00
2031	26.08	0.44	0.04	0.154	2.23	0.537	0.851	1.81	1.38	9.94	8.13	0.00
2032	24.98	0.43	0.03	0.204	2.60	0.673	1.107	2.27	1.73	12.47	10.20	0.00
2033	25.62	0.44	0.03	0.243	2.87	0.812	1.373	2.73	2.09	15.03	12.30	0.00
2034	26.29	0.44	0.03	0.262	2.99	0.886	1.519	2.98	2.28	16.40	13.42	0.00
2035	26.33	0.44	0.03	0.262	2.99	0.891	1.527	3.00	2.29	16.49	13.49	0.00
2036	26.37	0.44	0.03	0.262	2.99	0.896	1.535	3.02	2.30	16.58	13.57	0.00
2037	26.41	0.44	0.03	0.262	2.99	0.901	1.544	3.03	2.32	16.68	13.65	0.00
Mototaxi												
2018	59.61	0.48	0.06	0.449	4.01	0.524	0.734	36.14	14.97	39.75	32.53	0.00
2019	40.65	0.46	0.05	0.092	1.69	0.242	0.294	16.68	6.91	18.35	15.01	0.00
2020	40.70	0.46	0.05	0.092	1.69	0.242	0.294	16.71	6.92	18.38	15.04	0.00
2021	40.70	0.46	0.05	0.093	1.69	0.243	0.295	16.74	6.94	18.41	15.06	0.00
2022	40.70	0.46	0.05	0.093	1.69	0.243	0.295	16.77	6.95	18.44	15.09	0.00
2023	40.70	0.46	0.05	0.093	1.69	0.244	0.296	16.80	6.96	18.48	15.12	0.00
2024	40.71	0.46	0.05	0.094	1.70	0.244	0.296	16.83	6.97	18.51	15.14	0.00
2025	40.73	0.46	0.05	0.095	1.71	0.245	0.297	16.86	6.98	18.54	15.17	0.00
2026	40.76	0.46	0.05	0.098	1.74	0.245	0.297	16.89	7.00	18.58	15.20	0.00
2027	40.79	0.46	0.05	0.102	1.79	0.246	0.298	16.93	7.01	18.62	15.23	0.00
2028	40.84	0.46	0.05	0.107	1.83	0.246	0.299	16.96	7.03	18.66	15.27	0.00
2029	40.96	0.46	0.05	0.116	1.91	0.247	0.300	17.01	7.05	18.71	15.31	0.00
2030	41.40	0.46	0.05	0.140	2.12	0.248	0.302	17.10	7.08	18.81	15.39	0.00
2031	40.40	0.46	0.05	0.210	2.64	0.267	0.339	18.44	7.64	20.28	16.60	0.00
2032	37.37	0.45	0.05	0.277	3.08	0.331	0.435	22.83	9.46	25.11	20.54	0.00
2033	37.05	0.45	0.04	0.331	3.39	0.397	0.538	27.40	11.35	30.14	24.66	0.00
2034	37.45	0.45	0.04	0.358	3.54	0.433	0.594	29.87	12.38	32.86	26.88	0.00
2035	37.47	0.45	0.04	0.358	3.54	0.436	0.597	30.03	12.44	33.03	27.03	0.00
2036	37.48	0.45	0.04	0.358	3.54	0.438	0.601	30.20	12.51	33.22	27.18	0.00
2037	37.49	0.45	0.04	0.358	3.54	0.440	0.604	30.37	12.58	33.41	27.33	0.00
Omnibus B2												

2018	529.01	3.61	0.06	0.653	21.76	0.110	0.155	39.36	14.19	0.00	1,574.26	0.00
2019	230.89	2.98	0.04	0.133	9.56	0.045	0.055	16.16	5.83	0.00	646.23	0.00
2020	231.73	2.99	0.04	0.133	9.56	0.045	0.055	16.19	5.84	0.00	647.42	0.00
2021	232.18	2.99	0.04	0.133	9.57	0.046	0.055	16.22	5.85	0.00	648.62	0.00
2022	232.66	2.99	0.04	0.133	9.57	0.046	0.055	16.25	5.86	0.00	649.87	0.00
2023	233.18	2.99	0.04	0.134	9.59	0.046	0.055	16.28	5.87	0.00	651.15	0.00
2024	233.78	2.99	0.04	0.135	9.62	0.046	0.056	16.31	5.88	0.00	652.48	0.00
2025	234.49	2.99	0.04	0.137	9.70	0.046	0.056	16.35	5.89	0.00	653.86	0.00
2026	235.32	2.99	0.04	0.141	9.86	0.046	0.056	16.38	5.91	0.00	655.30	0.00
2027	236.27	3.00	0.04	0.148	10.09	0.046	0.056	16.42	5.92	0.00	656.79	0.00
2028	237.38	3.00	0.04	0.155	10.35	0.046	0.056	16.46	5.93	0.00	658.35	0.00
2029	239.27	3.00	0.04	0.167	10.76	0.046	0.056	16.50	5.95	0.00	660.07	0.00
2030	244.61	3.01	0.04	0.203	11.89	0.047	0.057	16.57	5.98	0.00	662.95	0.00
2031	260.15	3.05	0.04	0.306	14.71	0.051	0.065	18.31	6.60	0.00	732.43	0.00
2032	286.02	3.10	0.04	0.405	17.01	0.068	0.089	24.13	8.70	0.00	965.36	0.00
2033	317.05	3.17	0.04	0.484	18.64	0.083	0.112	29.45	10.62	0.00	1,177.97	0.00
2034	333.59	3.20	0.04	0.522	19.38	0.090	0.124	32.16	11.60	0.00	1,286.50	0.00
2035	334.39	3.20	0.04	0.522	19.38	0.091	0.124	32.28	11.64	0.00	1,291.39	0.00
2036	335.24	3.20	0.04	0.522	19.38	0.091	0.125	32.41	11.69	0.00	1,296.48	0.00
2037	335.24	3.20	0.04	0.521	19.38	0.091	0.125	32.54	11.73	0.00	1,301.75	0.00
Omnibus B3-1												
2018	603.37	3.77	0.07	0.653	21.76	0.110	0.155	39.36	14.98	0.00	1,967.83	0.00
2019	241.27	3.01	0.05	0.133	9.56	0.045	0.055	16.16	6.15	0.00	807.81	0.00
2020	242.39	3.01	0.05	0.133	9.56	0.045	0.055	16.19	6.16	0.00	809.29	0.00
2021	242.99	3.01	0.05	0.133	9.57	0.046	0.055	16.22	6.17	0.00	810.80	0.00
2022	243.64	3.01	0.05	0.133	9.57	0.046	0.055	16.25	6.18	0.00	812.35	0.00
2023	244.34	3.01	0.05	0.134	9.59	0.046	0.055	16.28	6.20	0.00	813.96	0.00
2024	245.12	3.01	0.05	0.135	9.62	0.046	0.056	16.31	6.21	0.00	815.62	0.00
2025	246.06	3.02	0.05	0.137	9.70	0.046	0.056	16.35	6.22	0.00	817.35	0.00
2026	247.13	3.02	0.05	0.141	9.86	0.046	0.056	16.38	6.24	0.00	819.14	0.00
2027	248.37	3.02	0.05	0.148	10.09	0.046	0.056	16.42	6.25	0.00	821.01	0.00
2028	249.81	3.02	0.05	0.155	10.35	0.046	0.056	16.46	6.26	0.00	822.96	0.00
2029	252.24	3.03	0.05	0.167	10.76	0.046	0.056	16.50	6.28	0.00	825.11	0.00
2030	259.16	3.04	0.05	0.203	11.89	0.047	0.057	16.57	6.31	0.00	828.72	0.00
2031	279.18	3.09	0.05	0.306	14.71	0.051	0.065	18.31	6.97	0.00	915.56	0.00
2032	308.70	3.15	0.05	0.405	17.01	0.068	0.089	24.13	9.19	0.00	1,206.71	0.00
2033	342.37	3.22	0.05	0.484	18.64	0.083	0.112	29.45	11.21	0.00	1,472.47	0.00

2034	360.12	3.26	0.05	0.522	19.38	0.090	0.124	32.16	12.24	0.00	1,608.13	0.00
2035	360.93	3.26	0.05	0.522	19.38	0.091	0.124	32.28	12.29	0.00	1,614.24	0.00
2036	361.78	3.26	0.05	0.522	19.38	0.091	0.125	32.41	12.34	0.00	1,620.60	0.00
2037	361.72	3.26	0.05	0.521	19.38	0.091	0.125	32.54	12.39	0.00	1,627.19	0.00
Omnibus B4-1												
2018	678.36	3.92	0.09	0.653	21.76	0.110	0.155	39.36	14.98	0.00	1,967.84	0.00
2019	251.68	3.03	0.06	0.133	9.56	0.045	0.055	16.16	6.15	0.00	807.83	0.00
2020	253.07	3.03	0.06	0.133	9.56	0.045	0.055	16.19	6.16	0.00	809.31	0.00
2021	253.84	3.03	0.06	0.133	9.57	0.046	0.055	16.22	6.17	0.00	810.82	0.00
2022	254.65	3.03	0.06	0.133	9.57	0.046	0.055	16.25	6.18	0.00	812.37	0.00
2023	255.52	3.04	0.06	0.134	9.59	0.046	0.055	16.28	6.20	0.00	813.98	0.00
2024	256.50	3.04	0.06	0.135	9.62	0.046	0.056	16.31	6.21	0.00	815.64	0.00
2025	257.66	3.04	0.06	0.137	9.70	0.046	0.056	16.35	6.22	0.00	817.37	0.00
2026	258.99	3.04	0.06	0.141	9.86	0.046	0.056	16.38	6.24	0.00	819.16	0.00
2027	260.51	3.05	0.06	0.148	10.09	0.046	0.056	16.42	6.25	0.00	821.03	0.00
2028	262.28	3.05	0.06	0.155	10.35	0.046	0.056	16.46	6.26	0.00	822.98	0.00
2029	265.26	3.06	0.06	0.167	10.76	0.046	0.056	16.50	6.28	0.00	825.13	0.00
2030	273.76	3.07	0.06	0.203	11.89	0.047	0.057	16.57	6.31	0.00	828.74	0.00
2031	298.30	3.13	0.06	0.306	14.71	0.051	0.065	18.31	6.97	0.00	915.58	0.00
2032	331.46	3.20	0.06	0.405	17.01	0.068	0.089	24.13	9.19	0.00	1,206.71	0.00
2033	367.79	3.27	0.06	0.484	18.64	0.083	0.112	29.45	11.21	0.00	1,472.47	0.00
2034	386.76	3.31	0.06	0.522	19.38	0.090	0.124	32.16	12.24	0.00	1,608.13	0.00
2035	387.56	3.31	0.06	0.522	19.38	0.091	0.124	32.28	12.29	0.00	1,614.24	0.00
2036	388.42	3.32	0.06	0.522	19.38	0.091	0.125	32.41	12.34	0.00	1,620.61	0.00
2037	388.30	3.32	0.06	0.521	19.38	0.091	0.125	32.54	12.39	0.00	1,627.19	0.00
Pick Up.												
2018	225.70	1.30	0.06	0.958	6.07	0.263	0.147	34.25	12.49	59.49	48.67	36.05
2019	105.65	0.97	0.03	0.324	3.36	0.118	0.057	15.36	5.60	26.68	21.83	16.17
2020	105.94	0.97	0.03	0.324	3.36	0.118	0.057	15.39	5.61	26.73	21.87	16.20
2021	106.12	0.97	0.03	0.325	3.36	0.118	0.058	15.42	5.62	26.78	21.91	16.23
2022	106.31	0.97	0.03	0.325	3.36	0.119	0.058	15.45	5.63	26.83	21.95	16.26
2023	106.51	0.97	0.03	0.325	3.36	0.119	0.058	15.48	5.64	26.88	22.00	16.29
2024	106.73	0.97	0.03	0.326	3.37	0.119	0.058	15.51	5.65	26.94	22.04	16.33
2025	106.99	0.97	0.03	0.329	3.38	0.119	0.058	15.54	5.67	27.00	22.09	16.36
2026	107.29	0.97	0.03	0.334	3.41	0.120	0.058	15.58	5.68	27.06	22.14	16.40
2027	107.62	0.97	0.03	0.342	3.45	0.120	0.058	15.61	5.69	27.12	22.19	16.44
2028	108.00	0.97	0.03	0.351	3.50	0.120	0.058	15.65	5.71	27.18	22.24	16.48

2029	108.60	0.97	0.03	0.366	3.58	0.121	0.059	15.69	5.72	27.26	22.30	16.52
2030	110.23	0.98	0.04	0.408	3.80	0.121	0.059	15.77	5.75	27.40	22.42	16.60
2031	116.65	1.00	0.04	0.532	4.40	0.131	0.067	17.12	6.24	29.74	24.33	18.02
2032	131.19	1.04	0.04	0.653	4.92	0.165	0.087	21.51	7.84	37.37	30.57	22.65
2033	148.47	1.09	0.04	0.749	5.30	0.199	0.108	25.96	9.46	45.09	36.89	27.33
2034	158.40	1.11	0.04	0.796	5.48	0.217	0.119	28.33	10.33	49.20	40.26	29.82
2035	159.06	1.12	0.04	0.796	5.48	0.219	0.120	28.48	10.38	49.47	40.47	29.98
2036	159.75	1.12	0.04	0.796	5.48	0.220	0.121	28.64	10.44	49.74	40.70	30.15
2037	160.12	1.12	0.04	0.796	5.48	0.221	0.121	28.81	10.50	50.03	40.93	30.32
Station wagon												
2018	186.29	0.92	0.07	0.746	5.29	0.333	0.233	18.03	7.13	59.49	48.67	0.00
2019	105.73	0.70	0.04	0.255	2.94	0.149	0.091	8.09	3.20	26.69	21.84	0.00
2020	105.89	0.70	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.10	3.21	26.74	21.88	0.00
2021	105.99	0.70	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.12	3.21	26.79	21.92	0.00
2022	106.09	0.70	0.04	0.255	2.94	0.150	0.091	8.13	3.22	26.84	21.96	0.00
2023	106.20	0.70	0.04	0.256	2.95	0.150	0.091	8.15	3.22	26.90	22.01	0.00
2024	106.32	0.70	0.04	0.256	2.95	0.151	0.092	8.17	3.23	26.95	22.05	0.00
2025	106.46	0.70	0.04	0.258	2.96	0.151	0.092	8.18	3.24	27.01	22.10	0.00
2026	106.63	0.70	0.04	0.262	2.99	0.151	0.092	8.20	3.24	27.07	22.15	0.00
2027	106.82	0.70	0.04	0.269	3.03	0.152	0.092	8.22	3.25	27.13	22.20	0.00
2028	107.04	0.70	0.04	0.275	3.07	0.152	0.092	8.24	3.26	27.20	22.25	0.00
2029	107.38	0.70	0.05	0.287	3.14	0.153	0.093	8.26	3.27	27.27	22.31	0.00
2030	108.32	0.70	0.05	0.320	3.33	0.153	0.093	8.31	3.28	27.41	22.43	0.00
2031	111.81	0.71	0.05	0.417	3.85	0.166	0.105	9.01	3.56	29.75	24.34	0.00
2032	120.63	0.74	0.04	0.511	4.30	0.209	0.137	11.32	4.48	37.37	30.58	0.00
2033	131.67	0.77	0.04	0.585	4.63	0.252	0.171	13.66	5.40	45.09	36.89	0.00
2034	138.07	0.79	0.04	0.621	4.79	0.275	0.189	14.91	5.90	49.20	40.26	0.00
2035	138.49	0.79	0.04	0.621	4.79	0.277	0.190	14.99	5.93	49.47	40.47	0.00
2036	138.94	0.79	0.04	0.621	4.79	0.278	0.191	15.07	5.96	49.74	40.70	0.00
2037	139.23	0.79	0.04	0.621	4.79	0.280	0.192	15.16	6.00	50.03	40.93	0.00
Utilitario												
2018	185.01	1.19	0.06	0.617	4.77	0.434	0.304	0.00	0.00	60.16	49.22	36.46
2019	91.19	0.93	0.04	0.146	2.17	0.193	0.117	0.00	0.00	26.69	21.84	16.18
2020	91.35	0.93	0.04	0.146	2.17	0.193	0.117	0.00	0.00	26.74	21.88	16.21
2021	91.46	0.93	0.04	0.146	2.17	0.193	0.117	0.00	0.00	26.79	21.92	16.24
2022	91.58	0.93	0.04	0.146	2.17	0.194	0.118	0.00	0.00	26.84	21.96	16.27
2023	91.70	0.93	0.04	0.147	2.18	0.194	0.118	0.00	0.00	26.89	22.00	16.30

2024	91.83	0.93	0.04	0.148	2.18	0.194	0.118	0.00	0.00	26.95	22.05	16.33
2025	91.99	0.93	0.04	0.149	2.20	0.195	0.118	0.00	0.00	27.01	22.10	16.37
2026	92.16	0.93	0.04	0.153	2.23	0.195	0.119	0.00	0.00	27.07	22.14	16.40
2027	92.35	0.93	0.04	0.159	2.27	0.196	0.119	0.00	0.00	27.13	22.20	16.44
2028	92.57	0.93	0.04	0.166	2.32	0.196	0.119	0.00	0.00	27.19	22.25	16.48
2029	92.90	0.93	0.04	0.177	2.41	0.197	0.119	0.00	0.00	27.27	22.31	16.53
2030	93.75	0.93	0.04	0.208	2.63	0.198	0.121	0.00	0.00	27.41	22.43	16.61
2031	97.97	0.94	0.04	0.300	3.21	0.215	0.136	0.00	0.00	29.85	24.42	18.09
2032	109.70	0.98	0.04	0.389	3.71	0.272	0.179	0.00	0.00	37.68	30.83	22.84
2033	124.32	1.02	0.04	0.461	4.07	0.328	0.222	0.00	0.00	45.52	37.24	27.59
2034	132.70	1.04	0.04	0.496	4.23	0.358	0.246	0.00	0.00	49.68	40.64	30.11
2035	133.29	1.04	0.04	0.496	4.24	0.360	0.247	0.00	0.00	49.93	40.85	30.26
2036	133.90	1.04	0.04	0.496	4.24	0.362	0.248	0.00	0.00	50.20	41.07	30.43
2037	134.24	1.05	0.04	0.496	4.24	0.364	0.250	0.00	0.00	50.48	41.30	30.59

Anexo N° 07-F

**Flujo de costos anuales de la administración y del usuario descontados/
sin descontar**

H D M - 4

Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

[HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT]

Nombre del estudio: **Av. Javier Pérez de Cuellar**

Fecha ejecución: **22/10/2018**

Moneda: **Sol (millones)**

Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
Alternativa: Alt. 01 Pavimento rígido

ID : Av. Javier Pérez de Cuellar
Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Clase carretera: Secundaria
Rampa+Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 °/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación de Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2018	1.289	0.000	0.000	1.289	3.739	2.266	0.000	0.000	6.005	0.000	7.294
2019	0.000	0.000	0.000	0.000	1.550	0.956	0.000	0.000	2.506	0.000	2.506
2020	0.000	0.000	0.000	0.000	1.487	0.910	0.000	0.000	2.397	0.000	2.397
2021	0.000	0.000	0.000	0.000	1.414	0.865	0.000	0.000	2.279	0.000	2.279
2022	0.000	0.000	0.000	0.000	1.344	0.823	0.000	0.000	2.167	0.000	2.167
2023	0.000	0.000	0.000	0.000	1.278	0.782	0.000	0.000	2.060	0.000	2.060
2024	0.000	0.000	0.000	0.000	1.214	0.744	0.000	0.000	1.958	0.000	1.958
2025	0.000	0.000	0.000	0.000	1.154	0.707	0.000	0.000	1.862	0.000	1.862
2026	0.000	0.000	0.000	0.000	1.098	0.673	0.000	0.000	1.770	0.000	1.770
2027	0.000	0.000	0.000	0.000	1.044	0.640	0.000	0.000	1.683	0.000	1.683
2028	0.006	0.000	0.000	0.006	0.992	0.609	0.000	0.000	1.601	0.000	1.607
2029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.944	0.579	0.000	0.000	1.523	0.000	1.523
2030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.897	0.551	0.000	0.000	1.448	0.000	1.448
2031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.854	0.524	0.000	0.000	1.377	0.000	1.377
2032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.812	0.498	0.000	0.000	1.310	0.000	1.310
2033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.773	0.474	0.000	0.000	1.247	0.000	1.247
2034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.735	0.451	0.000	0.000	1.186	0.000	1.186
2035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.700	0.429	0.000	0.000	1.129	0.000	1.129
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.666	0.409	0.000	0.000	1.075	0.000	1.075
2037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.634	0.389	0.000	0.000	1.023	0.000	1.023
Total	1.295	0.000	0.000	1.295	23.327	14.281	0.000	0.000	37.607	0.000	38.902

Todos los costos están descontados al: 8%

HDM-4 Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
Alternativa: Alt. 02 Pavimento flexible

ID : Av. Javier Pérez de Cuellar
 Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Clase carretera: Secundaria
 Rampa+Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 %/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación de Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2018	1.068	0.000	0.000	1.068	3.739	2.266	0.000	0.000	6.005	0.000	7.073
2019	0.000	0.000	0.000	0.000	1.595	0.958	0.000	0.000	2.553	0.000	2.553
2020	0.000	0.000	0.000	0.000	1.517	0.911	0.000	0.000	2.428	0.000	2.428
2021	0.000	0.000	0.000	0.000	1.443	0.866	0.000	0.000	2.309	0.000	2.309
2022	0.000	0.000	0.000	0.000	1.372	0.824	0.000	0.000	2.196	0.000	2.196
2023	0.000	0.000	0.000	0.000	1.306	0.783	0.000	0.000	2.089	0.000	2.089
2024	0.000	0.000	0.000	0.000	1.243	0.745	0.000	0.000	1.987	0.000	1.987
2025	0.021	0.000	0.000	0.021	1.184	0.708	0.000	0.000	1.892	0.000	1.914
2026	0.000	0.000	0.000	0.000	1.130	0.674	0.000	0.000	1.804	0.000	1.804
2027	0.000	0.000	0.000	0.000	1.080	0.641	0.000	0.000	1.721	0.000	1.721
2028	0.142	0.000	0.000	0.142	1.033	0.610	0.000	0.000	1.642	0.000	1.785
2029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.957	0.579	0.000	0.000	1.537	0.000	1.537
2030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.911	0.551	0.000	0.000	1.461	0.000	1.461
2031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.866	0.524	0.000	0.000	1.390	0.000	1.390
2032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.824	0.499	0.000	0.000	1.322	0.000	1.322
2033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.784	0.474	0.000	0.000	1.258	0.000	1.258
2034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.746	0.451	0.000	0.000	1.197	0.000	1.197
2035	0.010	0.000	0.000	0.010	0.710	0.430	0.000	0.000	1.140	0.000	1.150
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.677	0.409	0.000	0.000	1.086	0.000	1.086
2037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.645	0.389	0.000	0.000	1.034	0.000	1.034
Total	1.242	0.000	0.000	1.242	23.762	14.291	0.000	0.000	38.053	0.000	39.295

Todos los costos están descontados al: 8%

HDM-4 Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Descontados)

Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
Alternativa: Alternativa base

ID : Av. Javier Pérez de Cuellar
 Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Clase carretera: Secundaria
 Rampa+Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 %/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación de Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2018	1.068	0.000	0.000	1.068	3.739	2.266	0.000	0.000	6.005	0.000	7.073
2019	0.000	0.000	0.000	0.000	1.595	0.958	0.000	0.000	2.553	0.000	2.553
2020	0.000	0.000	0.000	0.000	1.517	0.911	0.000	0.000	2.428	0.000	2.428
2021	0.000	0.000	0.000	0.000	1.443	0.866	0.000	0.000	2.309	0.000	2.309
2022	0.000	0.000	0.000	0.000	1.372	0.824	0.000	0.000	2.196	0.000	2.196
2023	0.000	0.000	0.000	0.000	1.306	0.783	0.000	0.000	2.089	0.000	2.089
2024	0.000	0.000	0.000	0.000	1.243	0.745	0.000	0.000	1.987	0.000	1.987
2025	0.000	0.000	0.000	0.000	1.184	0.708	0.000	0.000	1.892	0.000	1.892
2026	0.000	0.000	0.000	0.000	1.131	0.674	0.000	0.000	1.805	0.000	1.805
2027	0.000	0.000	0.000	0.000	1.083	0.641	0.000	0.000	1.724	0.000	1.724
2028	0.000	0.000	0.000	0.000	1.038	0.610	0.000	0.000	1.648	0.000	1.648
2029	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.580	0.000	0.000	1.580	0.000	1.580
2030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.987	0.554	0.000	0.000	1.542	0.000	1.542
2031	0.000	0.003	0.000	0.003	1.057	0.576	0.000	0.000	1.632	0.000	1.635
2032	0.000	0.000	0.000	0.000	1.170	0.685	0.000	0.000	1.855	0.000	1.855
2033	0.000	0.003	0.000	0.003	1.265	0.782	0.000	0.000	2.047	0.000	2.050
2034	0.000	0.002	0.000	0.002	1.279	0.809	0.000	0.000	2.088	0.000	2.090
2035	0.000	0.001	0.000	0.001	1.218	0.772	0.000	0.000	1.990	0.000	1.991
2036	0.000	0.001	0.000	0.001	1.160	0.736	0.000	0.000	1.896	0.000	1.898
2037	0.000	0.001	0.000	0.001	1.104	0.703	0.000	0.000	1.807	0.000	1.808
Total	1.068	0.011	0.000	1.080	26.891	16.183	0.000	0.000	43.074	0.000	44.154

Todos los costos están descontados al: 8%

HDM - 4

Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Sin Descontar)

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Nombre del estudio: **Av. Javier Pérez de Cuellar**

Fecha ejecución: **22/10/2018**

Moneda: **Sol (millones)**

Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
Alternativa: Alt. 01 Pavimento rígido

ID : Av. Javier Pérez de Cuellar
 Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Clase carretera: Secundaria
 Rampa+Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 °/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación de Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2018	1.289	0.000	0.000	1.289	3.739	2.266	0.000	0.000	6.005	0.000	7.294
2019	0.000	0.000	0.000	0.000	1.674	1.033	0.000	0.000	2.706	0.000	2.706
2020	0.000	0.000	0.000	0.000	1.734	1.062	0.000	0.000	2.796	0.000	2.796
2021	0.000	0.000	0.000	0.000	1.781	1.090	0.000	0.000	2.871	0.000	2.871
2022	0.000	0.000	0.000	0.000	1.829	1.119	0.000	0.000	2.948	0.000	2.948
2023	0.000	0.000	0.000	0.000	1.877	1.150	0.000	0.000	3.027	0.000	3.027
2024	0.000	0.000	0.000	0.000	1.927	1.181	0.000	0.000	3.108	0.000	3.108
2025	0.000	0.000	0.000	0.000	1.979	1.213	0.000	0.000	3.191	0.000	3.191
2026	0.000	0.000	0.000	0.000	2.032	1.245	0.000	0.000	3.277	0.000	3.277
2027	0.000	0.000	0.000	0.000	2.086	1.279	0.000	0.000	3.365	0.000	3.365
2028	0.012	0.000	0.000	0.012	2.142	1.314	0.000	0.000	3.456	0.000	3.468
2029	0.000	0.000	0.000	0.000	2.200	1.350	0.000	0.000	3.550	0.000	3.550
2030	0.000	0.000	0.000	0.000	2.260	1.387	0.000	0.000	3.647	0.000	3.647
2031	0.000	0.000	0.000	0.000	2.321	1.425	0.000	0.000	3.746	0.000	3.746
2032	0.000	0.000	0.000	0.000	2.385	1.464	0.000	0.000	3.849	0.000	3.849
2033	0.000	0.000	0.000	0.000	2.451	1.504	0.000	0.000	3.955	0.000	3.955
2034	0.000	0.000	0.000	0.000	2.519	1.546	0.000	0.000	4.064	0.000	4.064
2035	0.000	0.000	0.000	0.000	2.589	1.589	0.000	0.000	4.178	0.000	4.178
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	2.662	1.633	0.000	0.000	4.295	0.000	4.295
2037	0.000	0.000	0.000	0.000	2.735	1.679	0.000	0.000	4.414	0.000	4.414
Total	1.302	0.000	0.000	1.302	44.920	27.527	0.000	0.000	72.447	0.000	73.749

HDM-4 Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Sin Descontar)

Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
Alternativa: Alt. 02 Pavimento flexible

ID : Av. Javier Pérez de Cuellar
 Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Clase carretera: Secundaria
 Rampa+Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 %/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación de Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2018	1.068	0.000	0.000	1.068	3.739	2.266	0.000	0.000	6.005	0.000	7.073
2019	0.000	0.000	0.000	0.000	1.723	1.035	0.000	0.000	2.757	0.000	2.757
2020	0.000	0.000	0.000	0.000	1.770	1.062	0.000	0.000	2.832	0.000	2.832
2021	0.000	0.000	0.000	0.000	1.818	1.091	0.000	0.000	2.909	0.000	2.909
2022	0.000	0.000	0.000	0.000	1.867	1.120	0.000	0.000	2.987	0.000	2.987
2023	0.000	0.000	0.000	0.000	1.918	1.151	0.000	0.000	3.069	0.000	3.069
2024	0.000	0.000	0.000	0.000	1.972	1.182	0.000	0.000	3.154	0.000	3.154
2025	0.036	0.000	0.000	0.036	2.029	1.214	0.000	0.000	3.243	0.000	3.280
2026	0.000	0.000	0.000	0.000	2.092	1.247	0.000	0.000	3.339	0.000	3.339
2027	0.000	0.000	0.000	0.000	2.159	1.281	0.000	0.000	3.440	0.000	3.440
2028	0.307	0.000	0.000	0.307	2.229	1.316	0.000	0.000	3.546	0.000	3.853
2029	0.000	0.000	0.000	0.000	2.232	1.350	0.000	0.000	3.583	0.000	3.583
2030	0.000	0.000	0.000	0.000	2.293	1.387	0.000	0.000	3.680	0.000	3.680
2031	0.000	0.000	0.000	0.000	2.355	1.425	0.000	0.000	3.781	0.000	3.781
2032	0.000	0.000	0.000	0.000	2.420	1.464	0.000	0.000	3.884	0.000	3.884
2033	0.000	0.000	0.000	0.000	2.487	1.505	0.000	0.000	3.991	0.000	3.991
2034	0.000	0.000	0.000	0.000	2.556	1.547	0.000	0.000	4.102	0.000	4.102
2035	0.036	0.000	0.000	0.036	2.628	1.590	0.000	0.000	4.218	0.000	4.254
2036	0.000	0.000	0.000	0.000	2.704	1.634	0.000	0.000	4.339	0.000	4.339
2037	0.000	0.000	0.000	0.000	2.783	1.680	0.000	0.000	4.463	0.000	4.463
Total	1.448	0.000	0.000	1.448	45.776	27.547	0.000	0.000	73.323	0.000	74.771

HDM-4 Flujo de Costes Anuales de la Administración y del Usuario (Sin Descontar)

Tramo: Av. Javier Pérez de Cuellar
Alternativa: Alternativa base

ID : Av. Javier Pérez de Cuellar
 Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Clase carretera: Secundaria
 Rampa+Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 %/km

Año	Costes de la Administración de Carreteras (RAC)				Costes de Usuario (RUC)					Costes Exógenos Netos	Coste Total del Transporte
	Capital	Recurrente	Especial	Total RAC	TM Operación de Vehículo	TM Tiempo de Viaje	TNM Viaje & Operación	Accidentes	Total RUC		
2018	1.068	0.000	0.000	1.068	3.739	2.266	0.000	0.000	6.005	0.000	7.073
2019	0.000	0.000	0.000	0.000	1.723	1.035	0.000	0.000	2.757	0.000	2.757
2020	0.000	0.000	0.000	0.000	1.770	1.062	0.000	0.000	2.832	0.000	2.832
2021	0.000	0.000	0.000	0.000	1.818	1.091	0.000	0.000	2.909	0.000	2.909
2022	0.000	0.000	0.000	0.000	1.867	1.120	0.000	0.000	2.987	0.000	2.987
2023	0.000	0.000	0.000	0.000	1.918	1.151	0.000	0.000	3.069	0.000	3.069
2024	0.000	0.000	0.000	0.000	1.972	1.182	0.000	0.000	3.154	0.000	3.154
2025	0.000	0.000	0.000	0.000	2.029	1.214	0.000	0.000	3.243	0.000	3.243
2026	0.000	0.000	0.000	0.000	2.094	1.247	0.000	0.000	3.341	0.000	3.341
2027	0.000	0.000	0.000	0.000	2.165	1.281	0.000	0.000	3.446	0.000	3.446
2028	0.000	0.000	0.000	0.000	2.240	1.316	0.000	0.000	3.557	0.000	3.557
2029	0.000	0.000	0.000	0.000	2.331	1.353	0.000	0.000	3.684	0.000	3.684
2030	0.000	0.000	0.000	0.000	2.486	1.396	0.000	0.000	3.882	0.000	3.882
2031	0.000	0.007	0.000	0.007	2.874	1.565	0.000	0.000	4.439	0.000	4.446
2032	0.000	0.000	0.000	0.000	3.435	2.013	0.000	0.000	5.449	0.000	5.449
2033	0.000	0.010	0.000	0.010	4.012	2.481	0.000	0.000	6.493	0.000	6.503
2034	0.000	0.005	0.000	0.005	4.383	2.771	0.000	0.000	7.154	0.000	7.159
2035	0.000	0.005	0.000	0.005	4.507	2.855	0.000	0.000	7.363	0.000	7.368
2036	0.000	0.006	0.000	0.006	4.636	2.943	0.000	0.000	7.578	0.000	7.584
2037	0.000	0.006	0.000	0.006	4.766	3.033	0.000	0.000	7.799	0.000	7.805
Total	1.068	0.039	0.000	1.107	56.765	34.377	0.000	0.000	91.142	0.000	92.249

Anexo N° 08

Emisiones anuales por vehículo

Emisiones anuales (por vehículo)

Nombre del estudio: **Javier Perez de Cuellar**

Fecha ejecución: **12-04-2019**

Tramo: Av. Javier PÚrez C.

Alternativa: Alt 1 Pavimento Rígido

ID: JPC-IZQ

Clase de carretera: Secundaria

Longitud: 1.01 km

Ancho: 7.20 m

Rampa + Pendiente: 5.47 m/km

Curvatura: 0.00 %/km

Cantidades en gramos por 1000 Vehiculos-kilometros

Año	Cantidades en gramos por 1000 Vehiculos-kilometros						
	Hidrocarburos HC	Monóxido de Carbono CO	Nitratos NO _x	Particulas Par	Dióxido de Carbono CO ₂	Dióxido de Azufre SO ₂	Plomo Pb
Automovil							
2018	5,407.04	45,817.25	4,370.59	13.46	414,412.56	31.61	197,548.38
2019	3,123.91	25,535.24	2,955.28	6.77	225,613.50	17.21	107,548.81
2020	3,176.42	25,917.56	3,026.53	6.83	228,713.34	17.44	109,026.51
2021	3,180.38	25,951.83	3,029.40	6.84	229,027.41	17.47	109,176.20
2022	3,182.13	25,970.39	3,029.09	6.85	229,216.77	17.48	109,266.48
2023	3,183.89	25,989.20	3,028.70	6.86	229,409.36	17.50	109,358.29
2024	3,185.64	26,008.20	3,028.23	6.87	229,604.70	17.51	109,451.41
2025	3,187.29	26,026.65	3,027.51	6.88	229,797.08	17.53	109,543.11
2026	3,189.03	26,045.91	3,026.82	6.89	229,997.25	17.54	109,638.53
2027	3,190.86	26,066.04	3,026.17	6.90	230,205.89	17.56	109,737.98
2028	3,192.71	26,086.58	3,025.45	6.91	230,419.30	17.57	109,839.72
2029	3,194.40	26,106.18	3,024.38	6.92	230,626.77	17.59	109,938.61
2030	3,196.25	26,127.15	3,023.44	6.93	230,846.80	17.61	110,043.52
2031	3,198.28	26,149.65	3,022.64	6.94	231,080.73	17.62	110,155.02
2032	3,200.51	26,173.82	3,022.00	6.95	231,329.67	17.64	110,273.70
2033	3,202.95	26,199.79	3,021.54	6.96	231,594.78	17.66	110,400.07
2034	3,205.62	26,227.68	3,021.28	6.97	231,877.14	17.69	110,534.66
2035	3,208.20	26,255.43	3,020.69	6.99	232,161.41	17.71	110,670.18
2036	3,210.60	26,282.15	3,019.67	7.00	232,439.91	17.73	110,802.92
2037	3,206.84	26,265.29	3,009.74	7.00	232,373.09	17.72	110,771.09

Camion Articulado							
2018	4,876.47	307.10	59,383.90	1,618.39	3,413,680.75	673.06	0.00
2019	1,787.17	30.70	19,880.71	562.88	1,070,580.13	211.08	0.00
2020	1,802.60	58.07	20,675.79	577.75	1,139,584.88	224.69	0.00
2021	1,806.27	58.93	20,735.04	579.20	1,143,553.38	225.47	0.00
2022	1,809.47	58.56	20,760.83	580.06	1,144,530.25	225.66	0.00
2023	1,812.76	58.16	20,786.91	580.92	1,145,493.00	225.85	0.00
2024	1,816.15	57.75	20,813.76	581.82	1,146,483.13	226.05	0.00
2025	1,819.64	57.32	20,841.34	582.73	1,147,494.38	226.25	0.00
2026	1,823.24	56.89	20,870.12	583.69	1,148,567.75	226.46	0.00
2027	1,826.97	56.46	20,900.32	584.68	1,149,720.38	226.68	0.00
2028	1,830.83	56.04	20,932.08	585.72	1,150,963.88	226.93	0.00
2029	1,834.80	55.62	20,964.89	586.79	1,152,251.00	227.18	0.00
2030	1,838.92	55.20	20,999.42	587.90	1,153,638.75	227.46	0.00
2031	1,843.17	54.80	21,035.91	589.07	1,155,146.63	227.75	0.00
2032	1,847.58	54.42	21,074.48	590.29	1,156,783.63	228.08	0.00
2033	1,852.15	54.06	21,115.25	591.56	1,158,558.38	228.43	0.00
2034	1,856.88	53.73	21,158.34	592.90	1,160,478.50	228.81	0.00
2035	1,861.85	53.38	21,203.74	594.31	1,162,506.25	229.21	0.00
2036	1,867.01	53.00	21,250.27	595.76	1,164,557.13	229.61	0.00
2037	1,871.53	50.67	21,245.18	596.29	1,161,957.63	229.10	0.00
Camion liviano							
2018	4,844.40	33,333.86	6,290.57	24.12	439,120.66	86.58	0.00
2019	3,022.28	20,458.38	3,724.78	14.67	234,917.41	46.32	0.00
2020	3,144.41	21,254.43	3,857.14	15.23	240,860.95	47.49	0.00
2021	3,146.19	21,267.46	3,859.93	15.24	241,116.17	47.54	0.00
2022	3,142.37	21,244.13	3,856.71	15.22	241,109.84	47.54	0.00
2023	3,138.29	21,219.13	3,853.24	15.21	241,096.25	47.54	0.00
2024	3,134.05	21,193.13	3,849.61	15.19	241,080.48	47.53	0.00
2025	3,129.71	21,166.54	3,845.91	15.17	241,065.66	47.53	0.00
2026	3,125.29	21,139.49	3,842.16	15.15	241,053.05	47.53	0.00
2027	3,120.67	21,111.21	3,838.23	15.14	241,037.13	47.52	0.00
2028	3,115.95	21,082.25	3,834.20	15.12	241,022.16	47.52	0.00
2029	3,111.15	21,052.92	3,830.14	15.10	241,010.52	47.52	0.00
2030	3,106.29	21,023.24	3,826.05	15.08	241,002.70	47.52	0.00

2031	3,101.39	20,993.30	3,821.94	15.06	240,999.47	47.52	0.00
2032	3,096.44	20,963.12	3,817.81	15.04	241,001.20	47.52	0.00
2033	3,091.44	20,932.71	3,813.67	15.02	241,008.31	47.52	0.00
2034	3,086.03	20,899.68	3,809.13	14.99	241,003.86	47.52	0.00
2035	3,080.24	20,864.33	3,804.26	14.97	240,994.59	47.52	0.00
2036	3,074.28	20,827.89	3,799.24	14.94	240,986.78	47.51	0.00
2037	3,063.20	20,758.34	3,788.78	14.90	240,749.73	47.47	0.00
Camion mediano							
2018	2,965.48	5,609.63	10,956.17	427.17	824,253.63	162.51	0.00
2019	1,303.11	2,662.14	5,399.33	224.06	414,382.09	81.70	0.00
2020	1,303.84	2,720.31	5,570.50	234.64	429,616.13	84.71	0.00
2021	1,306.26	2,725.19	5,580.36	235.05	430,370.75	84.85	0.00
2022	1,308.81	2,727.69	5,582.86	234.98	430,461.84	84.87	0.00
2023	1,311.44	2,730.24	5,585.39	234.91	430,550.91	84.89	0.00
2024	1,314.16	2,732.86	5,587.95	234.84	430,638.94	84.91	0.00
2025	1,316.96	2,735.54	5,590.52	234.76	430,724.44	84.92	0.00
2026	1,319.84	2,738.35	5,593.34	234.69	430,826.72	84.94	0.00
2027	1,322.81	2,741.31	5,596.44	234.63	430,949.44	84.97	0.00
2028	1,325.88	2,744.38	5,599.66	234.57	431,078.97	84.99	0.00
2029	1,329.04	2,747.52	5,602.92	234.50	431,205.97	85.02	0.00
2030	1,332.29	2,750.85	5,606.53	234.44	431,360.09	85.05	0.00
2031	1,335.65	2,754.37	5,610.54	234.41	431,544.81	85.09	0.00
2032	1,339.11	2,758.10	5,614.99	234.39	431,762.63	85.13	0.00
2033	1,342.68	2,762.06	5,619.90	234.39	432,015.97	85.18	0.00
2034	1,346.35	2,766.26	5,625.29	234.41	432,307.16	85.24	0.00
2035	1,350.23	2,770.53	5,630.53	234.40	432,574.69	85.29	0.00
2036	1,354.25	2,774.90	5,635.77	234.38	432,834.59	85.34	0.00
2037	1,358.65	2,774.18	5,625.21	233.35	431,664.63	85.11	0.00
Camion Pesado							
2018	3,042.67	9,234.01	21,562.07	1,079.75	1,766,499.50	348.29	0.00
2019	1,246.75	3,818.57	8,938.68	448.87	733,067.50	144.54	0.00
2020	1,245.43	3,916.77	9,232.57	467.25	759,355.94	149.72	0.00
2021	1,247.73	3,924.27	9,250.42	468.16	760,829.13	150.01	0.00
2022	1,250.26	3,927.69	9,255.71	468.27	761,171.00	150.08	0.00
2023	1,252.87	3,931.20	9,261.12	468.38	761,518.75	150.14	0.00

2024	1,255.56	3,934.87	9,266.85	468.51	761,890.38	150.22	0.00
2025	1,258.33	3,938.68	9,272.85	468.65	762,282.69	150.30	0.00
2026	1,261.18	3,942.71	9,279.33	468.80	762,714.00	150.38	0.00
2027	1,264.11	3,946.99	9,286.41	468.99	763,193.88	150.47	0.00
2028	1,267.13	3,951.55	9,294.16	469.22	763,729.19	150.58	0.00
2029	1,270.25	3,956.33	9,302.35	469.46	764,299.13	150.69	0.00
2030	1,273.45	3,961.41	9,311.27	469.74	764,929.50	150.82	0.00
2031	1,276.75	3,966.83	9,321.04	470.06	765,630.94	150.96	0.00
2032	1,280.14	3,972.63	9,331.74	470.44	766,409.50	151.11	0.00
2033	1,283.64	3,978.82	9,343.42	470.87	767,270.94	151.28	0.00
2034	1,287.24	3,985.44	9,356.15	471.35	768,220.63	151.47	0.00
2035	1,291.02	3,992.49	9,369.82	471.87	769,245.13	151.67	0.00
2036	1,294.94	3,999.78	9,383.92	472.42	770,300.25	151.88	0.00
2037	1,299.45	3,997.45	9,368.36	471.06	768,678.81	151.56	0.00
Hatchback							
2018	4,411.14	38,711.00	2,952.85	12.41	357,758.03	27.29	170,541.47
2019	2,460.95	20,807.80	2,010.10	6.08	187,944.94	14.33	89,592.41
2020	2,508.28	21,153.32	2,073.86	6.13	190,752.88	14.55	90,930.93
2021	2,509.73	21,169.68	2,073.17	6.14	190,923.95	14.56	91,012.48
2022	2,509.10	21,171.24	2,069.49	6.15	190,977.58	14.57	91,038.05
2023	2,508.49	21,173.11	2,065.75	6.15	191,034.89	14.57	91,065.37
2024	2,508.00	21,176.05	2,062.09	6.16	191,101.97	14.58	91,097.34
2025	2,507.66	21,180.29	2,058.57	6.17	191,180.80	14.58	91,134.92
2026	2,507.42	21,185.42	2,055.08	6.17	191,268.11	14.59	91,176.55
2027	2,507.30	21,191.57	2,051.66	6.18	191,365.06	14.60	91,222.77
2028	2,507.43	21,199.80	2,048.51	6.19	191,480.03	14.60	91,277.57
2029	2,507.84	21,210.24	2,045.65	6.20	191,614.17	14.61	91,341.51
2030	2,508.40	21,221.98	2,042.89	6.21	191,760.30	14.63	91,411.17
2031	2,509.13	21,235.16	2,040.26	6.22	191,919.63	14.64	91,487.12
2032	2,510.04	21,249.90	2,037.77	6.23	192,093.09	14.65	91,569.81
2033	2,511.15	21,266.32	2,035.44	6.24	192,281.75	14.67	91,659.74
2034	2,512.47	21,284.53	2,033.28	6.25	192,486.52	14.68	91,757.35
2035	2,514.33	21,307.03	2,031.68	6.26	192,728.63	14.70	91,872.77
2036	2,516.58	21,332.68	2,030.48	6.27	192,998.17	14.72	92,001.26
2037	2,511.33	21,305.10	2,018.46	6.28	192,845.53	14.71	91,928.48

Microbus								
2018	6,833.44	55,996.26	6,400.72	14.96	495,571.41	37.80	236,236.36	
2019	2,755.19	22,905.19	2,429.96	6.38	204,651.78	15.61	97,556.48	
2020	2,858.96	23,653.35	2,574.10	6.50	210,669.17	16.07	100,424.93	
2021	2,865.19	23,703.88	2,580.22	6.51	211,112.81	16.10	100,636.41	
2022	2,866.96	23,722.53	2,579.93	6.52	211,302.83	16.12	100,726.99	
2023	2,868.70	23,741.27	2,579.54	6.53	211,494.80	16.13	100,818.50	
2024	2,870.48	23,760.42	2,579.10	6.54	211,691.30	16.15	100,912.17	
2025	2,872.29	23,780.00	2,578.62	6.55	211,892.63	16.16	101,008.14	
2026	2,874.21	23,800.55	2,578.20	6.56	212,103.06	16.18	101,108.46	
2027	2,876.26	23,822.22	2,577.85	6.57	212,323.83	16.19	101,213.70	
2028	2,878.41	23,844.85	2,577.56	6.58	212,553.81	16.21	101,323.31	
2029	2,880.62	23,868.17	2,577.25	6.59	212,790.84	16.23	101,436.32	
2030	2,883.00	23,892.91	2,577.06	6.60	213,040.88	16.25	101,555.52	
2031	2,885.56	23,919.23	2,577.03	6.61	213,305.11	16.27	101,681.46	
2032	2,888.33	23,947.20	2,577.16	6.62	213,584.28	16.29	101,814.55	
2033	2,891.29	23,976.92	2,577.46	6.63	213,879.17	16.31	101,955.12	
2034	2,894.48	24,008.45	2,577.93	6.65	214,190.39	16.34	102,103.48	
2035	2,897.66	24,040.45	2,578.21	6.66	214,508.47	16.36	102,255.11	
2036	2,900.91	24,073.21	2,578.40	6.67	214,835.00	16.39	102,410.77	
2037	2,897.44	24,058.43	2,568.90	6.68	214,784.63	16.38	102,386.76	
Mini bus								
2018	3,020.08	4,999.03	9,039.71	303.38	650,449.81	128.25	0.00	
2019	1,319.46	2,428.40	4,674.40	177.61	348,860.47	68.78	0.00	
2020	1,321.31	2,469.15	4,791.76	184.74	359,235.31	70.83	0.00	
2021	1,323.78	2,472.99	4,798.42	184.95	359,702.44	70.92	0.00	
2022	1,326.31	2,475.18	4,800.09	184.83	359,720.16	70.92	0.00	
2023	1,328.91	2,477.45	4,801.82	184.72	359,739.97	70.93	0.00	
2024	1,331.59	2,479.82	4,803.70	184.61	359,769.34	70.93	0.00	
2025	1,334.36	2,482.30	4,805.76	184.50	359,810.88	70.94	0.00	
2026	1,337.20	2,484.91	4,808.05	184.40	359,868.03	70.95	0.00	
2027	1,340.13	2,487.67	4,810.62	184.30	359,945.94	70.97	0.00	
2028	1,343.15	2,490.59	4,813.51	184.23	360,047.59	70.99	0.00	
2029	1,346.26	2,493.68	4,816.70	184.16	360,171.97	71.01	0.00	
2030	1,349.46	2,496.94	4,820.24	184.10	360,321.75	71.04	0.00	
2031	1,352.76	2,500.39	4,824.14	184.06	360,499.81	71.08	0.00	

2032	1,356.16	2,504.04	4,828.46	184.04	360,708.63	71.12	0.00
2033	1,359.67	2,507.91	4,833.20	184.04	360,950.53	71.17	0.00
2034	1,363.28	2,512.02	4,838.46	184.05	361,233.59	71.22	0.00
2035	1,367.07	2,516.39	4,844.16	184.08	361,546.19	71.28	0.00
2036	1,371.01	2,521.01	4,850.31	184.13	361,891.19	71.35	0.00
2037	1,375.29	2,521.10	4,842.38	183.27	360,962.88	71.17	0.00
Motocicleta							
2018	9,649.28	29,601.19	96.92	0.00	84,718.41	6.46	40,384.84
2019	6,902.07	21,173.55	69.33	0.00	60,598.55	4.62	28,887.03
2020	6,997.30	21,465.68	70.29	0.00	61,434.63	4.69	29,285.58
2021	6,995.09	21,458.91	70.26	0.00	61,415.27	4.68	29,276.35
2022	6,988.23	21,437.86	70.19	0.00	61,355.01	4.68	29,247.63
2023	6,981.11	21,416.01	70.12	0.00	61,292.48	4.67	29,217.82
2024	6,973.67	21,393.18	70.05	0.00	61,227.15	4.67	29,186.67
2025	6,966.05	21,369.82	69.97	0.00	61,160.30	4.66	29,154.80
2026	6,958.28	21,345.99	69.89	0.00	61,092.09	4.66	29,122.29
2027	6,950.36	21,321.67	69.81	0.00	61,022.47	4.65	29,089.11
2028	6,942.08	21,296.28	69.73	0.00	60,949.81	4.65	29,054.47
2029	6,933.68	21,270.51	69.65	0.00	60,876.07	4.64	29,019.32
2030	6,925.17	21,244.40	69.56	0.00	60,801.34	4.64	28,983.69
2031	6,916.57	21,218.01	69.47	0.00	60,725.81	4.63	28,947.69
2032	6,907.89	21,191.39	69.39	0.00	60,649.62	4.63	28,911.37
2033	6,899.15	21,164.59	69.30	0.00	60,572.92	4.62	28,874.80
2034	6,890.26	21,137.30	69.21	0.00	60,494.81	4.61	28,837.57
2035	6,880.70	21,107.97	69.11	0.00	60,410.86	4.61	28,797.55
2036	6,871.04	21,078.35	69.02	0.00	60,326.11	4.60	28,757.15
2037	6,858.62	21,040.24	68.89	0.00	60,217.04	4.59	28,705.16
Mototaxi							
2018	16,670.74	50,835.48	161.71	0.00	138,775.84	10.58	66,153.74
2019	11,079.89	33,786.82	107.48	0.00	92,234.72	7.03	43,967.82
2020	11,314.98	34,503.70	109.76	0.00	94,191.70	7.18	44,900.71
2021	11,314.17	34,501.23	109.75	0.00	94,184.97	7.18	44,897.50
2022	11,302.16	34,464.61	109.63	0.00	94,084.98	7.18	44,849.83
2023	11,289.61	34,426.36	109.51	0.00	93,980.56	7.17	44,800.06
2024	11,276.67	34,386.88	109.39	0.00	93,872.80	7.16	44,748.70

2025	11,263.26	34,345.99	109.26	0.00	93,761.16	7.15	44,695.47
2026	11,249.12	34,302.86	109.12	0.00	93,643.44	7.14	44,639.36
2027	11,234.69	34,258.87	108.98	0.00	93,523.34	7.13	44,582.10
2028	11,219.99	34,214.05	108.84	0.00	93,400.98	7.12	44,523.77
2029	11,205.03	34,168.43	108.69	0.00	93,276.46	7.11	44,464.42
2030	11,189.84	34,122.09	108.54	0.00	93,149.95	7.10	44,404.11
2031	11,174.43	34,075.12	108.39	0.00	93,021.71	7.09	44,342.98
2032	11,158.84	34,027.57	108.24	0.00	92,891.91	7.08	44,281.11
2033	11,143.08	33,979.54	108.09	0.00	92,760.78	7.07	44,218.59
2034	11,127.20	33,931.08	107.94	0.00	92,628.52	7.06	44,155.55
2035	11,110.63	33,880.55	107.78	0.00	92,490.56	7.05	44,089.79
2036	11,093.78	33,829.19	107.61	0.00	92,350.35	7.04	44,022.95
2037	11,070.68	33,758.74	107.39	0.00	92,158.03	7.03	43,931.27
Omnibus B2							
2018	3,110.71	7,763.29	17,067.77	794.59	1,362,012.50	268.54	0.00
2019	1,287.26	2,945.08	6,269.22	279.49	492,810.75	97.16	0.00
2020	1,286.95	3,021.49	6,496.55	293.64	513,108.25	101.17	0.00
2021	1,289.32	3,027.52	6,509.90	294.27	514,177.41	101.38	0.00
2022	1,291.88	3,030.39	6,513.51	294.27	514,367.09	101.42	0.00
2023	1,294.51	3,033.34	6,517.19	294.28	514,559.19	101.45	0.00
2024	1,297.22	3,036.41	6,521.09	294.29	514,767.06	101.49	0.00
2025	1,300.01	3,039.77	6,525.72	294.34	515,036.16	101.55	0.00
2026	1,302.88	3,043.33	6,530.79	294.41	515,340.03	101.61	0.00
2027	1,305.84	3,047.11	6,536.30	294.49	515,678.81	101.67	0.00
2028	1,308.89	3,051.10	6,542.33	294.61	516,059.28	101.75	0.00
2029	1,312.01	3,055.60	6,549.67	294.80	516,552.47	101.85	0.00
2030	1,315.23	3,060.38	6,557.69	295.02	517,102.41	101.95	0.00
2031	1,318.54	3,065.45	6,566.38	295.28	517,706.34	102.07	0.00
2032	1,321.95	3,070.83	6,575.79	295.57	518,369.34	102.20	0.00
2033	1,325.47	3,076.53	6,585.96	295.90	519,094.97	102.35	0.00
2034	1,329.09	3,082.57	6,596.94	296.27	519,888.03	102.50	0.00
2035	1,332.90	3,089.05	6,608.87	296.69	520,755.22	102.67	0.00
2036	1,336.82	3,096.48	6,623.39	297.26	521,848.56	102.89	0.00
2037	1,341.19	3,096.98	6,616.48	296.45	521,005.44	102.72	0.00
Omnibus B3-1							

2018	3,078.51	8,459.36	19,194.83	929.55	1,553,447.50	306.29	0.00
2019	1,287.73	2,935.09	6,238.68	277.55	490,061.56	96.62	0.00
2020	1,286.42	3,033.11	6,532.05	295.89	516,303.16	101.80	0.00
2021	1,288.72	3,040.50	6,549.56	296.78	517,746.34	102.08	0.00
2022	1,291.26	3,043.79	6,554.44	296.87	518,051.00	102.14	0.00
2023	1,293.88	3,047.14	6,559.35	296.95	518,353.38	102.20	0.00
2024	1,296.57	3,050.60	6,564.46	297.04	518,670.13	102.26	0.00
2025	1,299.34	3,054.36	6,570.30	297.16	519,048.44	102.34	0.00
2026	1,302.19	3,058.33	6,576.60	297.31	519,462.38	102.42	0.00
2027	1,305.14	3,062.50	6,583.35	297.48	519,912.69	102.51	0.00
2028	1,308.16	3,066.91	6,590.63	297.67	520,405.91	102.61	0.00
2029	1,311.26	3,071.82	6,599.25	297.94	521,014.53	102.73	0.00
2030	1,314.46	3,077.03	6,608.57	298.25	521,681.38	102.86	0.00
2031	1,317.75	3,082.54	6,618.59	298.59	522,404.97	103.00	0.00
2032	1,321.15	3,088.36	6,629.35	298.97	523,189.25	103.15	0.00
2033	1,324.64	3,094.51	6,640.90	299.39	524,039.16	103.32	0.00
2034	1,328.25	3,101.02	6,653.29	299.85	524,959.06	103.50	0.00
2035	1,332.03	3,107.97	6,666.66	300.36	525,956.13	103.70	0.00
2036	1,335.92	3,115.88	6,682.68	301.02	527,183.81	103.94	0.00
2037	1,340.28	3,116.81	6,677.06	300.30	526,457.44	103.80	0.00
Omnibus B4-1							
2018	3,046.04	9,161.39	21,340.13	1,065.67	1,746,524.25	344.35	0.00
2019	1,288.20	2,925.10	6,208.15	275.61	487,313.38	96.08	0.00
2020	1,285.89	3,044.74	6,567.56	298.15	519,498.75	102.43	0.00
2021	1,288.12	3,053.49	6,589.23	299.30	521,316.78	102.79	0.00
2022	1,290.64	3,057.19	6,595.39	299.47	521,736.19	102.87	0.00
2023	1,293.24	3,060.94	6,601.53	299.63	522,149.53	102.95	0.00
2024	1,295.92	3,064.80	6,607.85	299.79	522,574.63	103.03	0.00
2025	1,298.67	3,068.96	6,614.91	299.99	523,062.63	103.13	0.00
2026	1,301.51	3,073.33	6,622.42	300.22	523,586.16	103.23	0.00
2027	1,304.43	3,077.91	6,630.41	300.47	524,148.56	103.34	0.00
2028	1,307.43	3,082.73	6,638.95	300.74	524,754.50	103.46	0.00
2029	1,310.52	3,088.06	6,648.85	301.09	525,478.69	103.61	0.00
2030	1,313.70	3,093.70	6,659.48	301.48	526,262.81	103.76	0.00
2031	1,316.97	3,099.63	6,670.82	301.90	527,105.56	103.93	0.00
2032	1,320.34	3,105.90	6,682.93	302.37	528,011.75	104.11	0.00

2033	1,323.82	3,112.50	6,695.86	302.87	528,986.06	104.30	0.00
2034	1,327.40	3,119.47	6,709.67	303.43	530,033.00	104.50	0.00
2035	1,331.16	3,126.89	6,724.48	304.02	531,160.06	104.73	0.00
2036	1,335.03	3,135.30	6,741.99	304.78	532,522.00	104.99	0.00
2037	1,339.37	3,136.65	6,737.67	304.14	531,912.50	104.87	0.00
Pick Up.							
2018	14,987.59	94,081.41	12,056.99	38.42	525,433.44	40.08	250,471.47
2019	6,033.37	38,016.99	4,914.39	15.56	220,107.58	16.79	104,924.16
2020	6,260.48	39,398.09	5,078.27	16.11	225,408.67	17.19	107,451.19
2021	6,271.02	39,464.66	5,086.92	16.14	225,802.69	17.22	107,639.00
2022	6,271.68	39,471.32	5,088.52	16.14	225,976.77	17.24	107,721.98
2023	6,272.37	39,478.28	5,090.18	16.14	226,156.45	17.25	107,807.65
2024	6,273.28	39,486.65	5,092.03	16.15	226,346.14	17.26	107,898.05
2025	6,274.89	39,499.32	5,094.41	16.15	226,556.63	17.28	107,998.39
2026	6,276.86	39,514.27	5,097.09	16.16	226,780.56	17.30	108,105.15
2027	6,279.25	39,531.88	5,100.12	16.17	227,019.73	17.32	108,219.16
2028	6,282.19	39,552.90	5,103.57	16.18	227,276.94	17.33	108,341.77
2029	6,286.37	39,581.55	5,107.95	16.19	227,568.08	17.36	108,480.56
2030	6,291.10	39,613.66	5,112.78	16.20	227,877.91	17.38	108,628.24
2031	6,296.45	39,649.63	5,118.09	16.22	228,208.13	17.41	108,785.67
2032	6,302.46	39,689.76	5,123.93	16.24	228,560.13	17.43	108,953.45
2033	6,309.20	39,734.38	5,130.33	16.25	228,935.30	17.46	109,132.30
2034	6,316.71	39,783.77	5,137.33	16.28	229,335.00	17.49	109,322.83
2035	6,325.30	39,839.98	5,145.20	16.30	229,771.06	17.52	109,530.72
2036	6,335.89	39,908.45	5,154.56	16.33	230,261.28	17.56	109,764.40
2037	6,321.40	39,824.89	5,146.04	16.29	230,196.06	17.56	109,733.30
Station wagon							
2018	5,745.73	48,234.18	4,852.66	13.81	433,682.88	33.08	206,734.44
2019	3,421.63	27,660.05	3,378.88	7.08	242,556.75	18.50	115,625.58
2020	3,474.80	28,047.12	3,451.07	7.15	245,694.53	18.74	117,121.35
2021	3,476.84	28,067.68	3,451.21	7.15	245,899.27	18.76	117,218.95
2022	3,476.57	28,071.83	3,448.02	7.16	245,973.64	18.76	117,254.40
2023	3,476.33	28,076.37	3,444.79	7.17	246,052.47	18.77	117,291.98
2024	3,476.19	28,081.84	3,441.62	7.17	246,139.97	18.77	117,333.68
2025	3,476.25	28,088.93	3,438.64	7.18	246,241.70	18.78	117,382.18

2026	3,476.42	28,097.05	3,435.74	7.19	246,353.17	18.79	117,435.30
2027	3,476.74	28,106.39	3,432.93	7.20	246,475.67	18.80	117,493.71
2028	3,477.27	28,117.48	3,430.33	7.21	246,613.75	18.81	117,559.53
2029	3,478.15	28,131.29	3,428.11	7.21	246,774.97	18.82	117,636.38
2030	3,479.20	28,146.60	3,426.04	7.22	246,949.80	18.84	117,719.73
2031	3,480.46	28,163.55	3,424.13	7.23	247,139.50	18.85	117,810.16
2032	3,481.92	28,182.28	3,422.41	7.24	247,345.09	18.87	117,908.15
2033	3,483.61	28,202.92	3,420.89	7.26	247,567.69	18.88	118,014.27
2034	3,485.55	28,225.58	3,419.59	7.27	247,808.23	18.90	118,128.94
2035	3,487.92	28,251.72	3,418.69	7.28	248,079.69	18.92	118,258.34
2036	3,490.81	28,281.99	3,418.38	7.29	248,386.45	18.94	118,404.56
2037	3,485.71	28,255.57	3,406.55	7.30	248,243.33	18.93	118,336.34
Utilitario							
2018	5,695.51	38,844.89	7,191.46	27.98	476,338.66	93.92	0.00
2019	2,962.12	20,062.63	3,657.43	14.39	231,568.48	45.66	0.00
2020	3,019.60	20,438.12	3,720.23	14.66	234,464.33	46.23	0.00
2021	3,021.55	20,452.33	3,723.21	14.67	234,728.70	46.28	0.00
2022	3,021.00	20,450.23	3,723.51	14.67	234,878.33	46.31	0.00
2023	3,020.47	20,448.36	3,723.87	14.67	235,034.61	46.34	0.00
2024	3,020.04	20,447.17	3,724.36	14.67	235,200.92	46.37	0.00
2025	3,019.81	20,447.32	3,725.10	14.67	235,382.33	46.41	0.00
2026	3,019.70	20,448.37	3,726.00	14.67	235,575.69	46.45	0.00
2027	3,019.75	20,450.46	3,727.10	14.67	235,782.33	46.49	0.00
2028	3,020.02	20,454.03	3,728.47	14.67	236,005.64	46.53	0.00
2029	3,020.65	20,460.02	3,730.25	14.68	236,252.45	46.58	0.00
2030	3,021.50	20,467.42	3,732.30	14.68	236,515.97	46.63	0.00
2031	3,022.57	20,476.42	3,734.64	14.69	236,797.55	46.69	0.00
2032	3,023.90	20,487.13	3,737.29	14.70	237,098.42	46.75	0.00
2033	3,025.50	20,499.67	3,740.27	14.71	237,419.77	46.81	0.00
2034	3,027.40	20,514.18	3,743.61	14.72	237,762.63	46.88	0.00
2035	3,029.66	20,531.19	3,747.41	14.73	238,135.70	46.95	0.00
2036	3,032.47	20,551.90	3,751.85	14.75	238,544.92	47.03	0.00
2037	3,024.63	20,503.43	3,744.91	14.72	238,466.66	47.02	0.00

Anexo N° 09

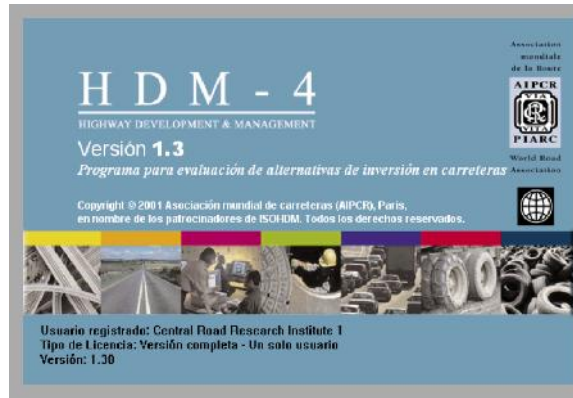
Guía de uso del Software HDM-4

Guía de uso del HDM-4

A continuación, se describe de forma general los procedimientos de uso del HDM-4, herramienta informática utilizada para evaluar los aspectos técnicos y económicos de los proyectos de inversión en carreteras.

I. Ejecutar el programa HDM-4

1. Seleccione el acceso a la aplicación HDM-4.



2. En la siguiente pantalla de carga de HDM-4, seleccionar espacio de trabajo deseado y aceptar.

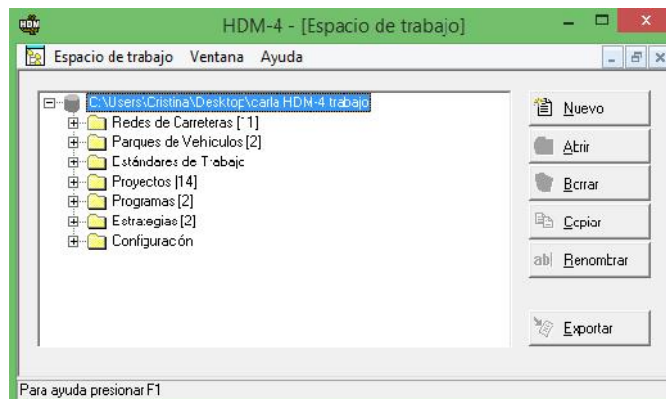
Seleccione esta opción para crear un nuevo análisis de proyecto, programa o estrategia

Seleccione esta opción para abrir un estudio almacenado en la memoria del equipo.

Seleccione esta opción para ir al espacio de trabajo actual.



II. Ventana espacio de trabajo



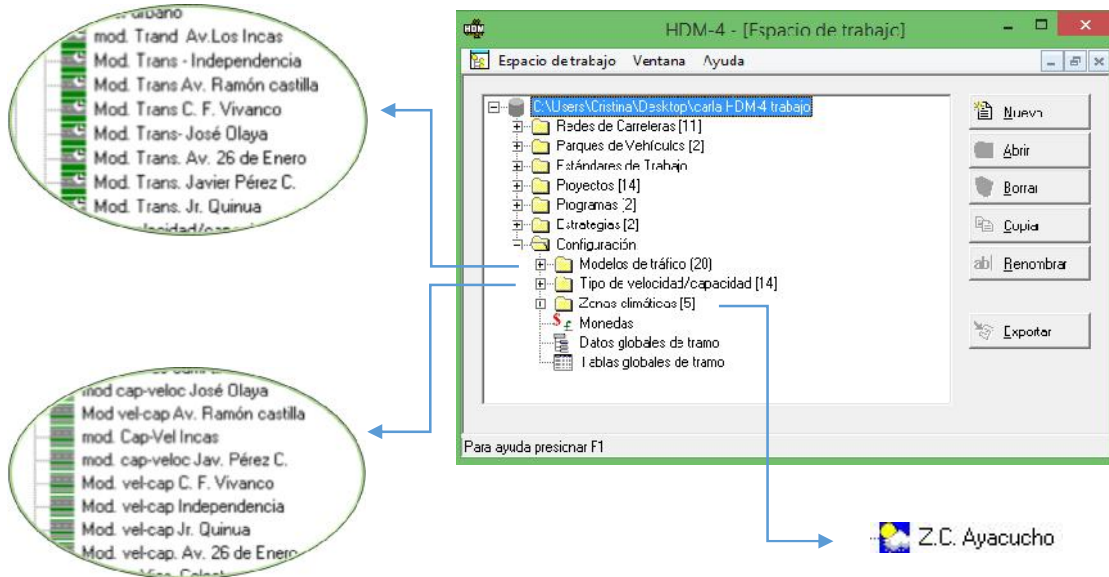
La ventana espacio de trabajo es el núcleo del HDM-4 en donde se encuentra toda la información del proyecto.

Las carpetas están ubicadas a la izquierda y los botones a la derecha.

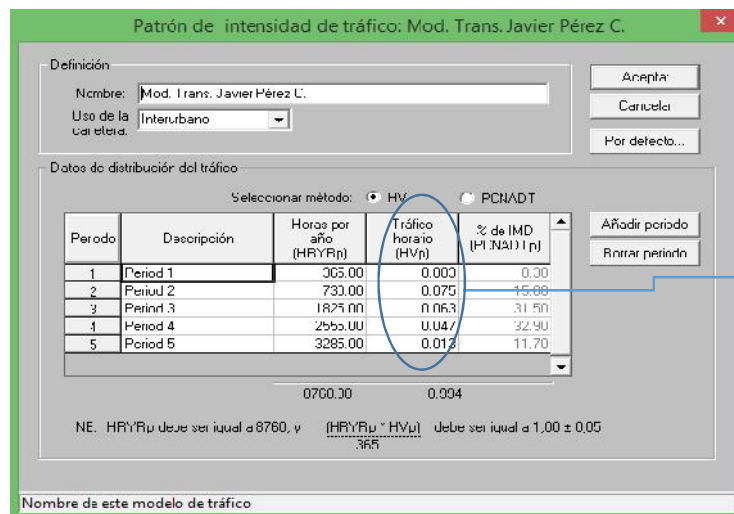
Las capturas de ventana de trabajo mostrados en adelante corresponden al proyecto de la Av. Javier Pérez de Cuellar, y la secuencia para ingresar los datos en cada carpeta se muestra a continuación:

1. Configuración:

En esta carpeta se ingresan parámetros climáticos, de los modelos de tráfico de la vía en estudio y el tipo de velocidad capacidad en función al modelo de tres Zonas.



1.1. Modelos de tráfico



Los datos de distribución del tráfico se requieren para estimar las horas a partir del flujo del promedio del tráfico anual según las curvas de tráfico horario, en esta investigación se considera 5 periodos, las cuales se han agrupado según flujos de tráfico similares. (ver anexo N° 01-B y Odoki y Kerali (2000))

1.2. Tipo de velocidad capacidad

Nombre: mod. cap-veloc Jav. Pérez C.

Capacidad

Tipo de carretera: Carretera de dos carriles

Capacidad última: 1080 PCSE/carril/hr

Cap. en tráfico libre: 0.1 (0 < XQ1 < 1)

Capacidad nominal: 0.9 (0 < XQ2 < 1)

Velocidad de atascos en capacidad: 16.21 km/h

Índice de accidentalidad (en nº/ 100 millones veh-km)

por composición: Mortal: 0

Heridos: 0

Solo daños: 0

total: Todos los accidentes: 25

Relativo a la velocidad

amax: 0.65 m/s²

CALBF/C: 1

Factor multiplicación velocidad deseada: 1

Etiqueta de tipo de velocidad/capacidad

Los valores son dados en función al modelo de Capacidad-velocidad de tres zonas.

ver anexo N° 01-D

1.3. Zonas climáticas

Los valores mostrados en esta ventana se dan en base a las tablas 3.6 y 3.7 de la presente investigación.

Zona climática: Z.C. Ayacucho

Clima

Nombre: Z.C. Ayacucho

Clasificación por humedad: Semiárido

Índice de humedad: -39.642

Duración estación seca: 0.5 (como parte de un año)

Precipitación media mensual: 47.06 mm

Clasificación temperatura: Moderadamente frío

Temperatura media: 15.43 °C

Rango temperaturas medias: 13.19 °C

Días T > 32°C: 0 días

Índice de helada: 0 °C-día

Porcentaje de tiempo que se conduce

Carreteras cubiertas nieve: 0 0 <= PCTDS <= 100

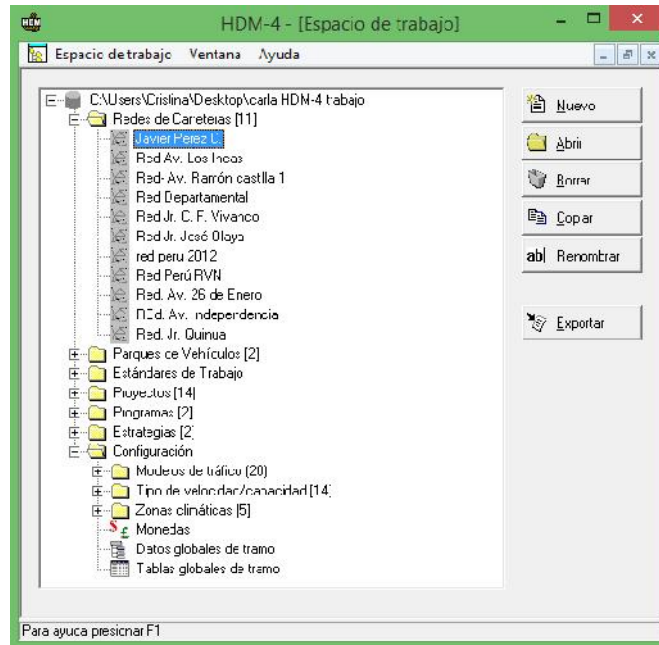
Carreteras cubiertas agua: 0 0 <= PCTDW <= 100

Nombre de esta zona climática

2. Redes de carreteras:

Una Red de carreteras HDM-4 almacena los detalles de las carreteras que desea analizar. Cada Red de carreteras consiste en varios tramos. Un tramo normalmente se corresponde con un segmento de carretera, pero también puede ser un tramo “representativo” creado exclusivamente a efectos de análisis.

Cada una de las vías se analiza en base a “tramos homogéneos”, donde cada tramo tiene una resistencia, geometría, tráfico y características de condición, uniformes en su toda su longitud



En la presente investigación se considera un tramo homogéneo para el análisis en cada vía. Los valores característicos de éstos considerados en la ventana para el tramo en estudio, se muestran en las tablas 3.8 y 3.15.

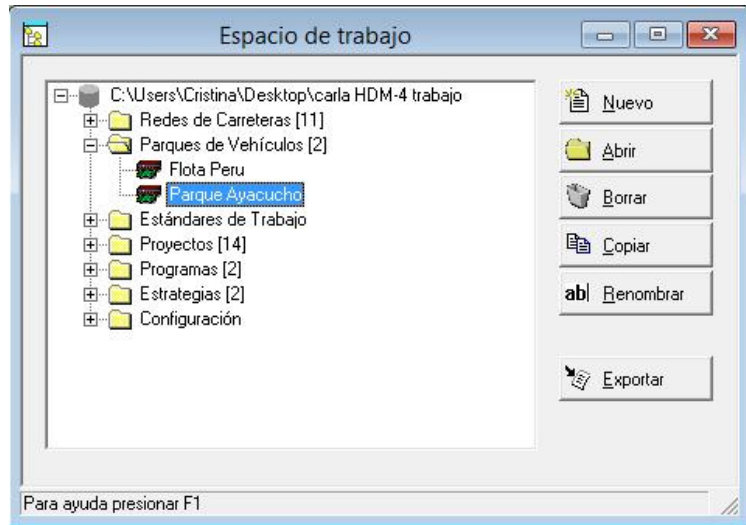
The screenshot shows the configuration window for a road segment named 'Tramo: Av. Javier Pérez C.'. The window has tabs for 'Definición', 'Geometría', 'Firme', and 'Estado'. The 'Definición' tab is active, showing various input fields and dropdown menus. The fields are organized as follows:

Nombre del tramo:	Av. Javier Pérez C.	Longitud:	1.014 km
ID del tramo:	JPC-IZQ	Ancho de calzada:	7.2 m
Nombre ruta:	Av. Javier Pérez C.	Ancho de arcén:	0.65 m
ID de ruta:	JPC-IZQ	Número de carriles:	2
Tipo de vel/cap:	mod. cap-veloc. Jav. Pérez C.	Tráfico	
Modelo de tráfico:	Mod. Trans. Javier Pérez C.	Motorizado:	9529 IMD
Zona climática:	Z.C. Ayacucho	No motorizado:	0 IMD
Clase carretera:	Secundaria	Año:	2017
Tipo de rodadura:	Sin pavimentar	Sentido:	Ambos sentidos
Tipo firme:	Grava		

At the bottom of the window, there are buttons for 'Detalles...', 'Aceptar', and 'Cancelar'. A status bar at the very bottom reads: 'Promedio anual de la intensidad de tráfico medio diario no motorizado para el tramo'.

3. Parque de vehículos:

En esta sección se guarda detalles de los tipos de vehículos que circulan por la vía en estudio y que serán considerados en los análisis de HDM-4.



Los modelos de velocidad del vehículo, de efectos del usuario de la carretera y de los efectos sociales y medioambientales se han desarrollado para todos los tipos predefinidos a partir de los cuales se realizan los cálculos.

Nombre	Clase	Fecha últ. modif.	Tipo base	Categoría
Automóvil	Coche de pasajero	09/10/2018	Coche medio	Motorizado
Camión Articulado	Camiones	07/07/2018	Camión articulado	Motorizado
Camión liviano	Camiones	21/08/2018	Camión ligero	Motorizado
Camión mediano	Camiones	21/08/2018	Camión mediano	Motorizado
Camión Pesado	Camiones	21/08/2018	Camión pesado	Motorizado
Hatchback	Coche de pasajero	09/10/2018	Coche pequeño	Motorizado
Microbus	Autobuses	27/06/2018	Minibus	Motorizado
Mini bus	Autobuses	07/07/2018	Autobús medio	Motorizado
Motocicleta	Motocicletas	07/07/2018	Motocicleta	Motorizado

Se considera 16 tipos de vehículos, cuyos parámetros considerados se basan en el cuadro 3.20 del capítulo 3 y en los factores predefinidos por el HDM-4, mostrados en la figura 2.15 y en el cuadro 2.3 del capítulo 2.

Características del vehículo: Automóvil

Definición | Características básicas | Costes económicos unitarios

Física

Espacio equiv. en vehículo de pasajeros: 1

Nº de ruedas: 4

Nº de ejes: 2

Pneumáticos

Tipo neumático: Radial

Nº de recauchutados: 1

Coste recauchutado: 1a-JUb %

Utilización

Km anuales: 23488.5 km

Uso privado: 50 %

Uso trabajo: 750.55 h

Calcular...

Pasajeros: 3 personas

Vida media: 20 años

Viajes de trabajo: 55 %

Carga

FAIT: 1000000

Calcular...

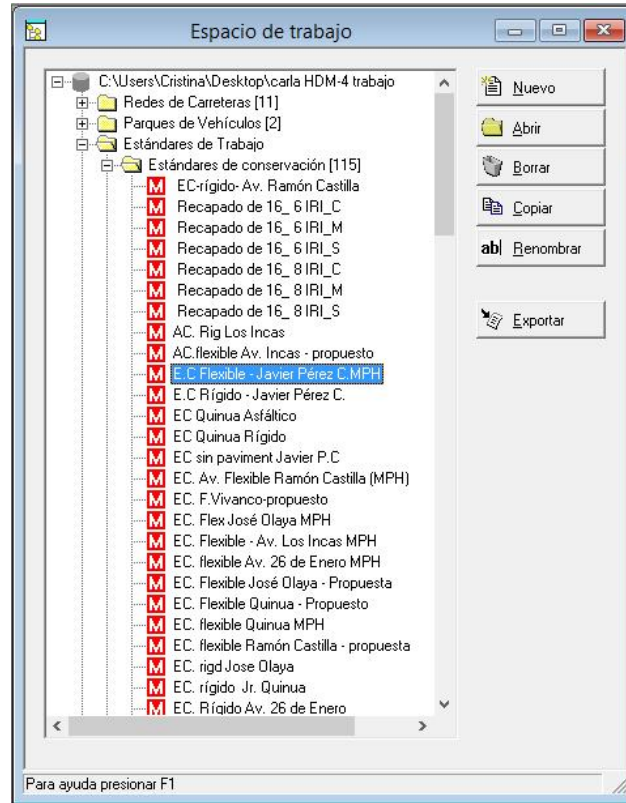
Peso en marcha: 1 t

Calculadora...

Factor de equivalencia del espacio de coche pasajeros (FCSE)

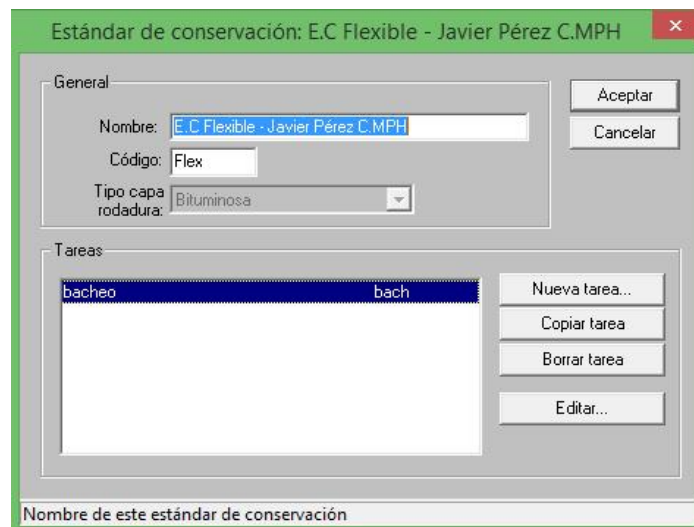
4. Estándares de conservación:

Los estándares de conservación definen los trabajos requeridos para mantener el pavimento de la vía en el nivel deseado. Cada estándar consiste en un grupo de uno o más trabajos, las cuales se definen en función a la clase de la capa de rodadura de la vía.



En la presente investigación se propone tres estándares de conservación como se señala en la sección 3.3.7 de capítulo 3.

4.1. Conservación para la alternativa base

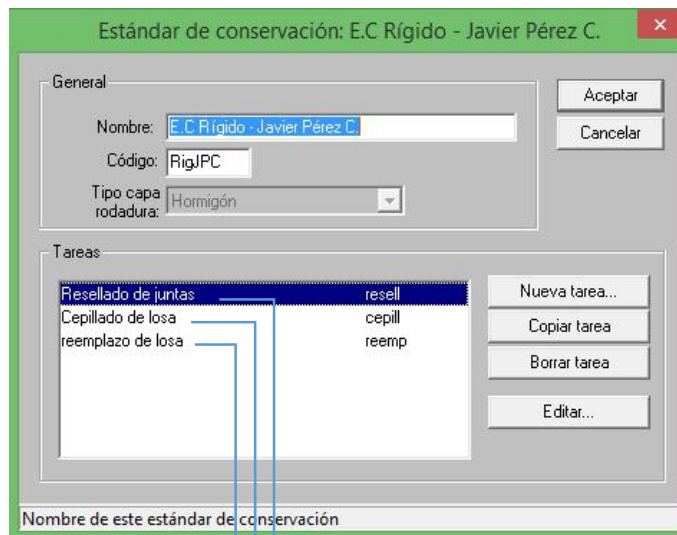


La conservación aplicada a la alternativa base, corresponde únicamente al trabajo de bacheo y se detalla en la sección 3.3.7.1 del capítulo 3.



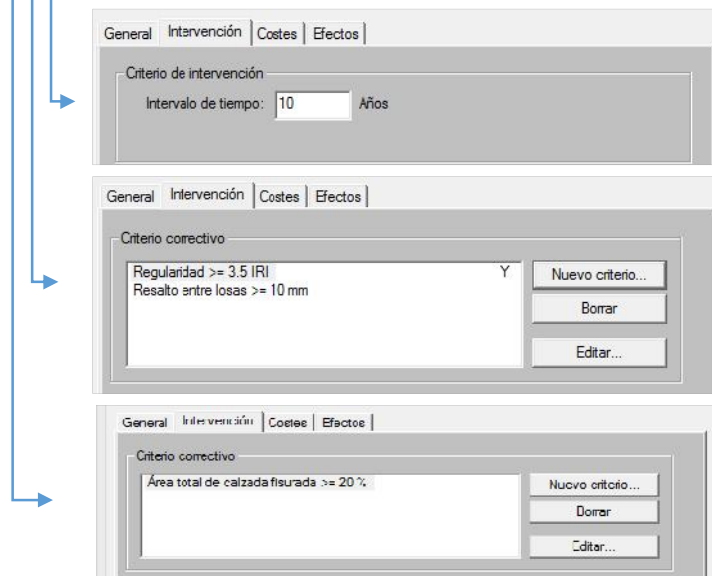
Los criterios de intervención, costos y efectos para el bacheo se muestran en los anexos N° 04-A, 04-E y 04-C respectivamente.

4.2. Conservación para la alternativa 1 (pavimento rígido)



Los criterios de intervención para la conservación del pavimento rígido se muestran en la sección 3.3.7.2 del capítulo 3, cuadro 3.33.

Los costos se encuentran en el cuadro 3.34 y en el anexo N° 05.



4.3. Conservación para la alternativa 2 (pavimento flexible)

Estándar de conservación: EC.flexible -Jav. Perez Cuellar - prop...

General

Nombre: EC.flexible -Jav. Perez Cuellar - propuesta

Código: bach

Tipo capa rodadura: Bituminosa

Tareas

Refuerzo asfáltico	refasf
Sello asfáltico	sell
bacheo	bach
sello de fisuras	sello

Nombre de este estándar de conservación

Los criterios de intervención para la conservación del pavimento flexible se muestran en la sección 3.3.7.3 del capítulo 3 (cuadro 3.35).

Los costos se encuentran en los cuadros 3.36, 3.37 y en el anexo N° 05.

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Criterio correctivo

Regularidad ≥ 3.5 IHI

General | Diseño | Intervención | Costes | Efectos

Criterio correctivo

Área dañada total ≥ 3 %

General | Intervención | Costes | Efectos

Criterio correctivo

Área con Daches ≥ 1 N°/km

General | Intervención | Costes | Efectos

Criterio correctivo

Fisuración estructural ancha ≥ 1 %

5. Estándares de mejora:

Los trabajos de mejora definen los trabajos que se deberían de realizar cuando el estado de la red desciende a cierto nivel. Cada estándar de mejora se define en términos de la clase de la capa de rodadura a la que se aplica, del nivel de intervención, de un tipo de mejora de los costos y la duración de los trabajos, en términos de su condición, su geometría, su resistencia, etc.

Las mejoras incluidas se componen de: adicción de carril, ensanchado parcial, construcción, reconstrucción y actualización.

En la presente investigación se ha propuesto dos tipos de pavimentos:

5.1. Pavimento rígido (alternativa 1): se ingresará las características estructurales del nuevo pavimento rígido, modelo de tráfico, costos, etc.

El costo del pavimento se obtiene del cuadro 4.1, y el año de intervención es fijada por el evaluador.

Intervención: en esta pestaña se ingresan las características estructurales del pavimento obtenidas del cuadro 3.26 y 3.27.

Los datos ingresados en la pestaña "Geometría" corresponden al cuadro 3.8.

5.2. Pavimento flexible (alternativa 2 y alternativa base): se ingresará las características estructurales del nuevo pavimento flexible, modelo de tráfico, costos, etc.

El costo del pavimento se obtiene del cuadro 4.1, y el año de intervención es fijada por el evaluador.

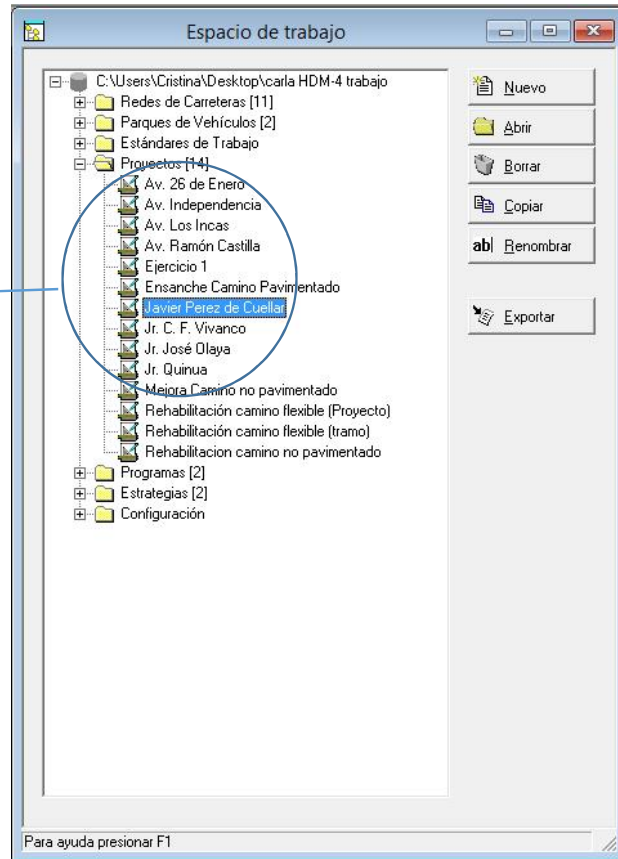
Intervención: en esta pestaña se ingresan las características estructurales del pavimento obtenidos del cuadro 3.29 y 3.30.

Los datos ingresados en la pestaña "Geometría" corresponden al cuadro 3.8.

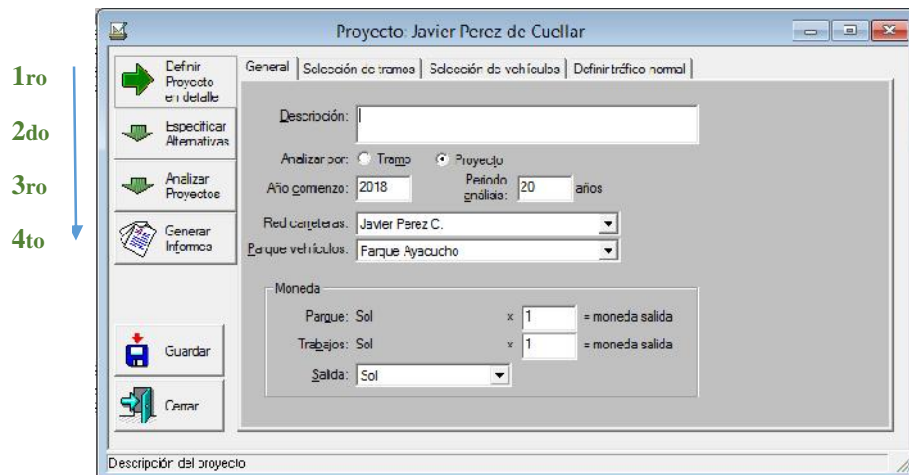
6. Proyecto

Un proyecto de HDM-4 contiene información sobre los tramos de la carretera existente, de los nuevos tramos, de los tipos de vehículos, del tráfico y de las alternativas de inversión. Una alternativa es la aplicación de los estándares de conservación a los tipos de pavimentos propuestos en los estándares de mejora y que a su vez se aplican a un tramo homogéneo.

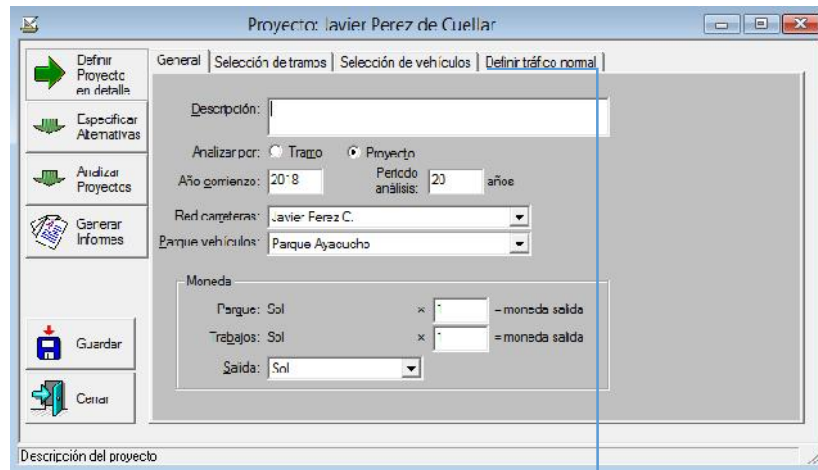
Proyectos establecidos para cada vía de análisis en la presente investigación.



En la ventana siguiente se muestra cuatro botones de despliegue en el lado izquierdo cuya secuencia de trabajo es de arriba hacia abajo.



6.1. Botón: Definir proyecto en detalle



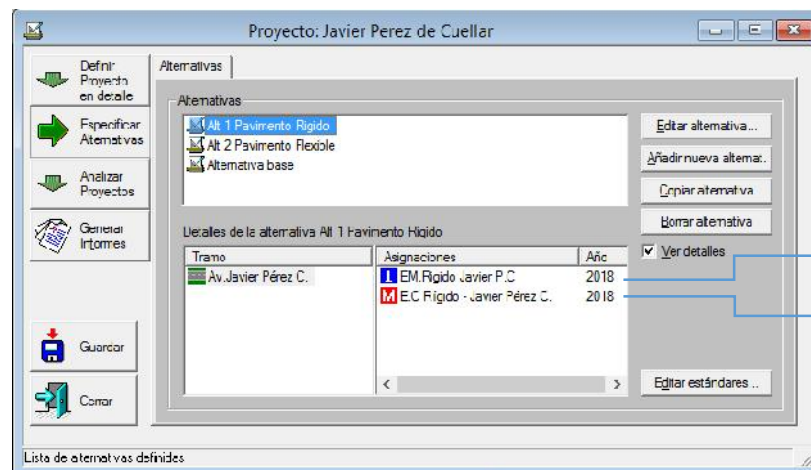
Se define el año de inicio y el periodo de análisis.

Los valores mostrados corresponden a los cuadros 3.15 y 3.16

Vehículos	Composición Inicial (%)	% Cres. ar. vel. en 20 años de 2018
Camión Autocarga	3.90	3.00
Camión madanc	1.02	3.00
Camión Pesado	1.29	3.00
Motorizado	5.72	2.50
Minivan	34.67	2.50
Hatchback	12.14	2.50
Automóvil	17.86	2.50

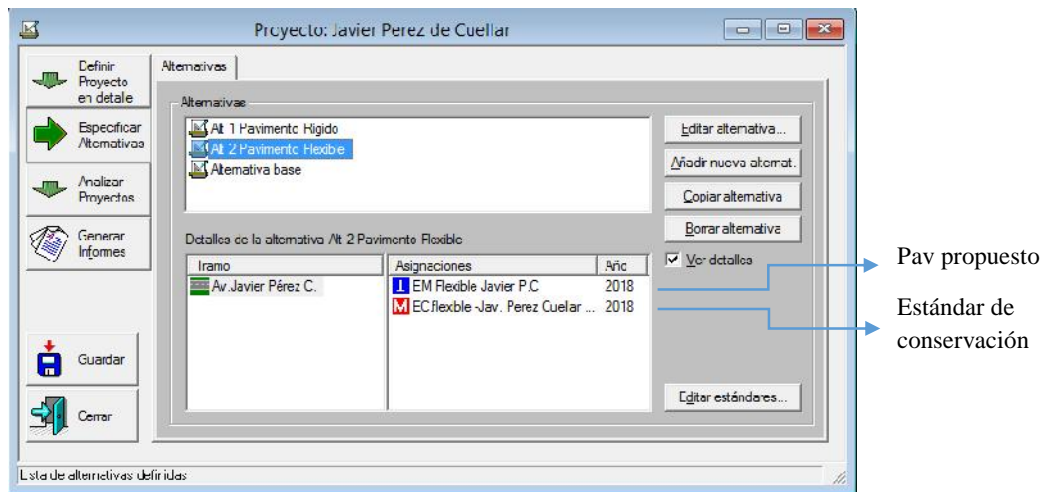
6.2. Botón: Especificar alternativas

En la presente investigación se propone dos tipos de pavimento uno rígido y otro flexible como se señala en la sección 3.1 (propuesta metodológica) del capítulo 3.
) Alternativa 1: pavimento rígido bajo el criterio de conservación propuesto.

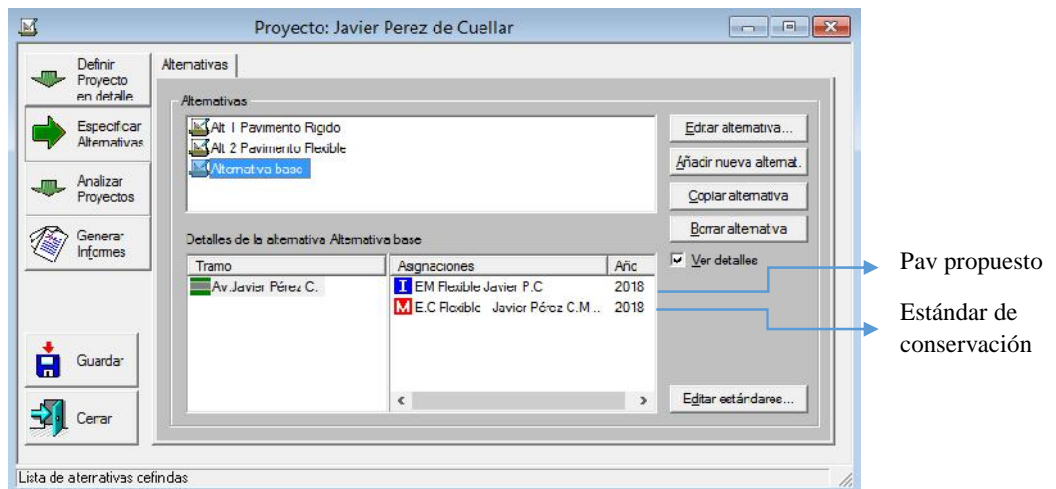


Pav propuesto
 Estándar de conservación

) Alternativa 2: pavimento flexible bajo el criterio de conservación propuesto.



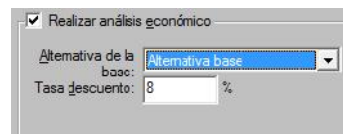
) Alternativa base: pavimento flexible bajo el criterio de conservación actual realizado por la MPH.



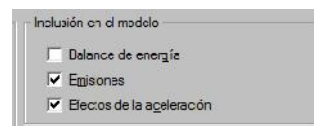
6.3. Analizar proyectos

Para comenzar el análisis del proyecto primero se deben definir los siguientes parámetros.

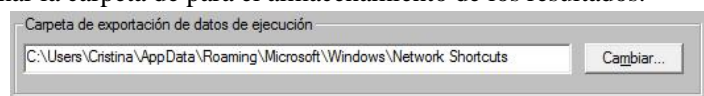
1: Definir la tasa de descuento, en la presente investigación se considera 8% en base a MEF (2017)

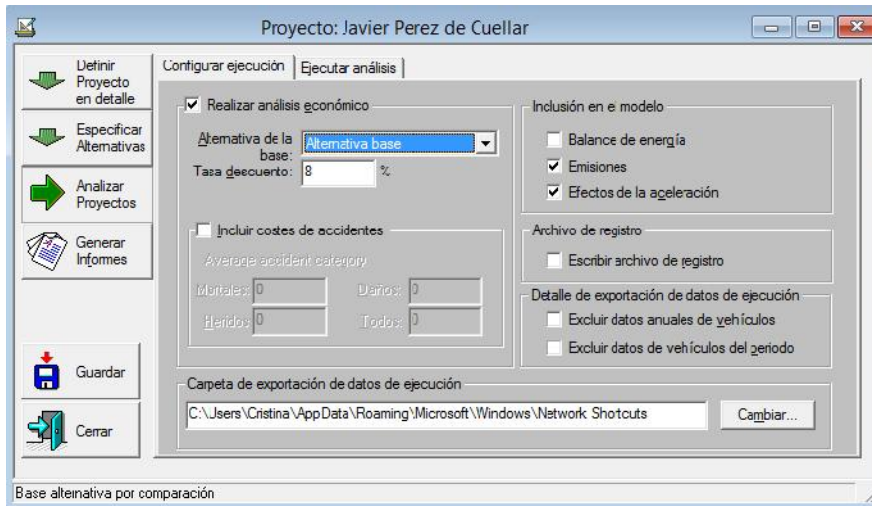


2: Seleccionar los modelos adicionales para la evaluación.

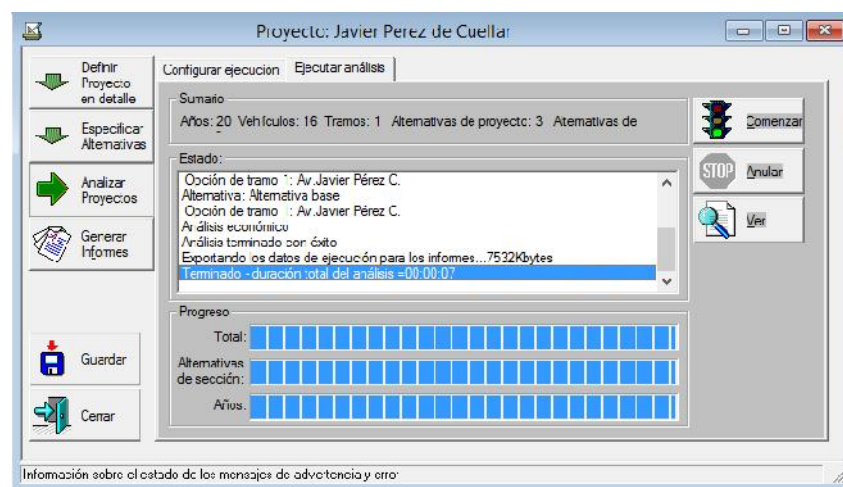
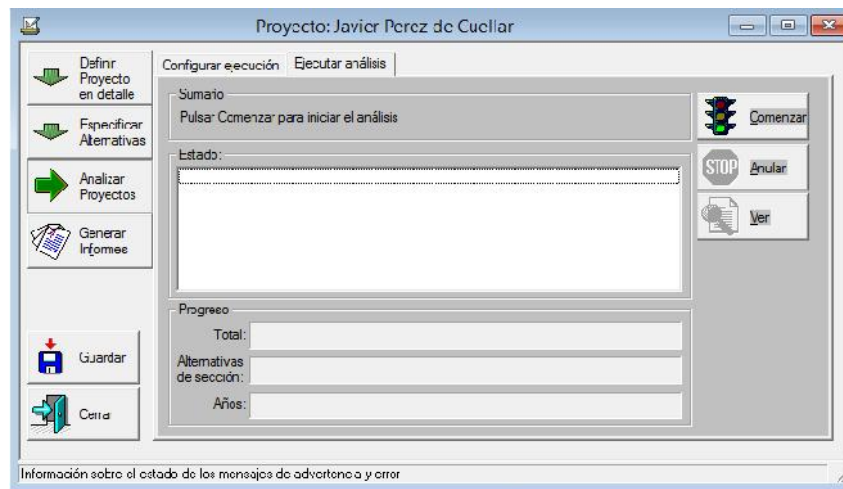


3: Seleccionar la carpeta de para el almacenamiento de los resultados.





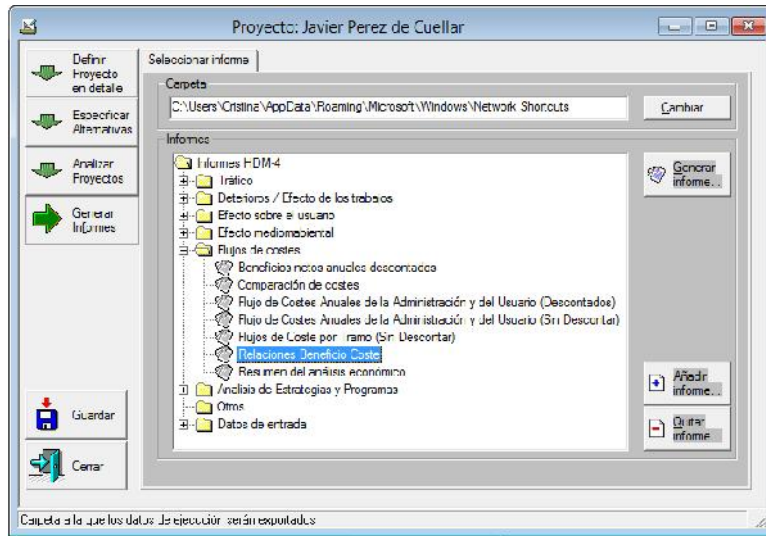
Para iniciar el análisis con el software se ingresa a la pestaña “ejecutar análisis” y se presiona el botón comenzar.



Después de haber ejecutado el procesamiento de análisis, se ingresa al botón “Generar informes”

6.4. Generar informes

Al presionar este botón se accede a los resultados correspondientes al tráfico, deterioros para cada alternativa planteada, efectos sobre el usuario como el consumo de recursos del vehículo, tiempos de demora, emisiones de gases contaminantes, accidentes, indicadores de rentabilidad, etc.



Anexo N° 10
Panel fotográfico

PANEL FOTOGRÁFICO



Aforo vehicular en la Av. Ramón Castilla



Aforo vehicular en el Jr. Carlos F. Vivanco



Aforo en el Jr. José Olaya



Aforo en la Av. Javier Pérez de Cuellar (dirección de norte a sur)



Aforo en la Av. Independencia (dirección de norte a sur)



Aforo en la Av. Los Incas



Encuesta al conductor de taxi



Encuesta a conductores de minibús de transporte público



Medida del área de bache en la Av. Javier Pérez de Cuellar antes del mantenimiento



Medida del área de bache en la Av. Javier Pérez de Cuellar antes del “bacheo”



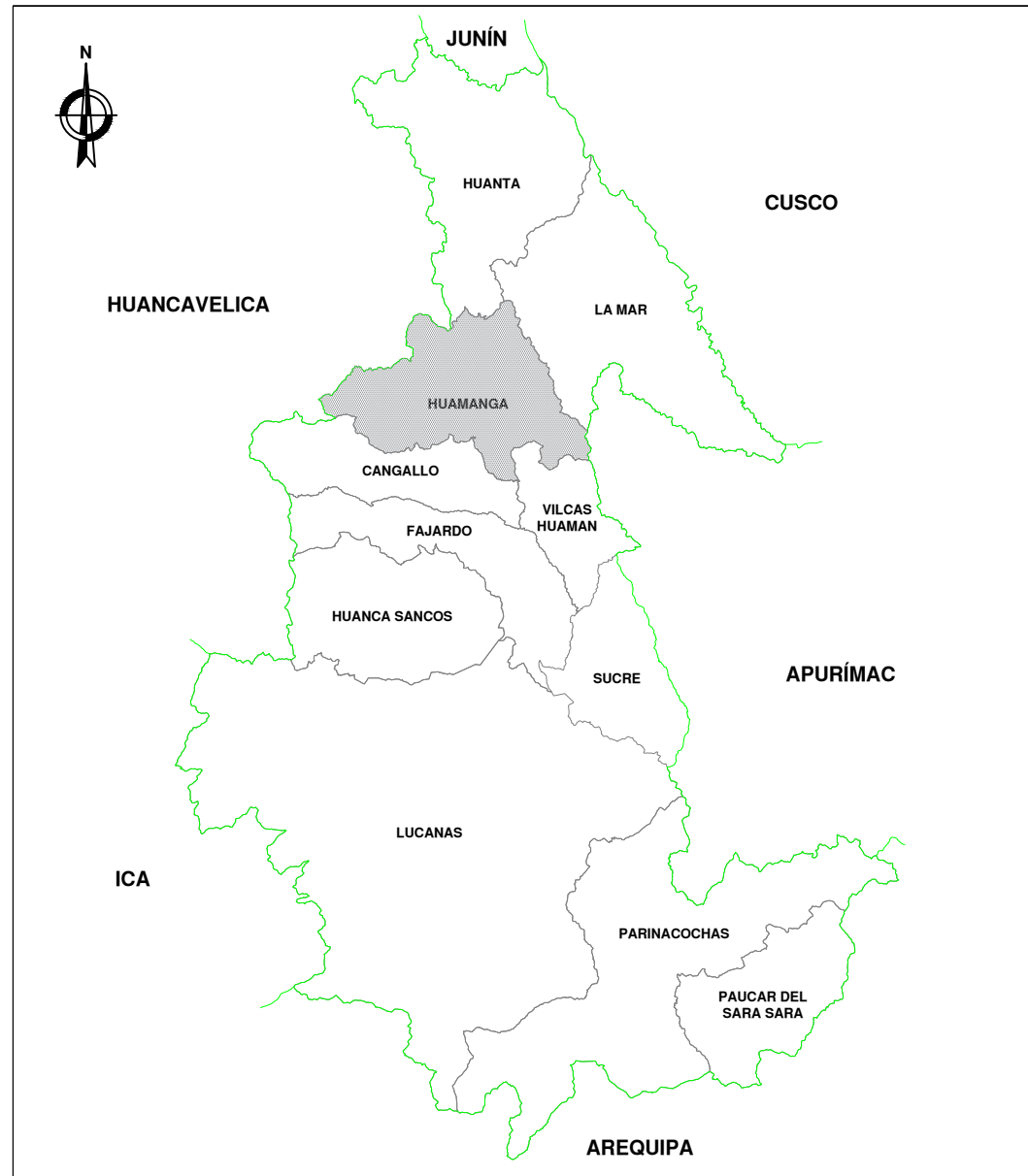
Medida del área de baches después del “parchado” en la Av. Javier Pérez de Cuellar

Anexo N° 11

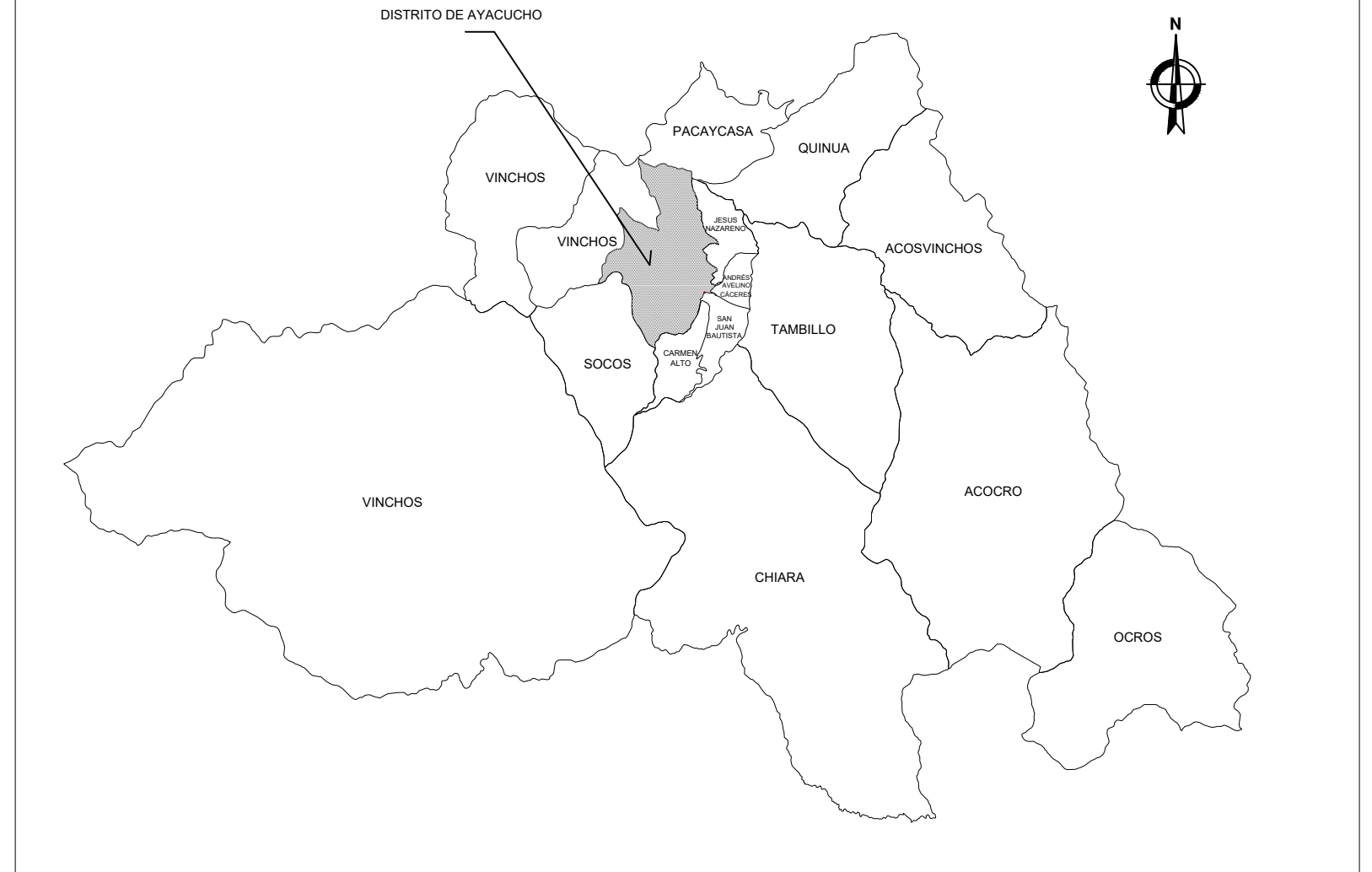
Planos

Anexo N° 11-A
Plano de ubicación

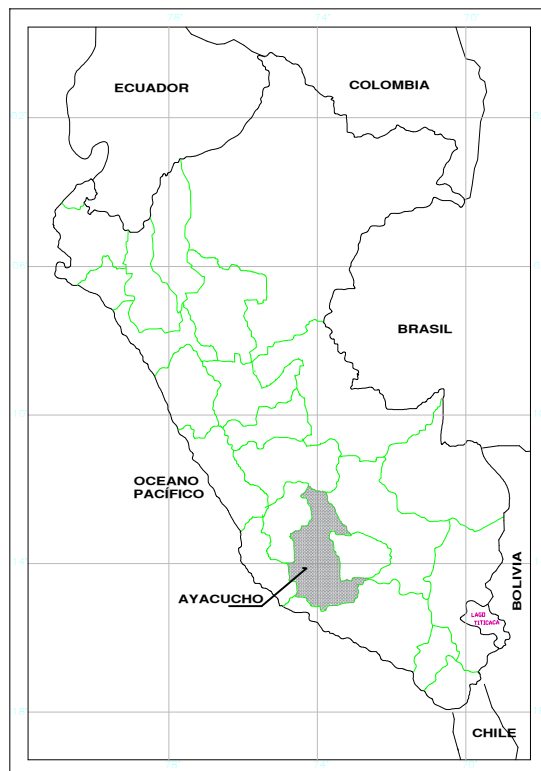
MAPA DEPARTAMENTAL DE AYACUCHO




DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE HUAMANGA

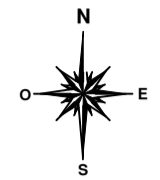
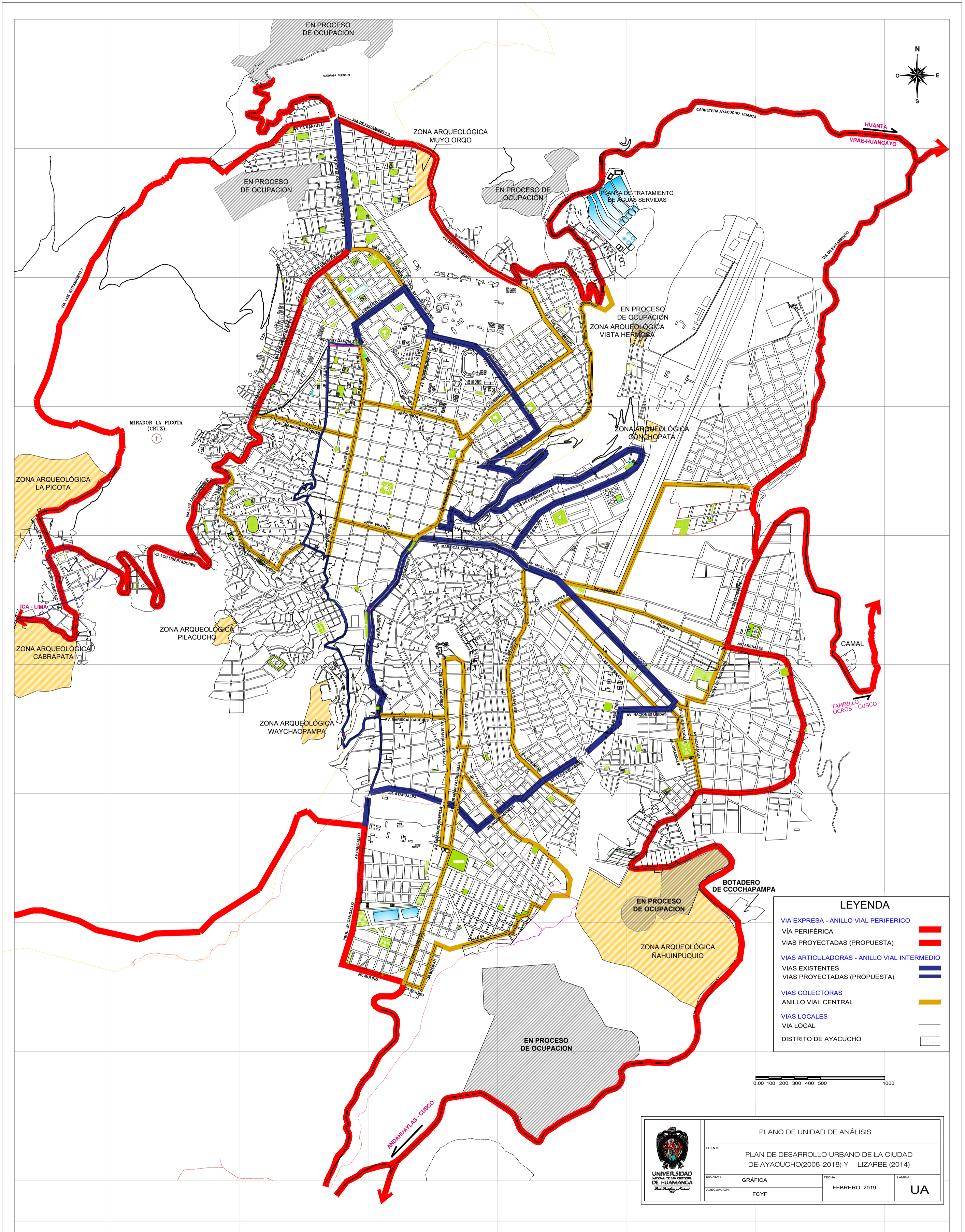


MAPA DEL PERU



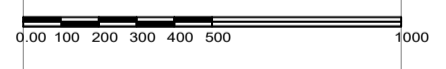
 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE HUAMANGA</p>	EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LAS VÍAS ARTERIALES Y COLECTORAS DEL DISTRITO DE AYACUCHO		
	PLANO DE UBICACIÓN		
ESCALA: GRÁFICA	FECHA: FEBRERO 2019	LAMINA: U	
ADECUACIÓN: FCYF			

Anexo N° 11-B
Plano de unidad de análisis



LEYENDA

VIA EXPRESA - ANILLO VIAL PERIFERICO	
VIA PERIFÉRICA	
VIAS PROYECTADAS (PROPUESTA)	
VIAS ARTICULADORAS - ANILLO VIAL INTERMEDIO	
VIAS EXISTENTES	
VIAS PROYECTADAS (PROPUESTA)	
VIAS COLECTORAS	
ANILLO VIAL CENTRAL	
VIAS LOCALES	
VIA LOCAL	
DISTRITO DE AYACUCHO	



PLANO DE UNIDAD DE ANÁLISIS			
 UNIVERSIDAD MORUA ARCE DE HUAMANCA <i>El Plan es el Camino</i>	FUENTE: PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE AYACUCHO(2008-2018) Y LIZARBE (2014)		
	ESCALA: GRÁFICA	FECHA: FEBRERO 2019	LÁMINA: UA
ADECUACIÓN: FCYF			