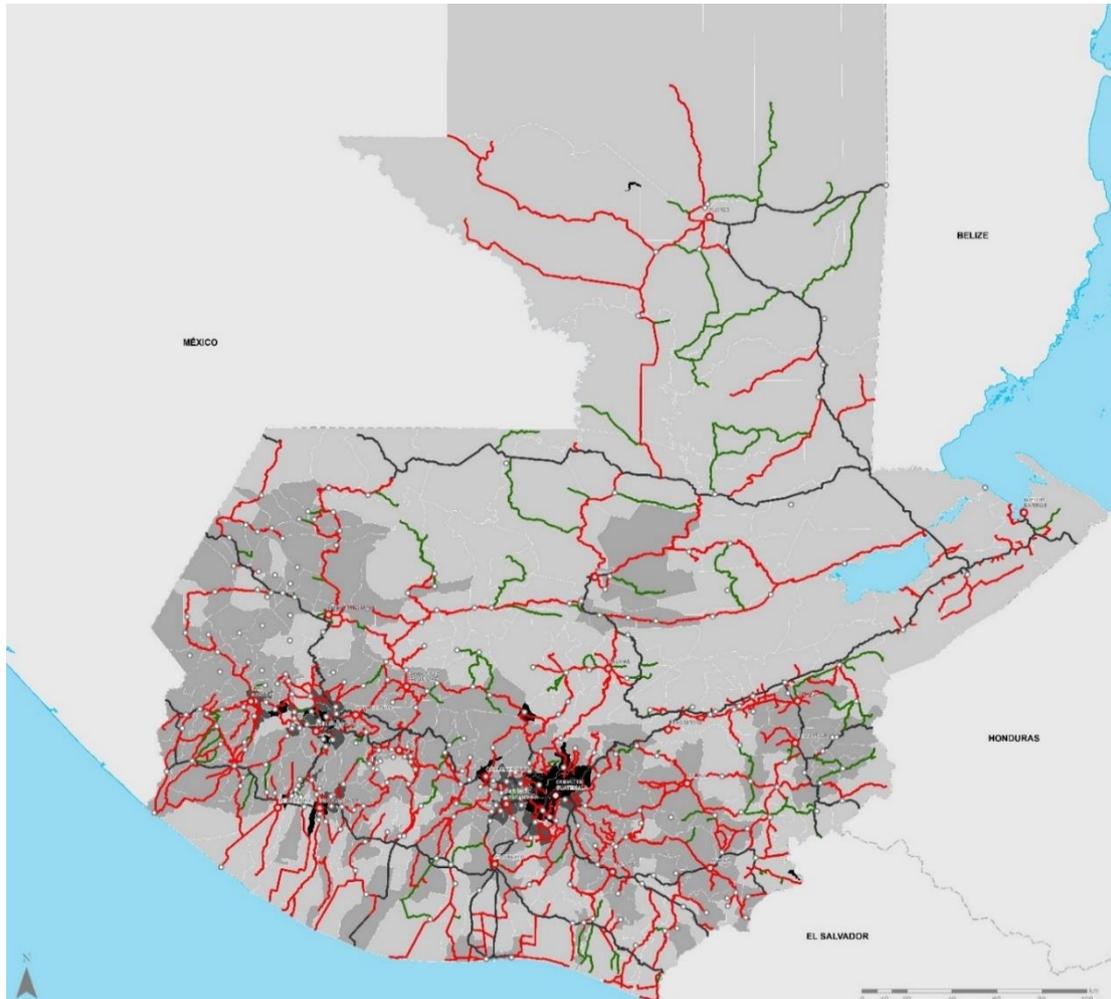


Resumen Ejecutivo - Reformulación y actualización del Plan de Desarrollo Vial 2018-2032



ÍNDICE

1.	SÍNTESIS DEL PDV	11
2.	ANTECEDENTES	15
2.1	Plan de Desarrollo Vial 2008 – 2017	15
2.2	Cumplimiento de los objetivos del pdv 2007-2018	17
2.3	Otros planes vigentes	22
3.	OBJETIVOS Y CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PLAN DE DESARROLLO VIAL.....	23
3.1	Definición de políticas básicas	23
3.2	Flujograma metodológico del PDV	24
3.3	Horizonte temporal.....	25
3.4	Tipo de Proyectos	25
4.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED VIAL.....	26
4.1	Inventario de la condición de la red vial de Guatemala	26
4.2	Catálogo actual de la red	31
4.3	Capacidad de la red de carreteras	32
4.4	Los accidentes en la Red Vial	36
4.5	Comparativa con la red vial de otros países	39
5.	NECESIDADES DE LA RED VIAL DE GUATEMALA.....	44
5.1	Modelo de priorización de actuaciones viales (MOPAV).....	44
5.2	Tipos de actuaciones.....	54
6.	ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE INVERSIÓN Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO	55
6.1	Presupuesto para el Desarrollo de Infraestructura Vial	55
6.2	Sistema de financiación de COVIAL para el mantenimiento de la red	57
6.3	Capacidad de inversión mediante Alianzas público privada –APP	57
7.	DEFINICIÓN DEL LÍMITE PRESUPUESTARIO	61
7.1	Capacidad de inversión del Estado	61
7.2	Otras fuentes de financiamiento	62
8.	ESCENARIOS DE CRECIMIENTO DE LA MOVILIDAD 2032	65
8.1	Parámetros de caracterización de los escenarios.....	65
8.2	Escenarios de crecimiento de la movilidad considerados	66

8.3	Comparativa de los 3 escenarios de movilidad	66
8.4	Escenario escogido para la propuesta PDV 2018-2032	67
9.	ESCENARIOS DE PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES	69
9.1	Criterios de priorización considerados	69
9.2	Escenarios de priorización predeterminados	69
9.3	Escenario escogido para la propuesta PDV 2018-2032	70
10.	ESCENARIOS DE CAPACIDAD DE INVERSIÓN	74
10.1	Escenarios de capacidad de inversión considerados	74
10.2	Escenario escogido para la propuesta PDV 2018-2032	75
11.	PROPUESTA PLAN DE DESARROLLO VIAL 2018-2032	79
11.1	Propuesta de ampliación de la red de carreteras	79
11.2	Propuesta de nueva clasificación de la red vial	82
11.3	Plan de mantenimiento de la red vial	88
11.4	Programa de integración regional y suprarregional de la red de carreteras.....	92
11.5	Estrategia para el entorno metropolitano de Guatemala	94
11.6	Programa de vías de alta capacidad	99
11.7	Programa de ampliación de la sección	103
11.8	Programa de pavimentación.....	105
11.9	Programa de mejora de carreteras de interés turístico	107
11.10	Programa de pavimentación a accesos municipales	109
11.11	Programa de mejora de carreteras de interés productivo	111
11.12	Programa de mejora de carreteras de acceso al país	114
11.13	Programa de mejora de corredores logísticos.....	116
11.14	Programa de libramientos	118
11.15	Programa de control de pesos y dimensiones.....	121
11.16	Programa de ejecución de obras mediante APPs.....	123
11.17	Programa de mejora de la señalización vial	126
11.18	Programa de mantenimiento de puentes de la red vial	128
11.19	Programa de obras de drenaje	128
11.20	Programa de seguridad vial	130
11.21	Programa de creación y mantenimiento de caminos rurales.....	132
11.22	Parámetros ambientales mínimos a considerar	134
12.	PRESUPUESTO TOTAL DEL PDV-2018-2032.....	136

13.	PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE INVERSIÓN	138
13.1	Programación actuaciones de la DGC.....	138
13.2	Programación de las APP	140
14.	ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PDV 2018-2032	142
15.	RECOMENDACIONES FINALES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PDV	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución del presupuesto del PDV en los distintos programas considerados. Fuente: Elaboración propia	13
Tabla 2. Plan marco de inversión del PDV 2008 – 2017. Fuente: PDV 2008 - 2017	15
Tabla 3. Tabla de inversión del PDV 2008 – 2017. Fuente: PDV 2008 - 2017	16
Tabla 4. Actuaciones propuestas en el PDV anterior para la mejoría de la red turística. Fuente: PDV 2008-2017	21
Tabla 5. Composición de la red vial según tipo de rodadura	26
Tabla 6. Algoritmos de correlación PCI - IRI. Fuente: Predicting Pavement Condition Index Using International Roughness Index in a Dense Urban Area	27
Tabla 7. Estado de la carretera en función del valor del PCI. Fuente: elaboración propia	28
Tabla 8. Intervención necesaria según el PCI de la vía.....	31
Tabla 9. Criterios de diseño del PDV 2018 - 2032. Fuente: Elaboración propia.....	48
Tabla 10. Costos unitarios de cambio de sección (en M Qz/km). Fuente: Elaboración propia.	50
Tabla 11. Caracterización del grado de mantenimiento inicial requerido. Fuente: Fundesa	51
Tabla 14. Longitud de la red en función de su grado de prioridad y de su plazo de actuación. Fuente: Elaboración propia.	71
Tabla 15. Tipología de las vías categorizadas como de Prioridad Alta en el escenario de priorización de la DGC. Clasificación en función de la jerarquía actual del PDV. Fuente: Elaboración propia.....	71
Tabla 16. Tipología de las vías categorizadas como de Prioridad Alta en el escenario de priorización de la DGC. Clasificación en función de la categoría de la ruta. Fuente: Elaboración propia.	71
Tabla 21. Nueva jerarquía de vías de Guatemala. Fuente: Elaboración propia.....	82
Tabla 22. Tipología de mantenimiento inicial requerido. Fuente: Elaboración propia.....	88
Tabla 23. : Caracterización del grado de mantenimiento inicial requerido. Fuente: Elaboración propia.	88
Tabla 24. Resumen de las carreteras y caminos rurales propuestos. Fuente: “Necesidades de caminos rurales para potenciar el empleo en el área rural.....	112
Tabla 25. : Caracterización de las actuaciones a ser realizadas mediante APP. Fuente: Elaboración propia.	124
Tabla 26. Clasificación de la red según el estado de señalización. Fuente: Elaboración propia.....	126
Tabla 27. Distribución del presupuesto del PDV en los distintos programas considerados. Fuente: Elaboración propia	136
Tabla 28. Distribución de la inversión de los programas no incluidos en el multicriterio. Fuente: elaboración propia	138

Tabla 29. Presupuesto disponible para las actuaciones definidas en el MOPAV..... 139

Tabla 30. Criterio de distribución de las concesiones. Fuente: Elaboración propia 140

Tabla 31. Distribución de la inversión en concesiones por período 141

Tabla 32. Beneficios derivados de la aplicación del PDV en el "AÑO 0" 142

Tabla 33. Balance costo-beneficio durante el período de vigencia del plan..... 143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma metodológico del PDV 2018 – 2032. Fuente: Elaboración propia.	24
Figura 2. IRI según la tipología de la carretera	27
Figura 3. Tránsito Promedio Diaria Anual actual en la red vial de Guatemala. Fuente: Elaboración propia	33
Figura 4. Zonas de congestión vial en la red vial de Guatemala. Fuente: Elaboración propia.....	35
Figura 6. Estimación del TPDA en la red vial de Guatemala en el año 2032. Fuente: Elaboración propia	68
Figura 8. Clasificación de la red vial por el criterio de prioridad de la DGC	73
Figura 10. Propuesta de nuevas vías. Fuente: elaboración propia	81
Figura 11. Nueva categorización de las rutas de Guatemala. Fuente: Elaboración propia.....	84
Figura 12. Jerarquía de carreteras deseado obtenido por el MOPAV. Fuente: Elaboración propia.....	86
Figura 13. Nueva jerarquía de carreteras propuesta PDV. Fuente: Elaboración propia.....	87
Figura 14. Caracterización del grado de mantenimiento inicial requerido. Fuente: Elaboración propia.	89
Figura 15. Tipología de las actuaciones de mejora propuestas en los ejes regionales y suprarregionales. Fuente: Elaboración propia.	93
Figura 16. Estrategia de anillos para el entorno metropolitano de Guatemala. Fuente: DGC	95
Figura 17. Anillo regional. Identificación de tramos y libramientos. Fuente: DGC	96
Figura 18. Anillo departamental y propuestas de radiales de acceso a Ciudad de Guatemala. Fuente: DGC.....	98
Figura 19. Integración de los anillos regional y departamental en el entorno metropolitano de Guatemala. Fuente: DGC.....	98
Figura 20. Vías de alta capacidad de la red actual. Elaboración propia	100
Figura 21. Propuesta de ampliación de capacidad del PDV. Fuente: DGC.....	101
Figura 22. Propuesta de vías de alta capacidad del PDV. Fuente: Elaboración propia	102
Figura 23. Propuesta de vías de mejora de sección del PDV. Fuente: Elaboración propia	104
Figura 24. Carreteras que pertenecen al programa de pavimentación. Fuente: Elaboración propia	106
Figura 25. Actuaciones propuestas en la red de interés turístico. Fuente: Elaboración propia.	108
Figura 26. Carreteras a pavimentar para el acceso a cabeceras municipales. Fuente: Elaboración propia.	110
Figura 27. Propuesta de mejora de caminos para la producción agrícola. Fuente: Elaboración propia	113

Figura 28. Actuaciones consideradas en el PDV en las carreteras de acceso al país. Fuente: Elaboración propia. 115

Figura 29. Programa de mejora de los corredores logísticos. Fuente: Elaboración propia 117

Figura 30. Localización de los libramientos propuestos en el PDV en régimen público y en APP. Fuente: Elaboración propia. 120

Figura 31. Localización de las estaciones de control de pesaje existentes y propuestas. Fuente: Elaboración propia 122

Figura 32. Propuesta de concesiones. Fuentes: Elaboración propia..... 125

Figura 33. Carreteras que necesitan mejora de la señalización. Fuente: Elaboración propia 127

Figura 34. Carreteras dónde es necesaria la ejecución del sistema de drenaje. Fuente: Elaboración propia 129

Figura 35. Propuesta de nuevos caminos rurales. Fuente: Elaboración propia..... 133

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución del presupuesto del PDV en los distintos programas considerados. Clasificación entre costos asociados a la DGC y costos asociados a operadores privados. Fuente: Elaboración propia	13
Gráfico 2. Inversión del PDV 2008 – 2017. Fuente: PDV 2008 – 2017	16
Gráfico 3. Resumen de las actuaciones llevadas a cabo del PDV 2008-2017. Fuente: DGC	22
Gráfico 4. Clasificación de la red vial por condición. Fuente elaboración propia	28
Gráfico 5. Clasificación de la red pavimentada por estado. Fuente elaboración propia	29
Gráfico 6. Clasificación de la red no pavimentada por estado. Fuente elaboración propia	29
Gráfico 7. Estado de las rutas centroamericanas. Fuente elaboración propia	30
Gráfico 8. Estado de las rutas nacionales. Fuente elaboración propia	30
Gráfico 9. Estado de las rutas departamentales. Fuente elaboración propia.....	30
Gráfico 10. Siniestralidad en 2017. Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito - ONST	36
Gráfico 11. Accidentes de tránsito en Guatemala entre 2006 – 2016 Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito – ONST	37
Gráfico 12. Víctimas en accidentes de tránsito en Guatemala entre 2006 – 2016 Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito – ONST.....	37
Gráfico 13. . Lesionados en accidentes de tránsito en Guatemala entre 2006 – 2016 Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito – ONST.....	38
Gráfico 14. Fallecidos en accidentes de tránsito en Guatemala entre 2006 – 2016 Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito - ONST.....	38
Gráfico 15. Distribución de la siniestralidad vial por departamento en 2017. Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito - ONST.....	38
Gráfico 16. Accidentes de tránsito por área de ocurrencia (izquierda) y por rutas de mayor incidencia (derecha) en 2017. Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito - ONST.....	39
Gráfico 18. Metros de carretera por superficie (en Km2) en Centroamérica. Fuente: Elaboración personal a partir de datos de la DGC, CEPAL y BID.	40
Gráfico 19. Porcentaje de pavimentación de carreteras en Centroamérica. Fuente: Elaboración personal a partir de datos de CEPAL, BID y CAF.....	40
Gráfico 20. Evolución de la pavimentación de la red vial de Guatemala. Fuente: Mejoremos Guate. Infraestructura para el desarrollo	41
Gráfico 21. Metros de carretera pavimentados por superficie en Centroamérica. Fuente: Elaboración personal a partir de datos de CEPAL, BID y CAF.....	41
Gráfico 22. Índice de calidad de las carreteras de países latinoamericanos. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Foro Económico Mundial (2018)	42

Gráfico 24. Porcentaje del PIB invertido en 2016 en el mantenimiento de la red vial en diferentes países. Fuente: Elaboración propia (2018).....	43
Gráfico 25. Presupuesto, en MQz Millones, para el Desarrollo de Infraestructura Vial de cada entidad entre 2015 y 2018. *Los datos empleados son los relativos a los Presupuestos Ejecutados, con la excepción de los datos de 2018, donde se usan los datos del Presupuesto Vigente por no disponer de los datos de ejecución total de 2018. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sicoín.....	55
Gráfico 26. Presupuesto para el Desarrollo de Infraestructura Vial, Vigente y Ejecutado entre 2015 y 2018. *Los datos empleados para el año 2018 representan la ejecución hasta el día 09/10/18, momento en el que fue realizada la consulta. Fuente: Elaboración propia	56
Gráfico 27. Presupuesto propuesto a lo largo del periodo de actuación del PDV. Fuente: Elaboración propia	62
Gráfico 28. Comparativa de la previsión de crecimiento del tránsito promedio de los 3 escenarios de crecimiento de la movilidad. Fuente: Elaboración propia	67
Gráfico 29. Tipología de los km categorizados como de Prioridad Alta en el escenario de priorización de la DGC. Clasificación en función de la jerarquía actual, de la nueva jerarquía y de la categoría de la ruta. Fuente: Elaboración propia.	72
Gráfico 30. Tramos concesionados. Longitud y costo de las actuaciones en el escenario de inversión 4 – Priorización con la participación de operadores privados. Fuente: Elaboración propia.	76
Gráfico 31. Distribución del presupuesto del PDV en los distintos programas considerados. Clasificación entre costos asociados a la DGC y costos asociados a operadores privados. Fuente: Elaboración propia	137
Gráfico 32. Distribución del presupuesto de la DGC por actuaciones y períodos	140
Gráfico 33. Beneficios derivados de la aplicación del PDV en el "AÑO 0"	143
Gráfico 34. Valor del VAN sobre el total del PDV. Fuente: elaboración propia	144
Gráfico 35. Valor del TIR calculado sobre el total del PDV. Fuente: elaboración propia	144
Gráfico 36. Valor del B/C calculado sobre el total del PDV. Fuente: elaboración propia	144

1. SÍNTESIS DEL PDV

El presente documento consiste en una actualización del Plan de Desarrollo Vial vigente, que programó las actuaciones en mejora de la red vial de Guatemala para el periodo comprendido entre los años 2008 y 2017. El Plan presenta actuaciones a ser implantadas entre los años 2018 y 2032.

Los objetivos del Plan de Desarrollo Vial 2018 – 2032 se basan en el cumplimiento de las siguientes Políticas de Intervención:

- Conseguir la **integración regional y suprarregional** de la red de carreteras
- **Reducir la desigualdad en las oportunidades** de acceso a la red de carreteras y **mejorar su accesibilidad global** en todas las poblaciones
- Modernizar y adaptar las carreteras a unas **condiciones de seguridad y funcionalidad adecuadas**
- **Resolver los problemas graves de seguridad vial en los tramos de concentración de accidentes** de la red de carreteras
- **Fomentar el desarrollo turístico** con la mejora de la red vial
- **Respetar el Medio Ambiente y favorecer el desarrollo sostenible** de la Red de Carreteras
- **Adecuar los Caminos Rurales** para garantizar la accesibilidad de todos los núcleos de población a las cabeceras municipales y departamentales
- **Consolidar las políticas de Mantenimiento y Conservación de la red vial**
- **Fomentar la participación de recursos privados** en la construcción, conservación y gestión de las infraestructuras viales
- **Modernizar la Gestión de la red vial**, dotando a los organismos gestores de los medios técnicos que permitan un seguimiento adecuado de la planificación.

Según los últimos registros de la Dirección General de Caminos del total de 17,211 kilómetros que componen la Red Vial de Guatemala, 7,457 kilómetros están asfaltados, lo que supone un 43.33% del total. Esta cantidad de carreteras asfaltadas supone un aumento de 1,039 kilómetros desde la elaboración del PDV 2008-2017.

Cabe destacar que los diferentes indicadores sobre el estado de las carreteras de Guatemala analizados indican que la red vial presenta importantes deficiencias en relación al resto de países de la región. En este sentido, el país dispone de 1 metros de carretera por habitante, el menor de Centroamérica. Analizando los metros de carretera entre la superficie del país, se observa que Guatemala presenta 151 metros de carretera por km², tan solo superando a Honduras. De los 16,456 Km, según el CIV, apenas el 44.6% están pavimentados. En cuanto a los metros de carretera pavimentada en relación a la superficie, se aprecia que Guatemala presenta un índice de 67 metros pavimentados por Km², un valor claramente inferior al de Costa Rica, El Salvador y Panamá, superando tan solo a Honduras y Nicaragua. Además, en el Informe Global de Competitividad 2017-2018 del Foro Económico Mundial se indica que Guatemala ocupa el puesto 106 sobre 137 en el índice de calidad de las carreteras, situándose por debajo del resto de países analizados de la región (con excepción de Costa Rica). La

mejora de estos indicadores y, por lo tanto, de la calidad y extensión de la red pasa necesariamente por una mayor inversión en infraestructura vial.

Se estipula que el límite presupuestario asumible por el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda para el desarrollo del PDV llegue a los **MQz 65.790** para todo el periodo de implementación con una inversión anual promedio de MQz 4,405.

El escenario final propuesto por el PDV consiste en un escenario con limitación en la capacidad de inversión en el que se realizan todas las acciones de mantenimiento de la red actual y se añaden aquellas actuaciones que hayan obtenido los mejores resultados en el análisis Multicriterio (en base a los parámetros definidos en los criterios de priorización) hasta alcanzar el límite presupuestario, previamente fijado. Además, se incorporan al catálogo de actuaciones a realizar todas aquellas dónde se prevé la implicación de fondos privados vía concesiones y APPs (autopistas, nuevos libramientos, áreas de pesaje,...).

Los principales proyectos presentados se organizan en una serie de 22 sub-planes o programas de intervención que se definen a continuación:

1. Propuesta de ampliación de la red de carreteras
2. Propuesta de nueva clasificación de la red vial
3. Plan de mantenimiento de la red vial
4. Programa de integración regional y suprarregional de la red de carreteras
5. Estrategia para el entorno metropolitano de Guatemala
6. Programa de vías de alta capacidad
7. Programa de ampliación de la sección
8. Programa de pavimentación
9. Programa de mejora de carreteras de interés turístico
10. Programa de pavimentación a accesos municipales
11. Programa de mejora de carreteras de interés productivo
12. Programa de mejora de carreteras de acceso al país
13. Programa de mejora de corredores logísticos
14. Programa de libramientos
15. Programa de control de pesos y dimensiones
16. Programa de ejecución de obras mediante APPs
17. Programa de mejora de la señalización vial
18. Programa de mantenimiento de puentes de la red vial
19. Programa de obras de drenaje
20. Programa de seguridad vial
21. Programa de creación y mantenimiento de caminos rurales
22. Parámetros ambientales mínimos a considerar previos al cambio de terracería a asfalto.

El PDV determina que la inversión total necesaria alcanza los MQz 95,816.48. Mediante el modelo de participación de operadores privadas se consigue que MQz 30,026.49 (31.3% del total) sean de

participación privada. La mayor parte de la inversión de los operadores privadas se destina al programa de ampliación de capacidad de la red (con cerca de MQz 17,060), al mantenimiento a lo largo del periodo de validez del PDV (con cerca de MQz 7,500) y a la ampliación de la sección de la red (con cerca de MQz 4,100).

Para proporcionar una mayor flexibilidad y planificar adaptando las actuaciones a los resultados obtenidos, **se ha distribuido la inversión en trienios**, lo que permite un mejor ajuste de las actuaciones a través de cinco períodos.

En la tabla y gráfico a seguir se puede apreciar con un mayor nivel de detalle la distribución total del presupuesto en cada uno de los programas, diferenciando en todo momento la participación de operadores privados de la de la DGC.

Tabla 1. Distribución del presupuesto del PDV en los distintos programas considerados. Fuente: Elaboración propia

Acciones	Longitud (km)	Costo DGC (MQz)	Costo APP (MQz)	Costo Total (MQz)	% sobre el presupuesto
Ampliación de la red de vías de alta capacidad	1,701.53	9,125.91	17,066.44	26,192.35	27%
Mejora y ampliación de sección de carreteras	2,198.50	11,371.35	4,096.98	15,468.33	16%
Pavimentación	142.27	576.50	0.00	576.50	1%
Restablecimiento del PCI	7,487.34	3,073.91	86.80	3,160.71	3%
Mantenimiento 2020 - 2032	11,529.64	25,091.94	7,547.35	32,639.29	34%
Nuevos Libramientos	170.00	556.10	854.90	1,411.00	1%
Programa de nuevas carreteras	1,197.02	9,455.26	0.00	9,455.26	10%
Programa de pesos y dimensiones	0.00	0.00	374.02	374.02	0%
Programa de rehabilitación de puentes	238.40	183.57	0.00	183.57	0%
Programa de drenaje	1,329.50	1,329.50	0.00	1,329.50	1%
Mejora de señalización	9,962.44	150.93	0.00	150.93	0%
Programa de caminos rurales	13,000.00	4,875.00	0.00	4,875.00	5%
Presupuesto reservado para casos de emergencia nacional	0,00	0.00	0.00	0.00	0%
Costo total		65,789.99	30,026.49	95,816.48	100%

COSTE DE IMPLANTACIÓN POR TIPO DE ACCIÓN (MQ)

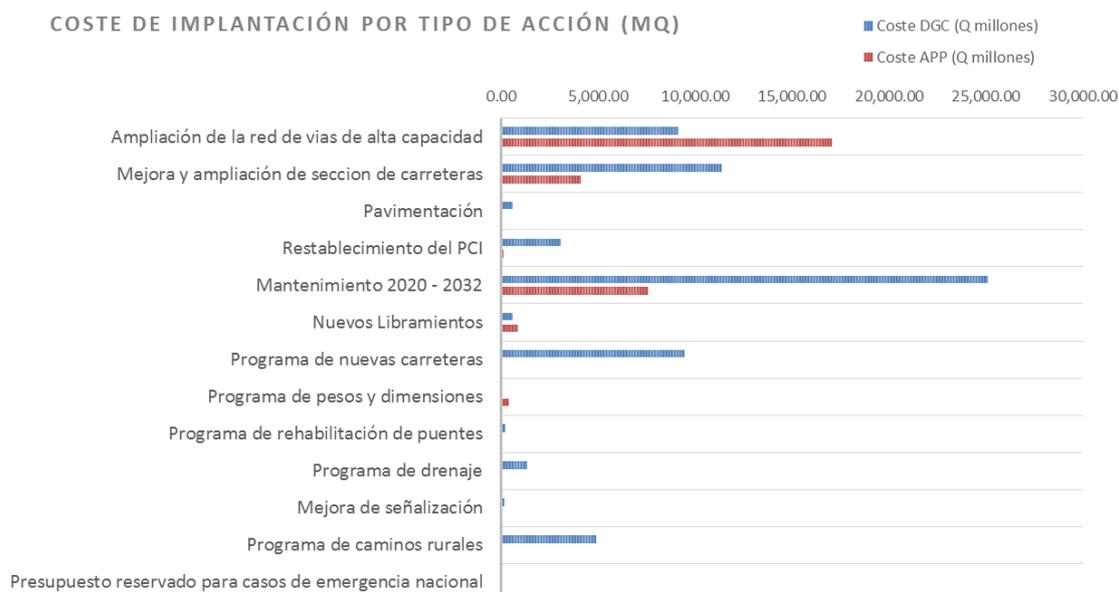


Gráfico 1. Distribución del presupuesto del PDV en los distintos programas considerados. Clasificación entre costos asociados a la DGC y costos asociados a operadores privados. Fuente: Elaboración propia

La ejecución de proyectos de mejora de la red vial tiene unas consecuencias positivas evidentes sobre la economía global del país, al impulsar el sector del transporte. Ello implica mejoras en la conectividad del país, reduciendo las desigualdades y al mismo tiempo beneficiando directamente a sectores industriales, logísticos y al sector turístico.

Dichos proyectos requieren de una inversión importante y al mismo tiempo provocan impactos soportados por el usuario, por lo que es necesario evaluar su rentabilidad económica. Para ellos se emplean los índices de evaluación de proyectos habituales obteniendo los siguientes resultados:

- Valor actualizado neto (VAN): MQz 21,701.39*
- **Tasa interna de retorno (TIR): 17%**
- Índice beneficio/costo (B/C): 1.36

* Para el cálculo de los índices de evaluación del PDV se ha adoptado una tasa de descuento del 8% (valor habitual en estudios de este entorno y ya usados en el PDV anterior).

Recomendaciones finales para la implantación del PDV

Para garantizar la correcta implementación del PDV se recomienda:

- Control de calidad y actualización anual de las bases de datos, principalmente en lo referente al estado de la carretera, datos de tráfico y sistematización de los datos de accidentes;
- Coordinación entre actores;
- Buscar nuevas fuentes de financiación;
- Capacitación de un equipo técnico en el uso y la actualización de las herramientas;
- Seguimiento bianual del cumplimiento del plan;
- Próximos pasos: Análisis con mayor detalle de la movilidad y el tráfico en el entorno metropolitano de Ciudad de Guatemala.

2. ANTECEDENTES

2.1 PLAN DE DESARROLLO VIAL 2008 – 2017

El presente documento consiste en una actualización del Plan de Desarrollo Vial vigente, que programó las actuaciones en mejora de la red vial de Guatemala para el periodo comprendido entre los años 2008 y 2017.

En el Plan se estableció para el año 2008 una inversión marco global de MQz 2,000, de los cuales MQz 125 correspondían al mantenimiento de zonas viales.

Aplicando un crecimiento anual del 4%, se calcularon las inversiones hasta el año 2017, obteniendo una inversión para todo el periodo de vigencia del Plan de MQz **24,012**.

Tabla 2. Plan marco de inversión del PDV 2008 – 2017. Fuente: PDV 2008 - 2017

Año	Inversión anual (MQz)	Inversión bienal (MQz)
2008	2.000	
2009	2.080	4.080
2010	2.163	
2011	2.250	4.413
2012	2.340	
2013	2.433	4.773
2014	2.531	
2015	2.632	5.163
2016	2.737	
2017	2.847	5.584
Total	24.012	24.012

Estas inversiones se clasificaban en diferentes categorías en función de la naturaleza de los proyectos recogidos en el Plan.

- **Cerca del 25% de la inversión se destinaba a la red primaria y secundaria** (a través de actuaciones de ampliación de capacidad o de pavimentación),
- **El 14% se destinaba a mejorar la conectividad de la red,**
- **Un 10% se destinaba a Rehabilitación.**
- **Las actuaciones de mantenimiento percibieron cerca del 6% de la inversión total.**

Tabla 3. Tabla de inversión del PDV 2008 – 2017. Fuente: PDV 2008 - 2017

CAPÍTULO	Política Ppal.	Long. (Kms)	Inversión (MQtz)	%	2008 2009	2010 2011	2012 2013	2014 2015	2016 2017	
1	Ampliación Red de Gran Capacidad	1.1	386	3.104	12,9%	572	643	587	612	689
2	Acceso a Cabeceras Municipales	2.1	618	1.529	6,4%	718	811			
3	Mejora de la Conectividad de la Red	2.2	1.294	3.394	14,1%	368	334	790	917	986
4	Ampliación Sección Transversal	3.1	355	1.931	8,0%	335	478	371	361	387
5	Libramientos de Población	3.2	138	1.547	6,4%		255	399	446	446
6	Pavimentación redes Primaria y Secundaria	3.3	1.149	3.202	13,3%	435	323	668	791	984
7	Rehabilitación	3.4 y 3.5	1.859	2.536	10,6%	620	471	445	490	510
8	Plan de Seguridad Vial	4		400	1,7%		94	98	102	106
9	Fomento del Turismo	5	213	636	2,6%	87	105	176	146	122
10	Desarrollo Rural	7		700	2,9%	129	134	140	145	151
11	Mantenimiento (DGC)	8		1.464	6,1%	313	271	282	293	305
12	Participación Público-Privada	9	337	960	4,0%			320	320	320
13	Prevención de Emergencias Viales	10		500	2,1%	92	96	100	104	108
14	Gestión Vial	11		2.110	8,8%	412	395	399	433	471
TOTALES			6.349	24.012	100%	4.081	4.411	4.774	5.161	5.585

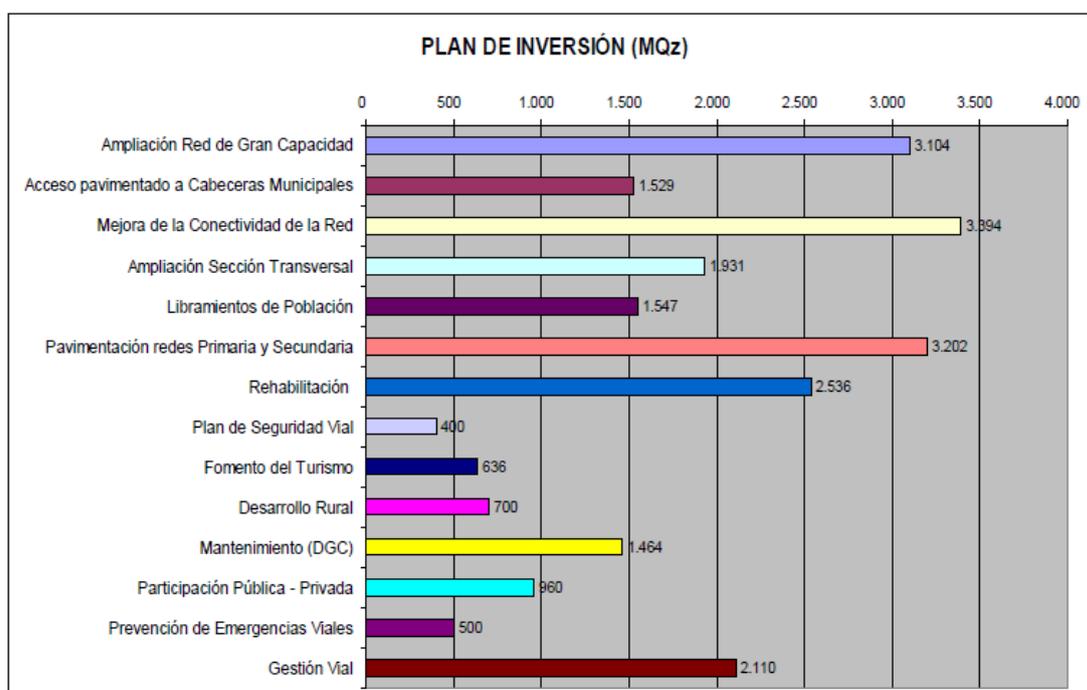


Gráfico 2. Inversión del PDV 2008 – 2017. Fuente: PDV 2008 – 2017

El Plan de Desarrollo Vial 2008 – 2017 presenta una cartera de proyectos entre los que destacan:

- las actuaciones de ampliación de la red de gran capacidad,
- la accesibilidad a las fronteras,
- los ejes estructurantes transversales y verticales,
- el acceso pavimentado a las cabeceras municipales
- la mejora de la conectividad de la red
- la ampliación de la sección transversal
- ejecución de libramientos en poblaciones que sufren una gran presión por el tráfico rodado que circula por el municipio
- la pavimentación de las redes primaria y secundaria

2.2 CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PDV 2007-2018

En el anterior PDV se establecieron diversas políticas para conseguir un objetivo; no se ha logrado llevar a cabo el 100% de lo programado en ninguno de los puntos; a continuación se explica brevemente las actuaciones llevadas a cabo y si están incorporadas en el presente Plan:

1. Conseguir la integración regional y suprarregional de la red de carreteras (conexión México-Salvador y Honduras-Belice).

Dentro de esta política se engloba la accesibilidad a las fronteras y los ejes estructurantes del territorio.

Accesibilidad a fronteras

- **Mejoramiento de los Accesos Fronterizos** que lo precisan, principalmente mediante la ampliación de plataforma de los tramos que tienen menos de 8,0 metros. Se mejoran las rutas siguientes:
 - **Con México:** CA-02-W (Frontera: El Carmen) y rehabilitación de algunos tramos de la CA-02-W-A (Tecún Umán): Se realizaron trabajos de ampliación.
 - **Con El Salvador:** CA-08 (Valle Nuevo) y CA-12 (Nueva Anguiatú): Se realizaron trabajos de ampliación.
 - **Con Honduras.** CA-13-Entre ríos (El Cinchado): Se realizaron trabajos de ampliación.
 - **Con Belice:** Melchor de Mencos
 - **CA-13.** Pavimentación de los tramos en terracería: Pendiente pavimentar 500m, se realizaron trabajos de pavimentación con carpeta de concreto asfáltico en 2 carriles.
 - **RD-PET-06.** (Conexiones): No se realizaron trabajos de pavimentación, se realizan trabajos de mantenimiento de terracería.

Ejes estructurantes transversales (Este-Oeste)

Se completa la pavimentación de los principales ejes transversales Este - Oeste, en la mitad septentrional del país, que se extienden a través de 7 Departamentos. Son los denominados en el Plan Puebla Panamá: Ruta Alternativa Corredor Atlántico (RN-7), Corredor de Integración Mx.- Gt.- Hond., también conocido como Franja Transversal Norte (FTN) y, parcialmente, el Corredor Turístico del Caribe.

Ejes estructurantes verticales (Norte-Sur)

Según el estudio del PDV, la anisotropía de la red en la dirección Norte-Sur, ocasionada por la disposición transversal de las cadenas montañosas, origina que el tiempo de viaje en estos trayectos sean muy superiores a otros similares, realizados en la dirección Este - Oeste. Se requería, en consecuencia, actuar sobre tramos de la red que mejoren la movilidad en la dirección Norte-Sur. Los dos corredores principales que, por capacidad estructurante, pueden contribuir a paliar este problema en la zona central y oriental del país:

- El primero está formado por la CA-13. Según el estudio era necesario trabajar el ensanche del tramo La Ruidosa- Río Dulce, en el cual se realizaron trabajos de reconstrucción del tramo en 2 carriles.
- El segundo corredor está formado por las rutas CA-14, RD-AV-09, RD-AV-09A y RD-PET-11. Actualmente se encuentra pavimentado con 2 carriles en todo el tramo, se realizan trabajos de mantenimiento por COVIAL y recapeo por la DGC.
- En la parte Occidental, proponía la se mejoran (ampliación de sección) los ejes Nebaj-Chajul-Barillas y Chicamán-Playa Grande. Con estos mejoramientos se establecerá la comunicación Norte-Sur, entre la FTN y la RN-07 dentro del Dpto. de Quiché, completando, al Norte, las actuaciones de conexión en este departamento ya descritas. Estos trabajos a la fecha están pendientes de realizar.

A continuación se presentan algunas de las principales actuaciones en este punto no mencionadas anteriormente:

- Se ha pavimentado parte de la carretera 7W-Occidente, quedan pendientes puente Río Chixoy a San Cristóbal Verapaz (27km).
- Los ejes Centroamericanos CA 02 Occidente está en fase de construcción y ampliación a 4 carriles desde Cocales hasta la frontera de Tecún Umán. Gran parte del resto de la carretera se encuentra deteriorado y necesita mantenimiento.
- El tramo de la carretera CA 02 desde el cruce de la autopista CA 09 Sur, hasta la ciudad de Pedro Alvarado (frontera con el Salvador) se realizaron trabajos de ampliación de sección desde el inicio llegando a Taxisco, de ahí hasta la frontera solo hay 2 secciones y el pavimento se encuentra en malas condiciones, se trabaja mantenimiento (bacheo).
- En la carretera CA 09 Norte, se realizaron trabajos de ampliación desde el Puente Belice (km 6) hasta Sanarate Km 55, desde ahí hasta el km 84 en cruce hacia Cobán y Puerto Barrios, se están realizando trabajos de ampliación de carretera.

En el nuevo PDV, esta política está representada en el plan de ejes logísticos y el de carreteras de acceso al país.

2. Libramientos a Cabeceras Municipales.

No se han realizado trabajos en las cabeceras proyectadas, sin embargo se han realizado actuaciones en las cabeceras Chimaltenango, Barberena, Las Rosas Salcajá y Periférico de Quetzaltenango.

Las demás pendientes de realizar a la fecha.

- CA-01W. San Francisco el Alto y San Cristóbal Totonicapán
- CA-02W. San Bernardo Suchitepéquez y Cuyotenango
- RN-01. Sololá, Panajachel, Salcajá y San Pedro Sacatepéquez (San Marcos)
- RN-09N. Huehuetenango y Chiantla RN-09S. San Sebastián Retalhuleu
- RN-14. Antigua Guatemala y Ciudad Vieja

- RN-15. Chichicastenango y Santa Cruz del Quiché RN-17. Salamá
- RN-19. Sanarate y Jalapa

El Anillo Metropolitano de la Ciudad de Guatemala, no ha podido concretarse su ejecución, debido a la falta de derecho de vía y que el estudio que se había realizado, en gran parte de su trazado ya se encuentra habitado.

En el PDV 2018-2032 se ha incluido un programa de libramientos de más de 170 km.

3. Entradas a cabeceras municipales

Se han realizado mejoramientos en muchas de las entradas de las cabeceras municipales programadas. Sin embargo, aún quedan varias pendientes de pavimentar que estaban incluidas en el plan.

El Anillo Metropolitano de la Ciudad de Guatemala, no ha podido concretarse su ejecución, debido a la falta de derecho de vía y que el estudio que se había realizado, en gran parte de su trazado ya se encuentra habitado.

En el presente PDV se ha desarrollado un programa de libramientos de más de 170km que incluye los libramientos no ejecutados y nuevas propuestas.

4. Modernizar y adaptar las carreteras a unas condiciones de seguridad y funcionalidad adecuadas.

Aún están pendientes los trabajos de ampliación a 4 carriles de las carreteras principales CA 01 Oriente y Occidente, que unen México con Salvador, y CA 09 que unen los puertos del Atlántico y Pacífico.

Queda pendiente trabajar en libramientos de cabeceras municipales para una movilidad continua en las rutas principales que utiliza el transporte pesado principalmente.

5. Impulsar el desarrollo Rural

Ha habido un incremento considerable en la extensión de la red de caminos rurales. Se ha pasado de 3,542 km, año 2006 a 4,398km actuales.

En el PDV 2018-2032 se ha desarrollado un plan de creación de nuevos caminos rurales.

6. Consolidar las políticas de mantenimiento y conservación de la red vial

Estas acciones las está ejecutando COVIAL en su plan de mantenimiento anual de la red vial y las emergencias e imprevistos.

Se ha incorporado un capítulo con propuestas de mejora a la gestión de COVIAL en el nuevo PDV.

7. Fomentar la participación privada en financiación y gestión de la red vial

Se está trabajando las autopista de acceso a la capital alterna a la calzada Aguilar Batres desde Amatitlán, también se concesiono la continuidad de la autopista CA 09S desde el km 63 hasta la entrada a Puerto Quetzal.

En el nuevo presupuesto del PDV, se ha planificado que aproximadamente un 30% de la inversión se realice a través de inversión privada.

8. Ampliación de la red de gran capacidad.

- **CA-01W.** El objetivo es proporcionar una vía de 4 carriles (o más) desde Ciudad de Guatemala hasta la intersección de Cuatro Caminos (Punto kilométrico 189). Además, resolver la compleja intersección de Cuatro Caminos con un Intercambiador. Incluye los tramos siguientes:
- **CA-02W.** Transformar a cuatro carriles desde Ciudad de Guatemala hasta la Intersección con la CITO-180. Incluye el libramiento de San Sebastián (Retalhuleu). **CA-01E.** Cuatro carriles desde Ciudad de Guatemala hasta El Molino. (Bifurcación CA-8). Tramo:
- **CA-02E.** Cuatro carriles desde Ciudad de Guatemala hasta Chiquimulilla (Intersección con RN-16).
- **CA-09N.** Cuatro carriles desde C. de Guatemala hasta El Rancho (Intersección. CA-14).
- **RN-01A.** Conectar con cuatro carriles la CA-01-W (Cuatro Caminos) con Quetzaltenango, uniendo con una vía de gran capacidad la segunda ciudad en población con Ciudad de Guatemala. Incluye el Libramiento de Salcajá.
- **CA-09N-A.** Conectar con cuatro carriles los puertos del Litoral Atlántico.

9. Desarrollo Turístico

Las actuaciones seleccionadas estaban dirigidas a mejorar la accesibilidad a tres tipos de emplazamientos: lugares de interés arqueológico, espacios naturales singulares (turismo activo), y a lugares de turismo lúdico, como zonas costeras y complejos de balnearios. Consisten, generalmente, en la pavimentación de rutas existentes de terracería, poco transitables y peligrosas, en especial en época de lluvias.

Tabla 4. Actuaciones propuestas en el PDV anterior para la mejoría de la red turística. Fuente: PDV 2008-2017

CUADRO 23. - LUGARES DE INTERES TURISTICO. ACTUACIONES				
RUTA	TRAMO	Long. (km)	Municipio	DPTO.
RD-AVE-07	Acceso a Semuc Champey.	12,0	Lanquín	Alta Verapaz
RD-AVE-01	Acceso a las Grutas del Rey Marcos.	4,0	San Juan Chamelco	Alta Verapaz
RD-AVE	Acceso al Pozo Vivo	12,0	Tactic	Alta Verapaz
RD-BVE-02	Acceso al Salto de Chilascó	11,0	Purulhá	Baja Verapaz
RD-CHI	Acceso a la laguna de Ipala.	2,5	Ipala	Chiquimula
RD-IZA-01	CA-09 Norte-Ruinas de Quiriguá	4,0	Amates	Izabal
RD-IZA	Santo Tomás de Castilla - Playa Punta de Palma	18,0	Puerto Barrios	Izabal
RD-PET	Acceso a la Laguna del Tigre	0,0	San Andrés	Petén
RD-PET-04	Acceso al sitio arqueológico de Yaxhá	8,0	Flores	Petén
RD-PET-3	Acceso al sitio arqueológico de Ceibal.	7,0	Sayaxché	Petén
RD-QUE	Acceso balneario Geroginas	5,0	Zunil	Quetzaltenango
RD-QUE	Acceso balneario Aguas Amargas	3,0	Zunil	Quetzaltenango
RD-SMA-28	RD- SMA-28, tramo: San Cristóbal Cucho - Balneario Agua Tibia	9,6	Lago Atitlán	San Marcos
RD-SRO-26	Acceso a la laguna del Pino.	4,0	Barberena	Santa Rosa
	Santiago Atitlán - San Pedro la Laguna	50,0	Lago Atitlán	Sololá

Según los datos disponibles, queda pendiente ejecutar prácticamente el 100% del programa.

10. Impulsar el Desarrollo Rural

En el PDV se recomendó estudiar la viabilidad de una ruta alterna a la CA-02E, con el fin de facilitar el transporte de caña de azúcar y simultáneamente mejorar la circulación en la CA-02. No se han visto avances de implementación a la fecha.

El PDV 2018-2032 incorpora un programa de desarrollo de caminos para beneficiar a la producción agrícola.

11. Consolidación de las políticas de mantenimiento y desarrollo de la red vial

Se había contemplado la implementación de siete nuevas estaciones de Control de Pesos y Dimensiones, además de las 4 en funcionamiento, no se ha realizado la implementación de ninguna.

El PDV 2018-2032 incluye un programa de control de pesos y dimensiones, en el cuál se quieren alcanzar las 30 estaciones de pesaje para lograr disminuir el deterioro producido por exceso de peso.

En el siguiente gráfico se presenta un resumen de qué actuaciones se han llevado a cabo. En total, se han ejecutado 1,512 km de 5,079 km de las actuaciones programadas (30%).

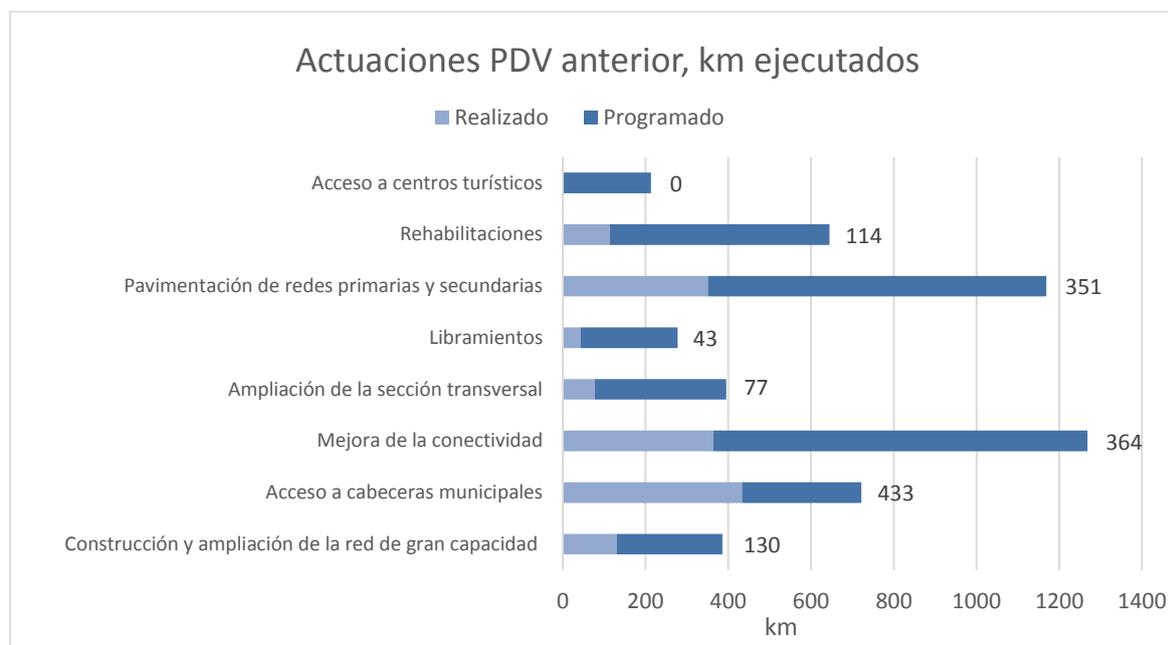


Gráfico 3. Resumen de las actuaciones llevadas a cabo del PDV 2008-2017. Fuente: DGC

2.3 OTROS PLANES VIGENTES

El PDV 2018 – 2032 también recoge actuaciones, programas y propuestas de un conjunto de otros planes vigentes:

- Proyecto Mesoamérica
- Plan Maestro Nacional de Transporte (1996)
- Plan Multimodal de Obras de Infraestructura de Transporte 2008 – 2015
- Plan Estratégico Nacional de Transportes de Cargas 2015 – 2030
- Programa Nacional de Transporte de Cargas
- Plan Nacional de Seguridad Vial
- Plan Nacional de Desarrollo K'atun Nuestra Guatemala 2032
- Plan Maestro de Turismo 2015 -2025
- Plan Estratégico de Turismo 2017 – 2024
- Plan Estratégico Institucional 2016 – 2023
- Plan estratégico de movilidad urbana sostenible en el área central de la república de Guatemala
- Proyecto de anillos periféricos para Ciudad de Guatemala
- Plan de recuperación vial nacional
- Estrategia Nacional de Caminos y Transporte en el Área Rural

3. OBJETIVOS Y CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PLAN DE DESARROLLO VIAL

3.1 DEFINICIÓN DE POLÍTICAS BÁSICAS

Los objetivos del Plan de Desarrollo Vial 2018 – 2032 se basan en el cumplimiento de las siguientes Políticas de Intervención:

- Conseguir la **integración regional y suprarregional** de la red de carreteras
- **Reducir la desigualdad en las oportunidades** de acceso a la red de carreteras y **mejorar su accesibilidad global** en todas las poblaciones
- Modernizar y adaptar las carreteras a unas **condiciones de seguridad y funcionalidad adecuadas**
- **Resolver los problemas graves de seguridad vial en los tramos de concentración de accidentes** de la red de carreteras
- **Fomentar el desarrollo turístico** con la mejora de la red vial
- **Respetar el Medio Ambiente y favorecer el desarrollo sostenible** de la Red de Carreteras
- **Adecuar los Caminos Rurales** para garantizar la accesibilidad de todos los núcleos de población a las cabeceras municipales y departamentales
- **Consolidar las políticas de Mantenimiento y Conservación de la red vial**
- **Fomentar la participación de recursos privados** en la construcción, conservación y gestión de las infraestructuras viales
- **Modernizar la Gestión de la red vial**, dotando a los organismos gestores de los medios técnicos que permitan un seguimiento adecuado de la planificación.

A partir de estas políticas se definen los principales objetivos de la consultoría:

- **Evaluar el cumplimiento del Plan de Infraestructura Vial 2007 – 2018 y las políticas, estrategias y planes existentes** en materia de transporte por carretera y estudiar posibles alternativas a éstas
- **Identificar una cartera de proyectos** a corto, mediano y largo plazo que respondan a las necesidades actuales y futuras, por medio de una planificación de escenarios, priorizando las inversiones, diseños y estudios del sistema de transporte del país. Principales campos de actuación:
 - Integración de la red vial del país dentro de la red vial regional
 - Aumentar la capacidad de los grandes ejes del país (ejes puerto a puerto y ejes transnacionales)
 - Programa de mejora de la red actual: ampliación de calzada, rehabilitaciones, programa de señalización y de mantenimiento de la red vial
 - Programa de libramientos en entorno urbanos y en zonas de congestión vehicular

- Acceso pavimentado a todas las cabeceras municipales y Programa especial en red de interés turístico.
- **Proponer proyectos de inversión** considerando el comercio exterior, las necesidades de conectividad y las agrupaciones sectoriales.
 - Programa de ejecución de obras a concesionar (análisis de oportunidades APP)
 - Buscar nuevas fuentes de financiación (tasa turística, aumentar la tasa al combustible, peaje para tránsito de vehículos extranjeros, peaje para los pesados realizando el trayecto entre puertos, ...)
- **Desarrollar una herramienta de priorización de inversiones en base al cálculo costo/beneficio de las actuaciones, que permita definir escenarios de demanda e inversión con una visión a largo plazo (2018 – 2032)**
- **Proporcionar la adecuada transferencia de tecnología al personal de la DGC** para futuras reformulaciones del PDV

3.2 FLUJOGRAMA METODOLÓGICO DEL PDV

El desarrollo del PDV 2018 – 2032 sigue una metodología concreta, presentada en la siguiente figura.

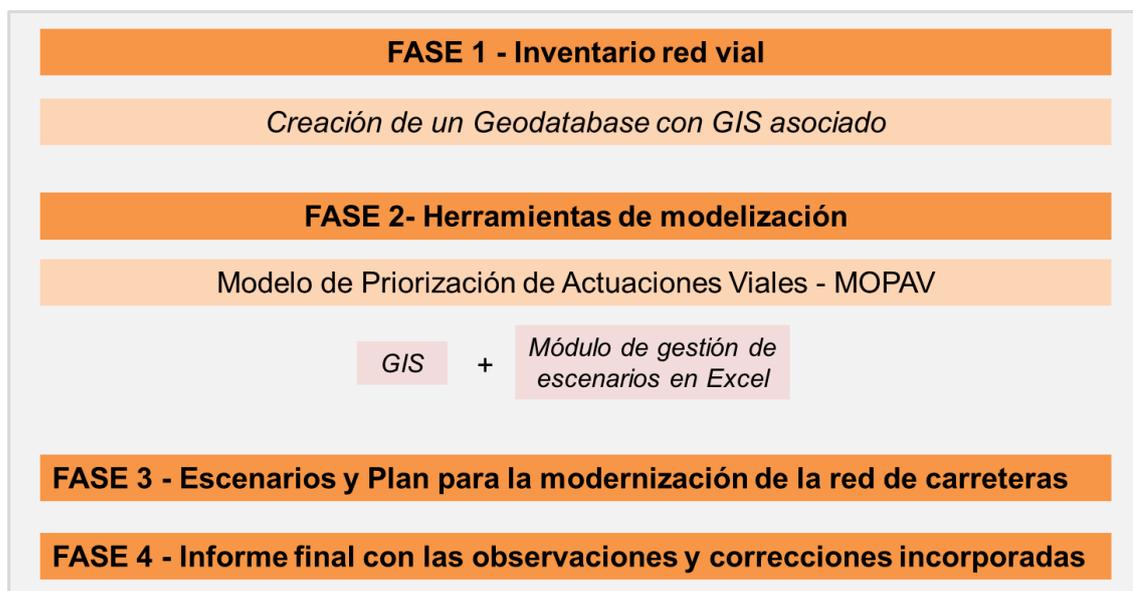


Figura 1. Flujograma metodológico del PDV 2018 – 2032. Fuente: Elaboración propia.

En la Fase 1 se realiza el inventario de la red vial actual en el que se caracteriza cada uno de los tramos que configura la malla vial del país. Así, se indican, entre otros, el número de carriles, su anchura, longitud del tramo, IRI, PCI... Toda esta información se incorpora en un Geodatabase, obteniendo un sistema GIS que representa geográficamente la información recogida en el inventario.

En la Fase 2 se procede a crear la herramienta de modelación, llamada Modelo de Priorización de Actuaciones Viales – MOPAV.

Esta herramienta permite definir escenarios, calcular costos e impactos de las propuestas y priorizar actuaciones en función de unos criterios previamente establecidos por el usuario. El MOPAV se compone de un módulo de gestión de escenarios en Excel (que incorpora el inventario realizado en la Fase 1 y en el que se desarrollan todos los cálculos) y de un sistema GIS asociado que permite visualizar los resultados.

En la Fase 3 se definen los escenarios del PDV y se obtienen los resultados que permiten definir el PDV para la modernización de la red de carreteras del país.

En la Fase 4 se elabora el Informe final del PDV de acuerdo con los resultados obtenidos en la Fase 3 y con las observaciones y correcciones solicitados por los técnicos de la DGC.

3.3 HORIZONTE TEMPORAL

El Plan presenta actuaciones a ser implantadas entre los años 2018 y 2032.

3.4 TIPO DE PROYECTOS

Los principales proyectos presentados giran alrededor de los siguientes aspectos:

- Aumentar la capacidad de las vías de los ejes supranacionales y de la red primaria y secundaria;
- Mejorar las condiciones de seguridad vial de la red;
- Mejorar la accesibilidad y la conectividad de la red (pavimentación y mejora de la red terciaria, pavimentación de los accesos a las principales cabeceras municipales, entre otros);
- Ejecutar libramientos en poblaciones que sufren una gran presión por el tráfico rodado que circula por el municipio;
- Determinar programas de mantenimiento ordinario y extraordinario;
- Mejorar el acceso a las zonas turísticas del país;
- Programa de caminos rurales;
- Ejecución de anillos en Ciudad de Guatemala, urbanización de las áreas periféricas e inserción de las travesías en la malla urbana;
- Implantar sistemas de drenaje en los tramos de carretera con mayores precipitaciones promedio anuales;
- Desarrollar un programa de control de pesos y concesiones;
- Identificar proyectos y tramos de carreteras que pueden formar integrar un programa de concesiones y de APPs.

4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED VIAL

4.1 INVENTARIO DE LA CONDICIÓN DE LA RED VIAL DE GUATEMALA

4.1.1 Condición de la red vial

Según los últimos registros de la Dirección General de Caminos del total de 17,211 kilómetros que componen la Red Vial de Guatemala, 7,457 kilómetros están asfaltados, lo que supone un 43.33% del total. Esta cantidad de carreteras asfaltadas supone un aumento de 1,039 kilómetros desde la elaboración del PDV 2008-2017.

Tabla 5. Composición de la red vial según tipo de rodadura

Clasificación	Pavimento (km.)	Terracería (km.)	Total (km.)
Centroamericanas	2,144	0	2,144
Rutas nacionales	1,903	1,009	2,912
Rutas departamentales	3,410	4,303	7,713
Caminos Rurales	0	4,443	4,443
			17,212

4.1.2 Inventario de la condición superficial de la red vial

El inventario de condición de la red vial se realizó por medio de una aplicación instalada en dispositivos móviles (celular, tablet, etc.). Los dispositivos móviles se fijaron en automóviles que recorrieron la red vial de Guatemala. El funcionamiento de esta aplicación se basa en el registro de las vibraciones del automóvil, la cual se intensifica a medida que pasa por daños en la carretera haciéndose más fuerte la vibración en carreteras con daños mayores. Con la información recolectada en campo la aplicación realiza una estimación del IRI (*International Roughness Index*) de la carretera evaluada.

Es importante mencionar que la medición del IRI por medio de esta metodología debe homologarse mediante las calibraciones que se realizaron con un patrón con IRI conocido para asegurarnos de tener valores cercanos a los producidos con una medición con perfilómetro de precisión. Si quisiéramos posicionar la información generada según la clasificación definida por el Banco Mundial, la medición realizada con esta metodología se encontraría en la Clase 3.

La clasificación de las mediciones del IRI según el Banco Mundial es la siguiente:

- Clase 1: Perfilómetros de precisión (MLP-ARAN-DMLP-WALKING PROFILER)
- Clase 2: Medición de perfil de menor precisión. (Inferior a la Clase 1) Nivel y mira
- Clase 3: Estimación mediante correlaciones. (Tipo Respuesta calibrados, MIS-4)
- Clase 4: Evaluación subjetiva. Una persona con mucha experiencia y tipo respuesta no calibrado.

Por medio de esta tecnología fue posible recorrer todas las carreteras en un lapso corto de tiempo y poder obtener resultados razonables y actualizados de la condición de la red vial para la elaboración del Plan de Desarrollo Vial 2018 – 2032.

Posterior a la estimación del IRI se utilizaron varios algoritmos que realizaron la correlación entre el IRI y el PCI (Pavement Condition Index). Se buscaron varias referencias bibliográficas y se decidió utilizar los algoritmos definidos en el estudio *“Predicting Pavement Condition Index Using International*

Roughness Index in a Dense Urban Area”, que define los algoritmos de correlación para determinar el PCI a partir del valor IRI de una carretera.

Tabla 6. Algoritmos de correlación PCI - IRI. Fuente: Predicting Pavement Condition Index Using International Roughness Index in a Dense Urban Area

Pavement Type	Model Equation	R ²	ANOVA	
			F - value	p-value
Asphalt	$PCI_{ASP} = -0.224(IRI_{ASP}) + 120.02$	0.82	391.98	0.00
Composite	$PCI_{COM} = -0.203(IRI_{COM}) + 113.73$	0.75	258.50	0.00
Concrete	$PCI_{CON} = -0.172(IRI_{CON}) + 110.01$	0.72	140.75	0.00

Aunque no suele utilizarse el IRI para evaluar la condición de los caminos no pavimentados, fue necesario definir los parámetros necesarios para realizar una evaluación y categorización del estado de la red vial no pavimentada. Con el objetivo de tener una base técnica conocida y aceptada en la región se utilizó la clasificación general definida por el Banco Mundial, en la cual define rangos de IRI de acuerdo a la condición y tipo de superficie.

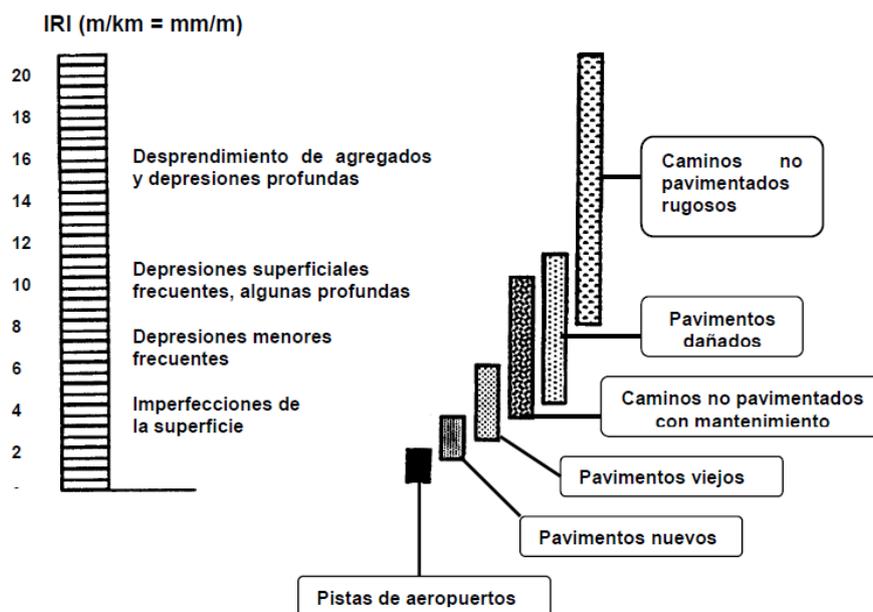


Figura 2. IRI según la tipología de la carretera

En la gráfica se puede observar que una carretera en buenas condiciones “caminos no pavimentados con mantenimiento” el valor del IRI se estima en 3.5 y para caminos no pavimentados rugosos el IRI podría pasarse de 20. En base a estos parámetros se definió un algoritmo de correlación entre el IRI y PCI para caminos no pavimentados. El resultado fue la siguiente fórmula:

$$PCI = -5.7143 IRI + 120$$

PCI: Índice de condición

IRI: índice de regularidad internacional (m/km)

El objetivo final de obtener el PCI de la red vial es tener un parámetro uniforme en el cual se pueda comparar y categorizar el estado de la red vial. Según la metodología del PCI, de acuerdo al valor

obtenido que puede variar entre 0 el camino totalmente fallado y el 100 para los caminos que se encuentran en perfectas condiciones, según la tabla siguiente.

Tabla 7. Estado de la carretera en función del valor del PCI. Fuente: elaboración propia

Rangos de valores del PCI	Clasificación
0-10	Deteriorado o fallado
10-25	Muy Malo
25-40	Malo
40-55	Regular
55-70	Bueno
70-85	Muy bueno
85-100	Excelente

La red vial registrada de Guatemala según la DGC suma 17,211 kilómetros. El último registro de evaluación de la condición de la red vial por medio de la metodología PCI fue proporcionado por la Unidad de Conservación Vial (COVIAL), que fue realizada en el año 2,015. Esta evaluación se realizó en 5,690 kilómetros de carretera.

Para poder tener resultados actualizados de la condición de la red vial, durante el análisis y reformulación del presente Plan de Desarrollo Vial se realizó una nueva evaluación y que se utilizó como base la red vial pavimentada registrada en los registros actuales de la Dirección General de Caminos, y la red vial en mantenimiento COVIAL del año 2018, haciendo una extrapolación en función del número de kms con IRI similar. Aunque este inventario no cubre la totalidad de la red vial registrada nos da un indicador general de la condición de la red vial de Guatemala.

El inventario de condición se realizó en 11,348 kilómetros de carreteras, de las cuales 7,657 constituyen carreteras pavimentadas, de acuerdo a la siguiente distribución:



Gráfico 4. Clasificación de la red vial por condición. Fuente elaboración propia

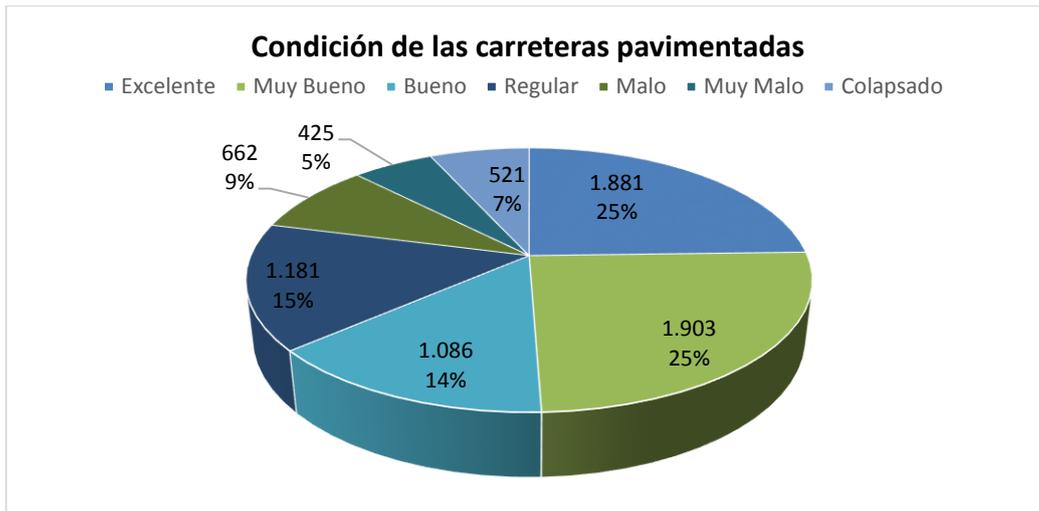


Gráfico 5. Clasificación de la red pavimentada por estado. Fuente elaboración propia

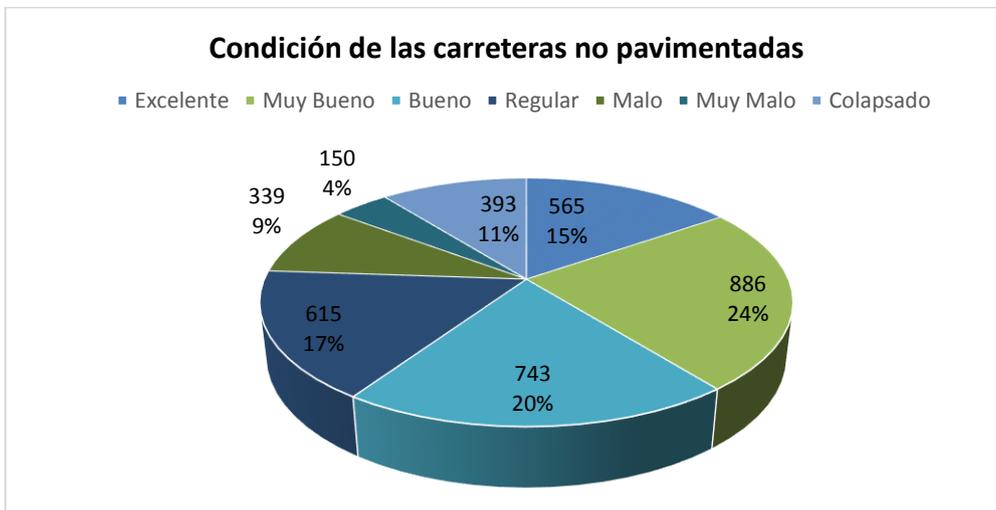


Gráfico 6. Clasificación de la red no pavimentada por estado. Fuente elaboración propia

De acuerdo a los últimos registros de la Dirección General de Caminos, la red vial registrada está constituida por 7,457 kilómetros de carreteras pavimentadas y 9,754 kilómetros de carreteras no pavimentadas. Esta cobertura permite saber la condición actual de la red vial ya que se tiene la muestra del 100% de las carreteras pavimentadas y un 37.83 % de las carreteras no pavimentadas. La condición de las carreteras no pavimentada es muy variable con respecto al tiempo, ya que si se visitan en verano pueden ser muy diferentes a las condiciones en invierno y otros factores tales como la fecha en que se le dio mantenimiento rutinario.

A continuación, se muestra la condición de la red vial de acuerdo a la categoría de la carretera.

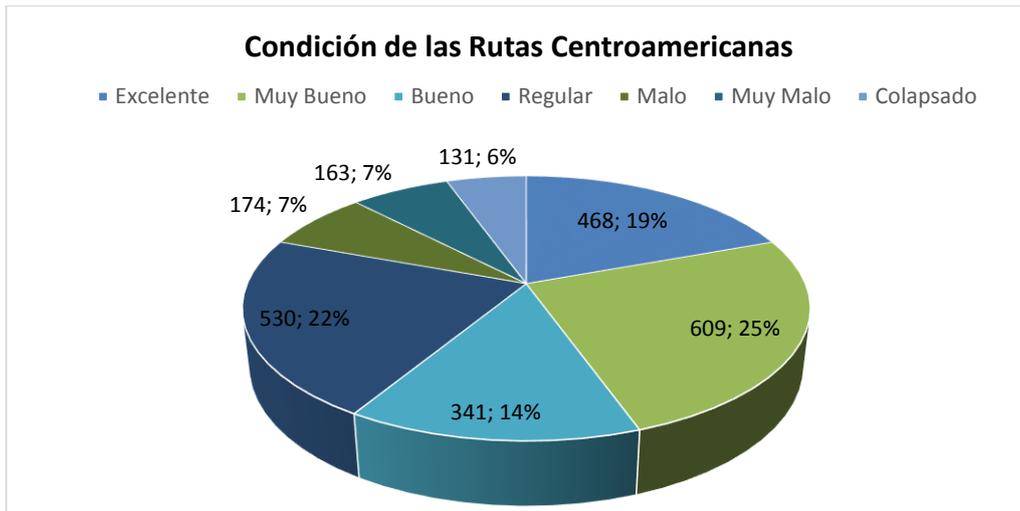


Gráfico 7. Estado de las rutas centroamericanas. Fuente elaboración propia

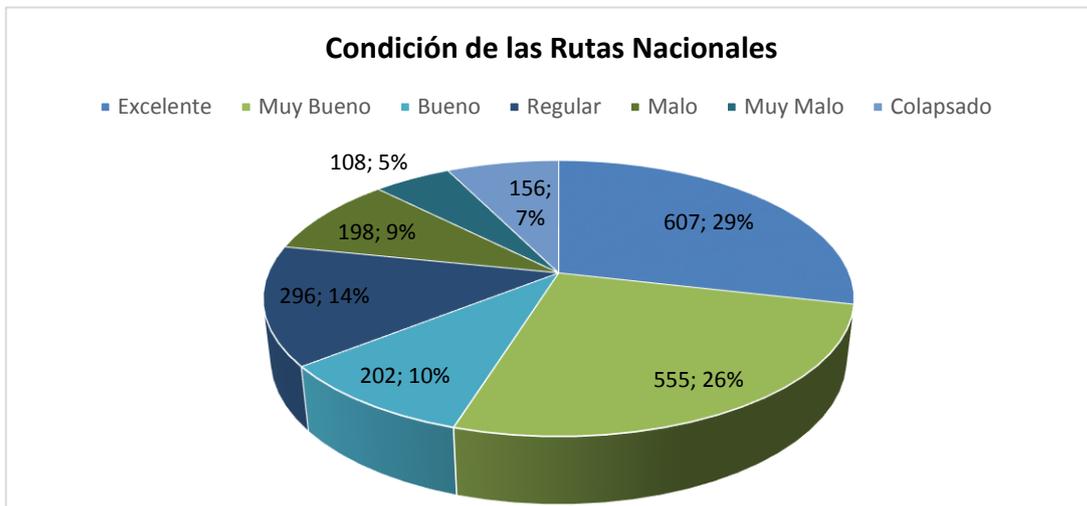


Gráfico 8. Estado de las rutas nacionales. Fuente elaboración propia

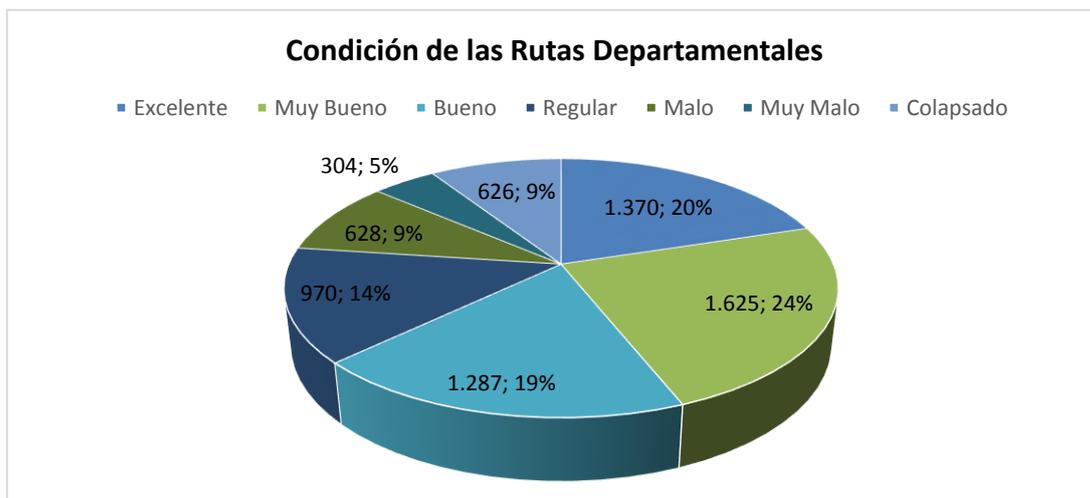


Gráfico 9. Estado de las rutas departamentales. Fuente elaboración propia

Como se puede observar en las gráficas, la tendencia de estado es similar en las principales categorías de la red vial. Es importante mencionar que las rutas centroamericanas en su totalidad están

pavimentadas y que son de importancia a nivel nacional y que, según los resultados de la evaluación, son aproximadamente 264 kilómetros de carreteras que se encuentran en la condición “Muy Malo” y “Colapsado”, carreteras que deben tener prioridad en los planes de rehabilitación (recaqueo) y reconstrucción en función además del uso que se les da a las mismas (tráfico).

Tabla 8. Intervención necesaria según el PCI de la vía

PCI	Intervención necesaria (Sugerida)
80-100	Mantenimiento preventivo
60-80	Mantenimiento menor (Bacheo superficial, sello de grietas)
40-60	Mantenimiento mayor (Bacheo mayor)
20-40	Rehabilitación del pavimento (Recaqueo)
0-20	Reconstrucción del pavimento

4.2 CATÁLOGO ACTUAL DE LA RED

La Red Vial de la República de Guatemala está conformada por 17,211 kilómetros de carreteras, de las cuales 4,442 kilómetros corresponden a Caminos Rurales. En el cuadro adjunto se presenta su división por Regiones y Departamentos en 2018.

Esta red está dividida según tres tipos de rutas: Centroamericanas/Nacional/Departamentales, a las que habría que añadir los Caminos Rurales de conexión entre aldeas. Esta primera clasificación data ya de los años 30 y 40 cuando comienzan a construirse las rutas centroamericanas y se establece la Ley de Derecho de vía de 1942 en la que se establecen las distancias a mantener en la red de carreteras y en la que se utiliza ya esta denominación.

En el Anexo correspondiente se presentan los tramos que conforman la Red Centroamericana, Nacional, Departamental y Caminos Rurales, que se definen de acuerdo con los siguientes criterios:

Centroamericanas (2,144 kilómetros)

- Unen la capital con fronteras o desde otra ruta centroamericana.
- Unen puertos de importancia desde la capital o desde otra ruta centroamericana.
- Atraviesan longitudinalmente o transversalmente la república.
- Reúnen las mejores condiciones de diseño que la topografía les permite.
- Derecho de vía: 25.00 mts. (12.50 mts. de cada lado de la línea central); área de reserva: 80.00 mts. (40.00 mts. de cada lado de la línea central).

Nacionales (2,911 kilómetros)

- A esta cifra hay que añadir los 347 km de la Franja Transversal Norte (FTN)
- Une cabeceras departamentales.
- Une rutas centroamericanas, con cabeceras departamentales.
- Conecta rutas centroamericanas
- Une rutas centroamericanas con puertos de importancia comercial para el país.
- Red auxiliar de las rutas centroamericanas.
- Derecho de vía: 25.00 mts. (12.50 mts. de cada lado de la línea central); área de reserva: 80.00 mts. (40.00 mts. de cada lado de la línea central).

Departamentales (7,712 kilómetros)

- Interconecta cabeceras departamentales. Unen cabeceras departamentales entre sí.

- Une cabeceras municipales con rutas centroamericanas o rutas nacionales u otras departamentales.
- Derecho de vía: 20.00 mts. (10.00 mts. de cada lado de la línea central).

Cada uno de los anteriores, son suficientes por sí mismos para dar categoría de ruta departamental a una carretera.

- Une rutas nacionales (rn).
- Une rutas centroamericanas o nacionales con litorales. Longitud mayor de 20 kms.
- Tránsito diario mayor de 200 vehículos. Importancia turística.

De los anteriores, tiene que cumplir con dos criterios por lo menos para ser ruta departamental.

Caminos Rurales (4,442 kilómetros)

- Interconectan las comunidades rurales de los correspondientes municipios.

4.3 CAPACIDAD DE LA RED DE CARRETERAS

4.3.1 Tránsito Promedio Diario Anual - TPDA

El diagnóstico debe referirse inicialmente a la escasez y limitaciones que supone para un análisis detallado de la Red Vial los datos existentes sobre volúmenes de tráfico; sólo se tienen datos parciales temporales (para 12 horas de conteo de 06h00 a 18h00) y espaciales (en una parte de la Red Vial y no en todos sus itinerarios).

Para dar solución a las limitaciones espaciales se ha procedido a asignar un valor de la TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) a todos los tramos sin aforo a partir del siguiente procedimiento:

- En el caso de tramos sin aforos comprendidos entre dos tramos que sí disponen de aforos, se procede a asignarle a este tramo un valor de TPDA que dé continuidad a los 2 tramos entre los que se encuentra;
- En el caso de tramos sin aforos que no están comprendidos entre dos tramos que sí disponen de aforos, se calcula para cada departamento y para cada jerarquía de vía un valor medio de TPDA por km y se aplica este valor en el tramo analizado. Así, para cada departamento se obtienen 3 valores medios de TPDA por km (para las vías primarias, secundarias y terciarias).

Además, la inexistencia de Estaciones Permanentes o Fijas de Aforos obliga a manejar los datos de 12 horas frente a TPDA reales cuya obtención precisaría de datos relativos al día completo, y a su variación semanal y estacional en puntos diferentes de la Red Vial.

Para poder proceder a análisis reales del tránsito en la Red Vial del país, se ha transformado la TPDA de 12h a la TPDA real de 24 horas. La comparación de la curva de distribución del tránsito entre las 6h00 y las 18h00 de algunas carreteras del país con otras carreteras con aforos de 24 horas que presentan curvas de distribución similares entre las 6h00 y las 18h00 ha permitido obtener un factor de tránsito de 12 horas para pasar de TPDA de 12 horas a TPDA de 24 horas. El factor empleado es de 1.4, lo que indica que el tránsito entre las 6h00 y las 18h00 representa el 71% del tránsito total y que por lo tanto el tránsito entre las 18h00 y las 6h00 representa el 29% del total.

En el mapa siguiente se presenta la distribución obtenida a partir de la aplicación de las consideraciones anteriores. En él se observa que existen pocas vías con una TPDA superior a 20,000 vehículos/día: apenas el 8.7% de vías primarias y el 1.7% de vías secundarias presentan estos niveles de TPDA. Del mismo modo, y aunque la proporción sea superior, tampoco existen muchas vías con un TPDA entre 10,000 y 20,000 vehículos/día (17.2% para vías primarias y 5.3% para vías secundarias). Estos serían a priori los tramos de la red que ya estarían necesitando una duplicación de la calzada, considerando que a partir de los 10,000 vehículos/día se considera razonable plantear una duplicación de la vía. El intervalo comprendido entre los 5,000 y los 10,000 vehículos/día comprende el 27.5% de la red primaria y el 12% de la red secundaria. Las carreteras clasificadas en este intervalo resultan de especial interés ya que es posible que, una vez realizadas las estimaciones de crecimiento de tránsito en el horizonte del PDV, buena parte de ellas presenten TPDA estimados superiores a 10,000 vehículos/día y precisen, por lo tanto, de una duplicación de la vía. Finalmente, se observa que la mayoría de vías presentan TPDA inferiores a 5,000 veh/día (46.6% de la red primaria y 80.9% de la red secundaria).

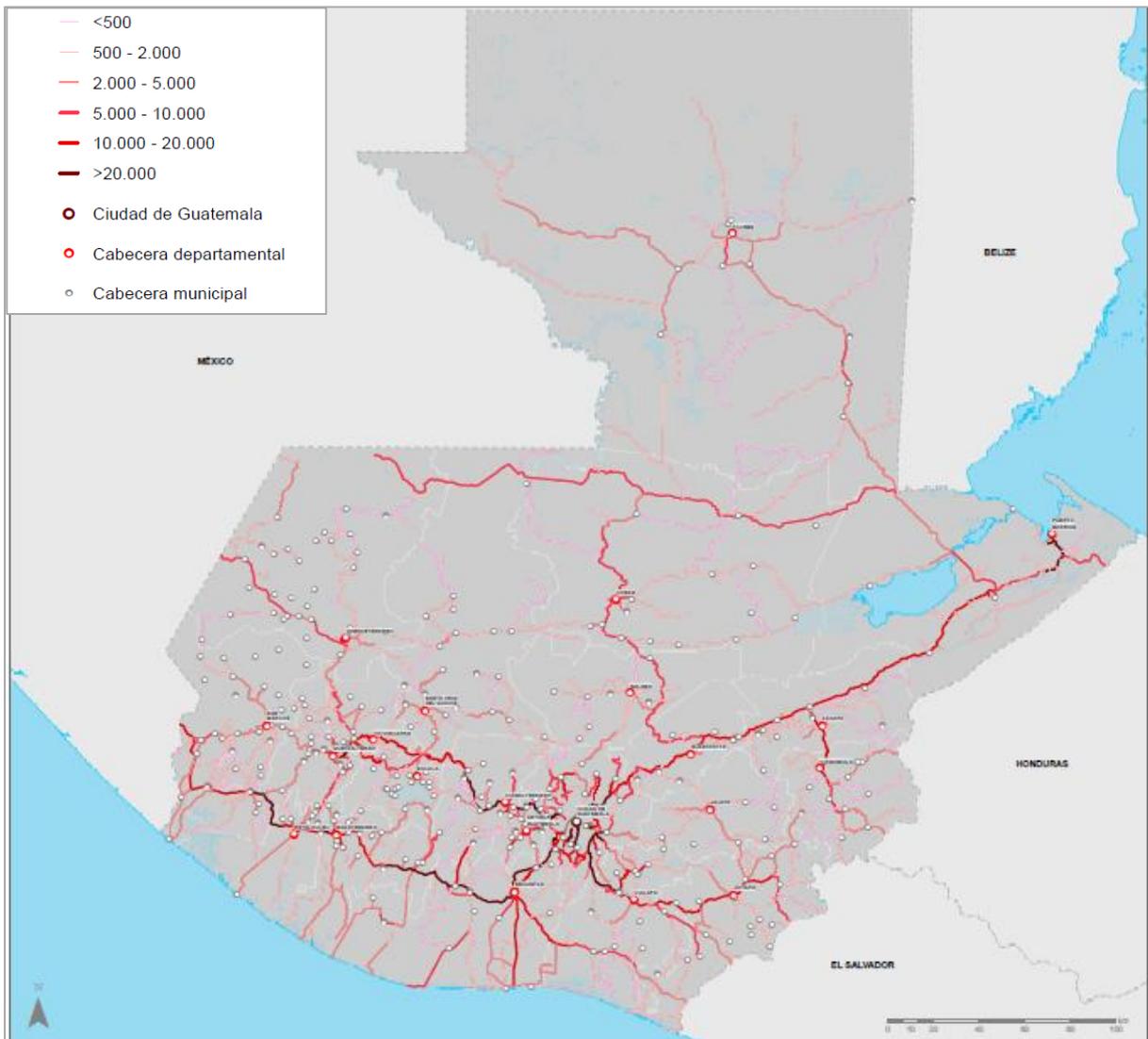


Figura 3. Tránsito Promedio Diario Anual actual en la red vial de Guatemala. Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que los datos de aforos vehiculares aportados por la DGC presentan una distribución vehicular, permitiendo diferenciar los vehículos livianos de los pesados (camiones, cabezales, buses y

autobuses de más de 12-15 metros de longitud). Los vehículos pesados representan aproximadamente entre el 15-20% de la flota del país, pero su circulación tiene un impacto importante en el estado del pavimento.

4.3.2 La accesibilidad de la red vial

4.3.2.1 Velocidad de circulación en la red vial

Según estimaciones del Consejo Privado de Competitividad (Fundesa 2017), la velocidad promedio a la cual se desplaza una persona o un producto en las principales carreteras de Guatemala se redujo de 58 kilómetros por hora en el año 2000 a 37 kilómetros por hora en 2017, una pérdida de 36.2 por ciento de velocidad en 17 años. La pérdida de velocidad en las carreteras se traduce en un conjunto de externalidades que afectan, entre otros, los costos de los productos.

En este sentido, y de acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo – BID, el congestionamiento vial en las ciudades aumenta en 12% el tiempo de traslados de las mercancías. Los trayectos que pasan por Ciudad de Guatemala, que concentra el 45% del parque vehicular del país, y donde habitan entre 4 y 5 millones de habitantes, registran retrasos adicionales, afectando tanto a las actividades comerciales como al tiempo de traslado de la población.

4.3.2.2 Principales zonas de congestión

A partir del inventario realizado se han localizado los tramos de la red de carreteras que se ven afectadas por congestión del tráfico. Las horas de mayor circulación de vehículos, y por lo tanto en las que se registran mayores intensidades, se corresponden al periodo comprendido entre las 8h00 y las 9h00 de la mañana y alrededor de las 19h00.

A rasgos generales, los puntos de congestión de la red coinciden con las vías de acceso a los puertos, aeropuertos y núcleos urbanos más importantes. A continuación se listan los ejes más conflictivos:

- Carretera desde Retalhuleu a Champerico: este corredor presenta una saturación importante (CA-09 Sur).
- CA-02 Este y Oeste: esta carretera une Méjico y Honduras atravesando el país con un trazado paralelo a la costa, presenta una intensidad alta de tráfico.
- Ciudad de Guatemala: todas sus entradas y centro de la ciudad presentan un alto grado de congestión. Explicado con mayor detalle en el apartado siguiente.
- Acceso al puesto fronterizo de San Cristóbal: la carretera desde Jalapa y Jutiapa hasta la frontera dispone de una intensidad de tráfico importante. Explicado con mayor detalle en el apartado siguiente.
- CA-9 alrededor del lago Izabal-acceso a San Felipe.
- Entradas a las ciudades de Cobán y Huehuetenango.
- Tramo de conexión entre Quetzaltenango y Retalhuleu. (CITO-180)

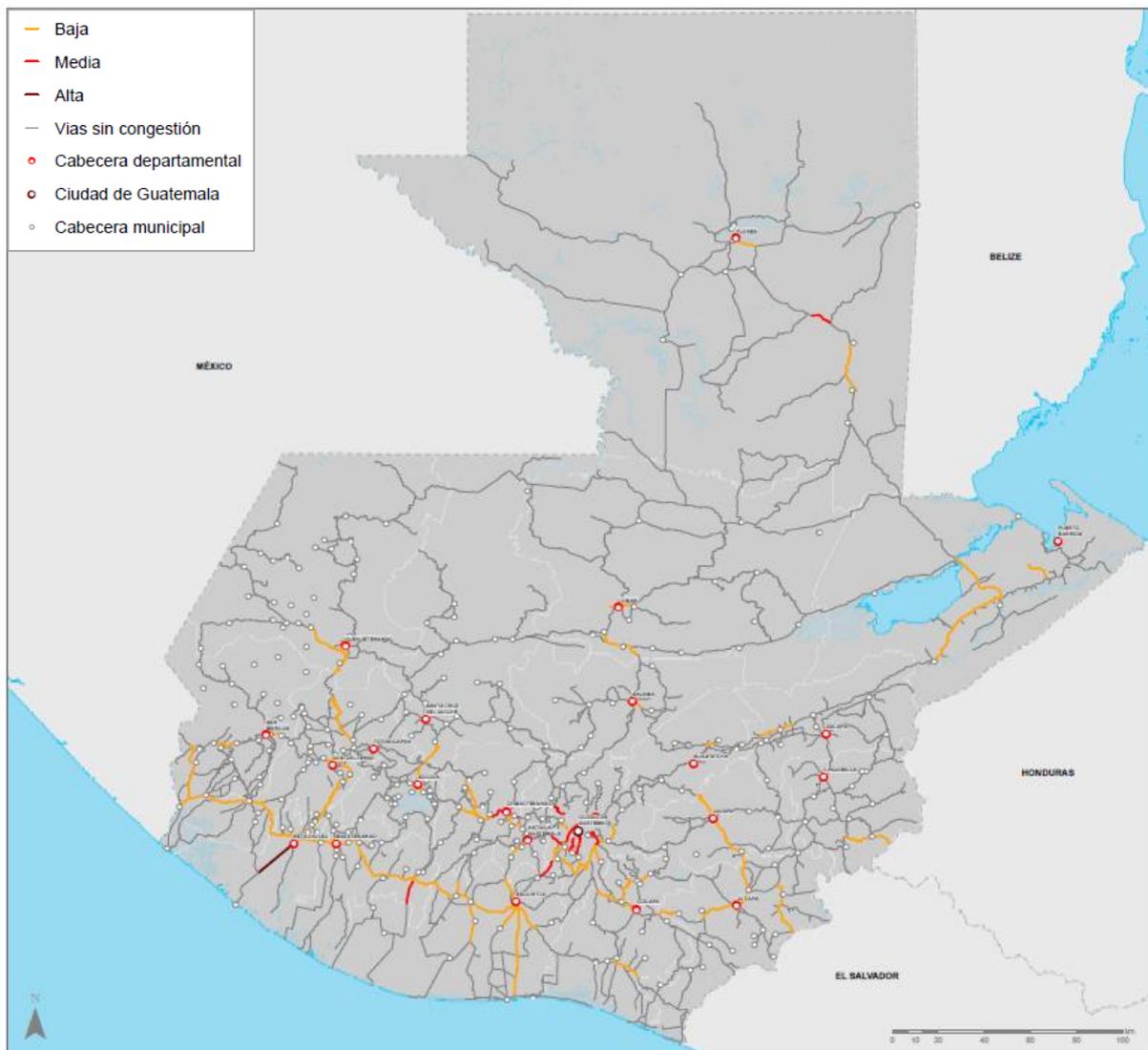


Figura 4. Zonas de congestión vial en la red vial de Guatemala. Fuente: Elaboración propia

4.3.2.3 Análisis de la accesibilidad en el caso de Ciudad de Guatemala

En Ciudad de Guatemala se intersecan las principales carreteras de la República, convirtiéndose estas en cuatro entradas y salidas que dan acceso a la ciudad. El dinamismo diario de la ciudad, originado por la gran concentración de actividades comerciales, servicios e industriales que generan un gran número de desplazamientos internos y externos (muchas personas se desplazan diariamente para realizar sus actividades laborales o económicas), provoca que cada vez sea más frecuente la congestión del tránsito.

Según la Policía Municipal de Tránsito de Ciudad de Guatemala, debido al aumento del número de vehículos, en 2018 se habrá tardado entre 15 y 25 minutos más para llegar al destino.

Los cuatro accesos más congestionados de acceso a Guatemala son:

- Villa Nueva hacia Aguilar Batres
- San Lucas Sacatepéquez hacia Mixco
- Carretera al Atlántica hacia Calle Martí
- Carretera El Salvador hacia Ciudad de Guatemala

4.3.2.4 Análisis de la accesibilidad en los puertos y aeropuertos

- Puertos

En el Plan Nacional de Logística de cargas – PENLOG (2015 – 2025), se caracterizan los principales puertos del país, especificando el segmento de carga movilizada, así como sus condiciones de acceso.

- **Puerto Quetzal** es el puerto más importante en movimiento de graneles del país, pero moviliza también casi un 34% del total de contenedores. Es el puerto principal para la exportación de azúcar. Sufre problemas de congestión en sus accesos viales y se tiene previsto instalar una garita de control de flujo de entrada y salida. Recibe cruceros.
- **Puerto Santo Tomás de Castilla** es un puerto principalmente de contenedores gestionado por el sector privado, se usa para las exportaciones de café y cardamomo. Moviliza el 42% de la carga contenedorizada y es el puerto más eficiente del sistema portuario nacional. Accesible desde la CA-09.
- **Puerto Barrios** nació como puerto bananero y es utilizado igualmente para melones y sandías, gran parte en contenedores (22% del tráfico). Es un puerto privado sin gran atractivo para grandes operadores turísticos. Accesible desde la CA-09.

- Aeropuertos

El principal aeropuerto de carga es el **Aeropuerto La Aurora de Ciudad de Guatemala**. Además, está dimensionado para mover 2 millones de pasajeros por año. La Aurora se encuentra adyacente a una zona industrial y, de crearse un acceso más directo entre la misma y el aeropuerto, habría la posibilidad de desarrollar una segunda línea de carga en esta zona y optimizar la operativa de carga.

4.4 LOS ACCIDENTES EN LA RED VIAL

Según datos del Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito, en 2017 fallecieron 1,546 personas y se contabilizaron 7,398 lesionados en 6,007 accidentes viarios. Así, en Guatemala hay **4 fallecidos al día** en accidentes viarios.



Gráfico 10. Siniestralidad en 2017. Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito - ONST

El Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito indica que en 2016 se registraron un total de 8.101 accidentes de tránsito, la cifra más elevada en los últimos 10 años. Observando datos históricos, se comprueba que desde 2014 se ha experimentado un aumento de accidentes de tránsito de aproximadamente el 40%.

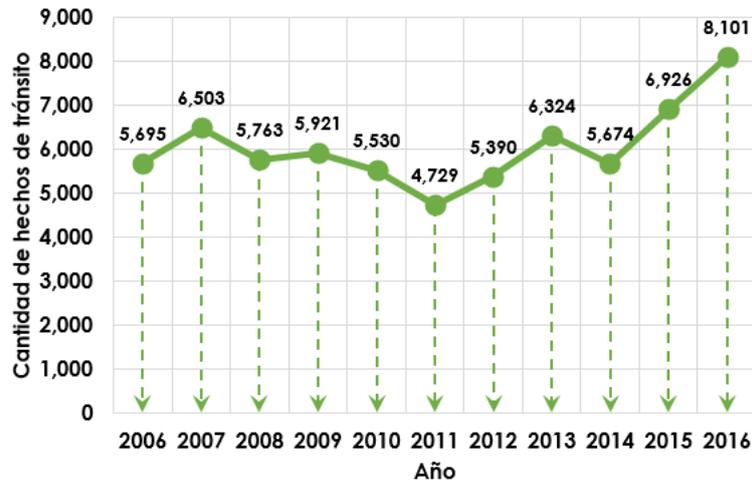


Gráfico 11. Accidentes de tránsito en Guatemala entre 2006 – 2016 Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito – ONST

En cuanto al número de víctimas, en 2016 se registró el mayor número de víctimas de los últimos 10 años, llegando a las 11,861 víctimas. En ese mismo año se registraron 9,803 lesionados y 2,058 fallecidos, el mayor número de lesionados y de víctimas mortales de los últimos 10 años.

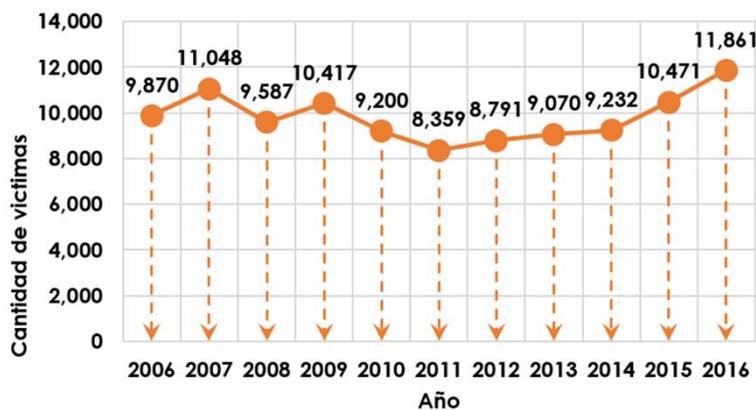


Gráfico 12. Víctimas en accidentes de tránsito en Guatemala entre 2006 – 2016 Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito – ONST

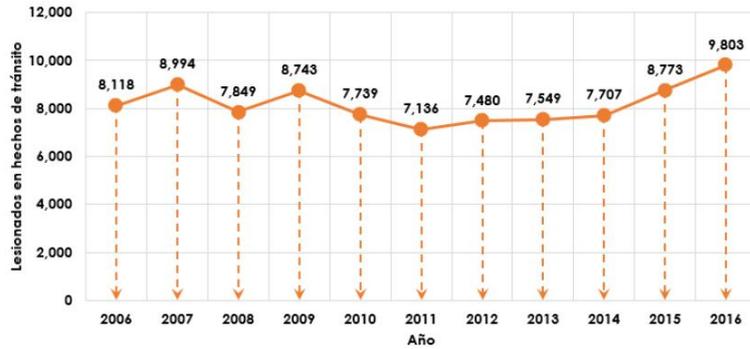


Gráfico 13. . Lesionados en accidentes de tránsito en Guatemala entre 2006 – 2016 Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito – ONST

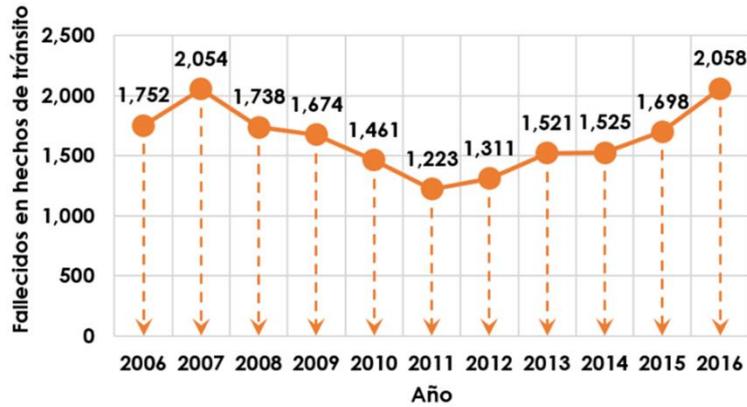


Gráfico 14. Fallecidos en accidentes de tránsito en Guatemala entre 2006 – 2016 Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito - ONST

El departamento de Guatemala concentró en 2017 el 36% de accidentes, el 33% de los lesionados y el 25% de los fallecidos del país.

El segundo departamento con mayor siniestralidad es el de Escuintla, que concentra el 8% de accidentes y lesionados del país así como el 12% de fallecidos.

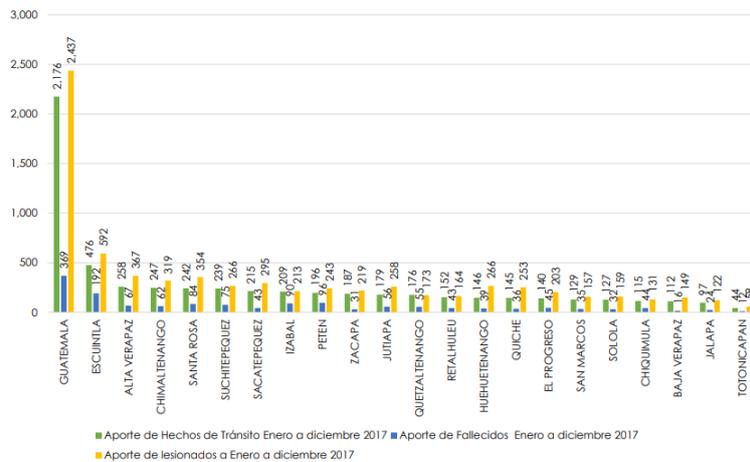


Gráfico 15. Distribución de la siniestralidad vial por departamento en 2017. Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito - ONST

4.4.1 Tramos de concentración de accidentes

El 62% de los accidentes de 2017 se produjeron dentro de zonas urbanas, frente al 37% que se produjeron en rutas.

Las rutas que concentraron una mayor siniestralidad fueron:

- CA-01 (13% de los accidentes),
- CA-09 Norte (12%),
- CA-09 Sur (10%),
- CA-02 Occidente (8%),
- CA-01 Oriente (7%)

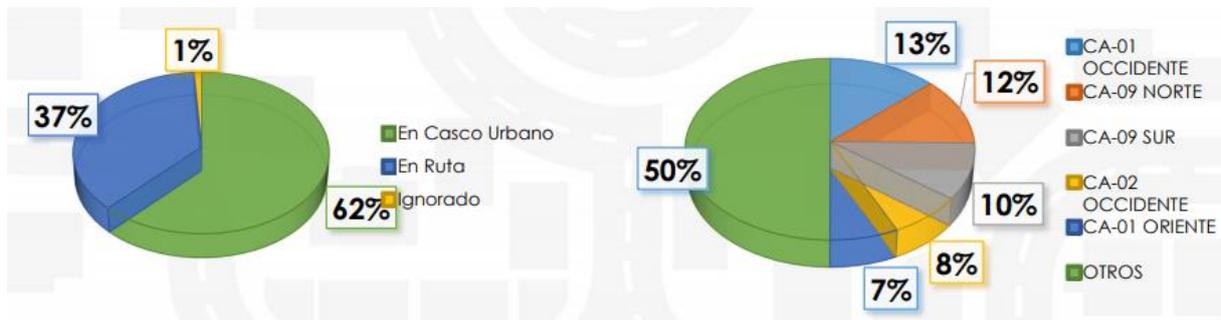


Gráfico 16. Accidentes de tránsito por área de ocurrencia (izquierda) y por rutas de mayor incidencia (derecha) en 2017. Fuente: Observatorio Nacional de Seguridad de Tránsito - ONST

4.5 COMPARATIVA CON LA RED VIAL DE OTROS PAÍSES

En este capítulo se realizan comparaciones de indicadores con otros países (principalmente con países centroamericanos) con el fin de obtener una perspectiva de la situación de la red vial de Guatemala en relación con la de sus países vecinos y otros países de referencia.

4.5.1 Metros de carretera por habitante

El país dispone de **1 metros de carretera por habitante**, el menor de Centroamérica. De hecho, según el Banco Interamericano de Desarrollo, El Salvador y Costa Rica, siendo países de menor superficie, población y PIB, tienen proporcionalmente una red vial mayor, de 15,139 kilómetros y 42,430 kilómetros respectivamente.

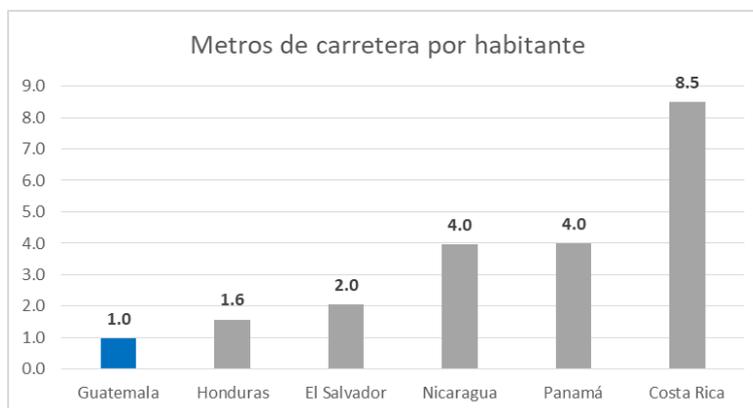


Gráfico 17. Metros de carretera por habitante en Centroamérica. Fuente: Elaboración personal a partir de datos de la DGC, CEPAL y BID.

4.5.2 Metros de carretera por superficie

Analizando los metros de carretera entre la superficie del país, se observa que Guatemala presenta **151 metros de carretera por km²**, tan solo superando a Honduras (con 128 metros por Km²). Así, Guatemala presenta un índice inferior a Nicaragua y Panamá (situados alrededor de los 200 metros por km²) y claramente inferior a El Salvador y Costa Rica, con 720 y 830 metros por km² respectivamente.

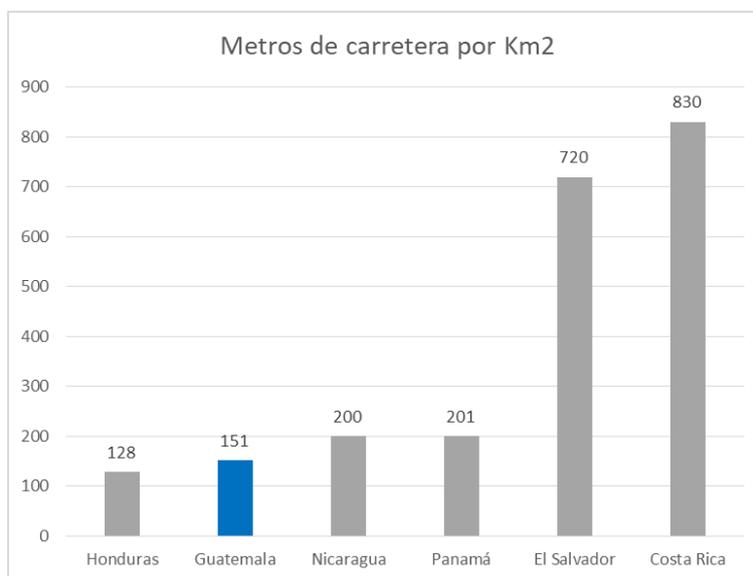


Gráfico 18. Metros de carretera por superficie (en Km²) en Centroamérica. Fuente: Elaboración personal a partir de datos de la DGC, CEPAL y BID.

4.5.3 Pavimentación de la red de carreteras

De los 16.456 Km, según el CIV, **apenas el 44.6% están pavimentados**, un valor que se encuentra en consonancia con el resto de países de la región. Así, Guatemala presenta un porcentaje similar a Panamá y mayor que Nicaragua y Honduras, aunque ligeramente inferior al de El Salvador y Costa Rica.

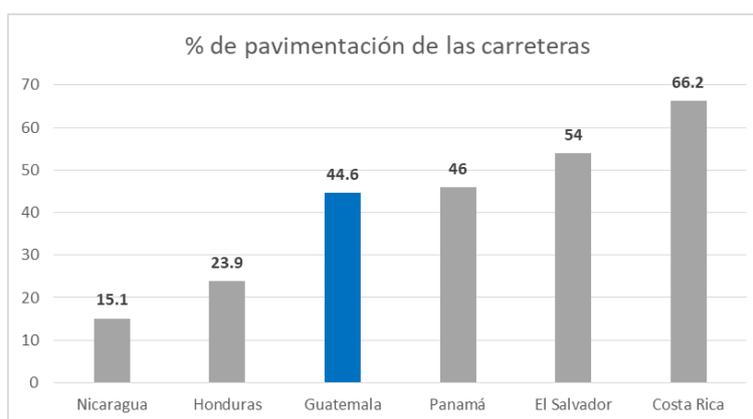


Gráfico 19. Porcentaje de pavimentación de carreteras en Centroamérica. Fuente: Elaboración personal a partir de datos de CEPAL, BID y CAF.

Según lo indicado en el informe “Mejoremos Guate. Infraestructuras para el desarrollo”, entre los años 1985 y 2013 se apostó por el crecimiento y pavimentado de la red, que creció un 80%, equivalente a un aumento de 7,335 kilómetros (una tasa de crecimiento igual a un 1.80% anual). No obstante, en el

año 2013 se paralizó la construcción de nuevos kilómetros de red vial y desde el año 2011 se paralizó su pavimentación.

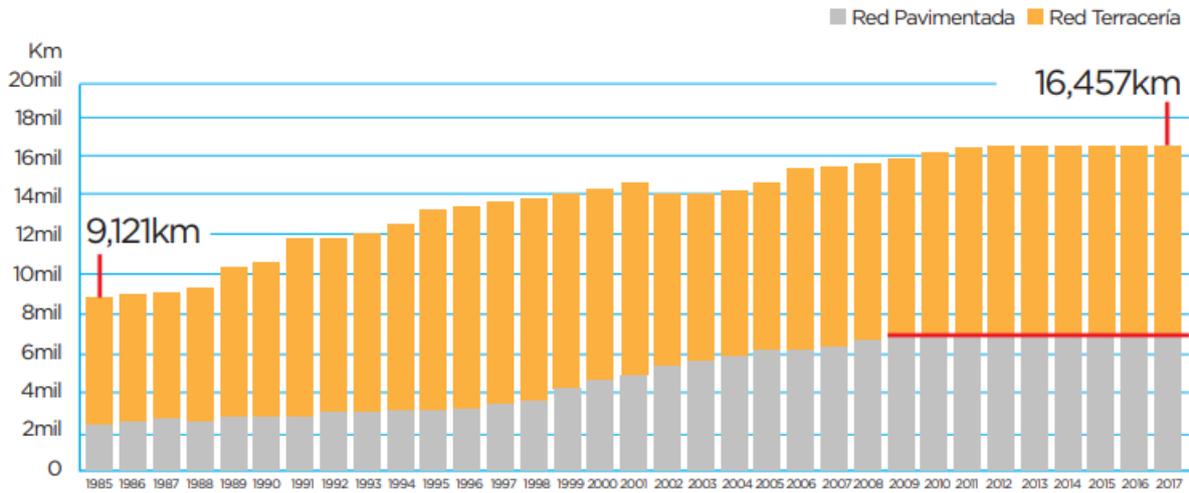


Gráfico 20. Evolución de la pavimentación de la red vial de Guatemala. Fuente: Mejoremos Guate. Infraestructura para el desarrollo

Analizando los metros de carretera pavimentada en relación a la superficie, se aprecia que Guatemala presenta un índice de **67 metros pavimentados por Km²**, un valor claramente inferior al de Costa Rica, El Salvador y Panamá, superando tan solo a Honduras y Nicaragua.

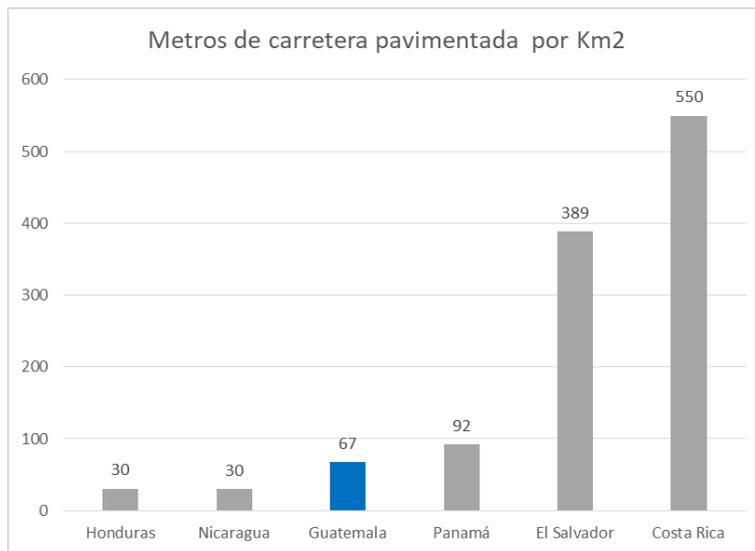


Gráfico 21. Metros de carretera pavimentados por superficie en Centroamérica. Fuente: Elaboración personal a partir de datos de CEPAL, BID y CAF.

4.5.4 Índice de calidad de las carreteras

En el Informe Global de Competitividad 2017-2018 del Foro Económico Mundial se indica que Guatemala ocupa el **puesto 106 sobre 137 en el índice de calidad de las carreteras**. En un índice de entre 0 (pésima calidad) y 7 (calidad excelente), Guatemala obtuvo una valoración de 3.1, situándose por debajo del resto de países analizados de la región de Centroamérica, con excepción de Costa Rica (que obtuvo un 2.6). Los países vecinos de El Salvador y Honduras ocupan las posiciones 72 y 81 respectivamente.

Guatemala se sitúa lejos de otros países latinoamericanos, como República Dominicana (4.3), México (4.4), Ecuador (5.1) o Chile (5.2). El país que obtuvo una mayor puntuación en este índice fueron los Emiratos Árabes Unidos, con un 6.4.

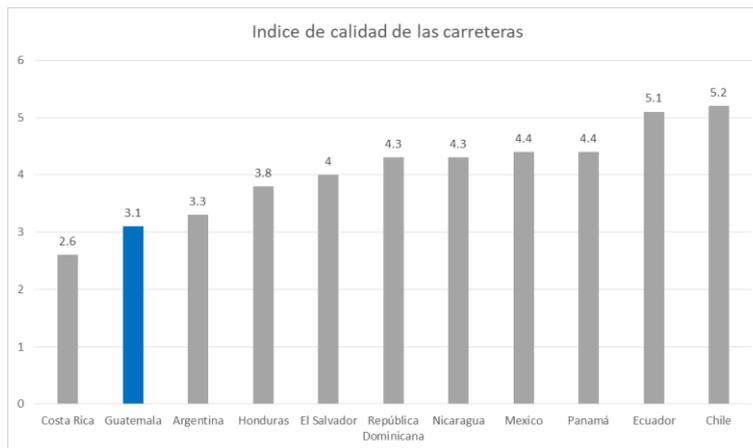


Gráfico 22. Índice de calidad de las carreteras de países latinoamericanos. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Foro Económico Mundial (2018)

4.5.5 Inversión pública en el mantenimiento de carreteras

La comparación sobre la inversión que el Estado realiza en la conservación y mantenimiento de la red vial puede realizarse a través de dos indicadores: el valor de inversión por cada quilómetro lineal de carretera o el porcentaje del PIB destinado a tareas de conservación y mantenimiento.

Guatemala invirtió en 2016 cerca de 4,187 US \$/ km, posicionándose así por encima de otros países centroamericanos como El Salvador (1,120 US \$/km) o Nicaragua (1,780 US \$/km). Guatemala invierte más que otros países latinoamericanos, como Brasil (990 US \$/km), México (1,650 US \$/km) o Argentina (1,690 US \$/km) y presenta valores similares a los de Costa Rica y Panamá. Sin embargo, el país invierte menos por Km que otros países más desarrollados como Estados Unidos (10,900 US \$/km), España (11,100 US \$/km), Japón (13,700 US \$/km) o Francia (36,800 US \$/km).

Destaca el caso de Honduras, país vecino, que invirtió cerca de 22,000 US \$/km, siendo el segundo país que más invirtió en la manutención de carreteras por km en 2016 de los que se han analizado.

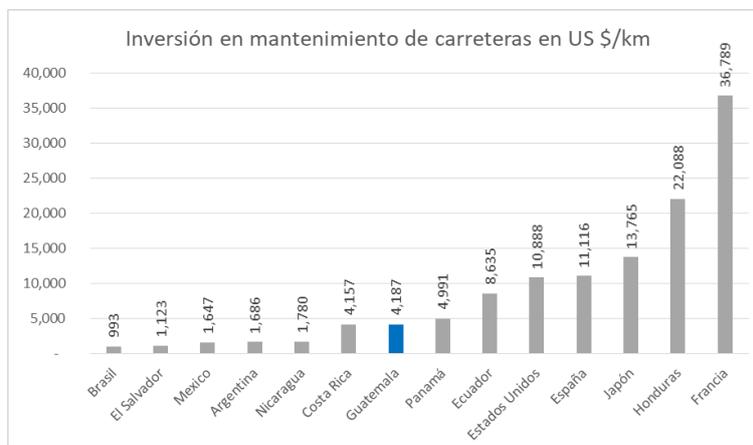


Gráfico 23. Inversión por kilómetro en 2016 en el mantenimiento de la red vial en diferentes países. Fuente: Elaboración propia (2018)

En relación al PIB, **Guatemala invirtió el 0.10% del PIB** en el mantenimiento de sus carreteras, superando así el porcentaje que destinan otros países como España, Francia, El Salvador, México, Argentina, Ecuador y Brasil. Sin embargo, la mayoría de los países de su entorno presentan un porcentaje de inversión mayor, como por ejemplo Panamá (0.14%), Costa Rica (0.31%), Nicaragua (0.33%) y Honduras (1.47%) que de nuevo destaca como uno de los países que más invierte en el mantenimiento de sus carreteras.

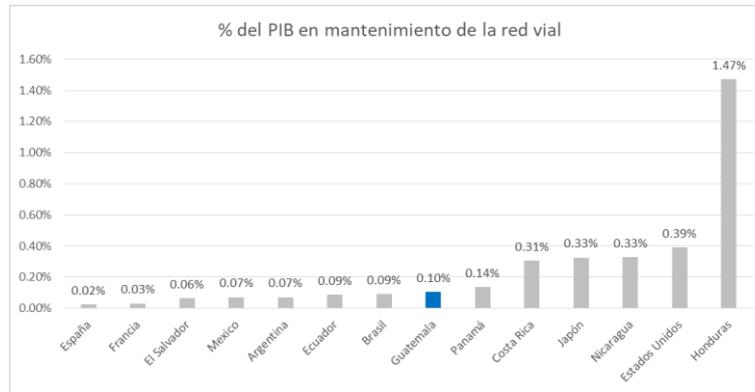


Gráfico 24. Porcentaje del PIB invertido en 2016 en el mantenimiento de la red vial en diferentes países. Fuente: Elaboración propia (2018)

5. NECESIDADES DE LA RED VIAL DE GUATEMALA

5.1 MODELO DE PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES VIALES (MOPAV)

A continuación se presenta la metodología del Modelo de Priorización de Actuaciones Viales – MOPAV, la herramienta que permite analizar y cuantificar económicamente las actuaciones necesarias en cada uno de los tramos del inventario de la red vial.

5.1.1 Datos de entrada

El inventario de la red vial realizado recoge los datos de entrada que necesita el MOPAV para realizar sus análisis. A continuación, se detalla cada uno de los datos de entrada y de qué manera se considera dentro de la herramienta.

Características del tramo

- Categoría de la ruta: indicación de si la ruta forma parte de la red de carreteras Centroamericanas, Nacional o Departamentales. Esta información se usa para determinar la nueva jerarquía de las rutas deseada así como el tipo de sección deseada.
- Codificación del tramo: la codificación de los tramos es la que permite conectar el módulo de gestión de escenarios en Excel con el sistema GIS.
- Tramo de interés turístico: identifica si el tramo da acceso a un sitio de interés turístico. Permite integrar estos tramos en el Programa de mejora de carreteras de interés turístico.
- Acceso a cabecera municipal: identifica si el tramo da acceso a una cabecera municipal. Permite integrar los tramos que no estén pavimentados en el Programa de pavimentación a accesos municipales.
- Zona de congestión vial: identifica si el tramo sufre congestión. Permite integrar estos tramos en el Programa de libramientos.
- Acceso a centros productivos locales: identifica si el tramo da acceso a un área de producción agrícola local. Permite integrar estos tramos en el Programa de mejora de carreteras de interés productivo.
- Corredor logístico: identifica si el tramo es un corredor logístico o da acceso a una zona logística. Se indica el nombre del corredor.
- Tramo de desarrollo económico: identifica si el tramo es de interés estratégico para el desarrollo económico del país.
- Acceso a puertos y aeropuertos: identifica si el tramo da acceso a un aeropuerto o puerto. Permite integrar estos tramos en el Programa de mejora de carreteras de acceso al país.
- Anillos: identifica si el tramo forma parte del anillo departamental, regional, ecológico o de alguna de sus radiales.
- Ejes suprarregionales: identifica si el tramo forma parte de alguno de los ejes del Proyecto Mesoamérica. Permite integrar estos tramos en el Programa de integración regional y suprarregional de la red de carreteras.
- Acceso a puntos fronterizos: identifica si el tramo da acceso a uno de los puntos fronterizos del país. Permite integrar estos tramos en el Programa de integración regional y suprarregional de la red de carreteras.
- Nueva vía: identifica si el tramo es existente o si es una propuesta de nueva vía a ser construida.

- Concesionado: identifica si el tramo está actualmente concesionado o si está prevista su concesión. Permite integrar estos tramos en el Programa de ejecuciones de obras mediante APPs.
- Longitud: se usa para estimar el costo de la actuación en el tramo.
- Departamento: se usa para clasificar las actuaciones propuestas por departamento.

Características de la estructura del tramo

- Número y ancho de carriles: permite determinar el ancho de calzada y el ancho real de la plataforma, mediante el cual se define el tipo de sección actual y el déficit de ancho necesario para llegar al tipo de sección deseada.
- Ancho de hombros: permite determinar el ancho real de la plataforma, mediante el cual se define el tipo de sección actual y el déficit de ancho necesario para llegar al tipo de sección deseada.
- Tipo de superficie: indica el pavimento del tramo. Permite identificar el tipo de sección actual.
- Existencia de drenajes: permite identificar la necesidad de realizar obras de drenaje en el tramo (contrastando con los valores de precipitación en el entorno) e integrarlo así en el Programa de Obras de Drenaje.
- Estado de la señalización horizontal y vertical: permite identificar los tramos con una señalización deficiente o irregular e integrarlos en el Programa de mejora de la señalización vial.
- IRI y PCI: permite identificar los tramos con un peor estado de mantenimiento así como la actuación de mantenimiento inicial necesaria (mantenimiento preventivo, menor, mayor, rehabilitación o reconstrucción). Permite definir el Programa de mantenimiento de la red vial.

Características del entorno

- Tipo de terreno: indica si el tramo se encuentra en un terreno llano, ondulado o montañoso. Los costos de las actuaciones varían en función de estos tipos de terrenos.
- Precipitación media anual: indica el grado de precipitación en el tramo, en función del cual se incrementan o no los costos de mantenimiento.
- Temperatura media anual: indica la temperatura ambiente en el tramo, en función de la cual se incrementan o no los costos de mantenimiento.
- Área protegida: indica que porcentaje del tramo atraviesa un área protegida. En función del tipo de área protegida se procede a definir un sobrecoste por acciones de mitigación en las actuaciones a realizar en estos tramos o se impide la realización de cualquier actuación.
- Especie protegida: indica la presencia de especies protegidas en el tramo. En función del tipo de especie protegida se procede a definir un sobrecoste por acciones de mitigación en las actuaciones a realizar en estos tramos o se impide la realización de cualquier actuación.
- Cuencas vulnerables: indica el grado de vulnerabilidad del tramo por pertenecer a una cuenca hidrográfica. Se asigna un sobrecoste en las actuaciones y mantenimiento a realizar en aquellos tramos con un mayor grado de vulnerabilidad.

Otros

- TPDA: tráfico promedio diario anual de vehículos livianos y pesados. Permite determinar la nueva jerarquía de las rutas deseada, el tipo de sección deseada y sirve como punto de partida de la proyección de la movilidad para el horizonte 2018 – 2032.
- Parámetros de accidentes: a partir de los datos disponibles del Instituto de Estadísticas de Guatemala en relación a los hechos de tráfico, se ha podido asignar un parámetro de accidentalidad en para cada tipo de sección de la carretera, que permite definir las mejoras producidas en este aspecto.
- Cantidad y estado de los puentes: permite definir el Programa de mantenimiento de puentes de la red vial.
- Libramientos: definición de los libramientos previstos.
- Sistema de control de pesos y dimensiones: identificación de las estaciones existentes y previstas.

5.1.2 Criterios de diseño

5.1.2.1 Categorización de las rutas en Guatemala

La red de carreteras de Guatemala presenta dos clasificaciones diferentes, una a escala nacional (jerarquía vial: red primaria, secundaria y terciaria) y otra a escala regional (categoría de ruta: ruta centroamericana, ruta nacional, ruta departamental).

Además, la normativa de la DGC, y el propio PDV anterior, definen diferentes tipos de sección (de la A a la G) en función de sus características de diseño. Estas secciones se asociaban a las dos clasificaciones de carreteras indicadas. Así, una carretera tipo A correspondía a una ruta centroamericana incorporada en la red primaria del país, mientras que una carretera tipo C correspondía a una ruta nacional incorporada en la red secundaria.

5.1.2.2 Manual de SIECA

El Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de SIECA, publicado en 2011, es el marco normativo utilizado por la DGC en el diseño de carreteras en Guatemala.

En él se presentan diferentes sistemas de clasificación de las carreteras (según la región en la que se desarrollan, la administración a su cargo, sus sistemas operacionales, su clase, su función y según tipos geométricos y orográficos).

La empleada por este manual es la clasificación funcional, muy útil para dividir la red vial en segmentos de características similares en función de la demanda (expresada mediante el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)). Así, se clasifican las vías en:

- Arterial Principal (para movimientos mayores),
- Arterial Menor (distribuidoras),
- Colector Mayor,
- Colector Menor y
- Local.

Cada una de estas clases presenta subclases, definidas a partir de la TPDA. El manual distingue esta tipología de carreteras en función de su entorno: urbano o rural. Si el entorno de la vía presenta una población superior a los 5,000 habitantes, se considera que la vía es Urbana (calles de una ciudad). En caso de que la población sea inferior a los 5,000 habitantes, se considera que la vía es Rural (carreteras de conexión entre ciudades).

Considerando que el ámbito de actuación del PDV se circunscribe a carreteras de titularidad estatal, sin proponer actuaciones en las calles de las ciudades (de titularidad municipal), se opta de aquí en adelante por considerar tan solo las carreteras de entorno rural.

El manual caracteriza cada una de las diferentes clases de carretera indicando el número de carriles, ancho de calzada, de hombros, etc. En la mayoría de los casos se presenta para cada característica una horquilla de valores admisibles.

5.1.2.3 Criterios de diseño empleados

Los criterios de diseño empleados en el PDV 2018 – 2032 proceden de las recomendaciones de diseño del manual de SIECA, aplicadas para las diferentes categorías y jerarquización de rutas empleadas por la DGC. Así, a cada tipo de sección se le han asignado los criterios de diseño del manual (número de carriles, ancho de hombro, ancho de calzada y de plataforma, valores límite de TPDA, pendientes máximas, velocidades de diseño, etc.). Se ha optado por la creación de una nueva sección, la A+, que permite incorporar las vías de mayor capacidad (3 carriles por sentido y TPDA superiores a 20,000), y por la no utilización de la sección tipo G.

Algunos aspectos se definen con mayor claridad que en el propio manual, como por ejemplo el ancho de carril. En el manual se indica que “se usan generalmente valores entre 2.75 m a 3.60 m, con un ancho de carril predominante de 3.60 m en la mayoría de carreteras principales”, sin llegar a especificar cuál es el ancho correspondiente para cada una de las diferentes clases anteriormente indicadas. Así, se ha procedido a definir un ancho específico para cada clase de vía, siempre dentro de la horquilla de valores indicada en el manual.

El resultado es una nueva tabla de caracterización del sistema vial, en el que se recogen los criterios de diseño para cada tipo de vía.

Tabla 9. Criterios de diseño del PDV 2018 - 2032. Fuente: Elaboración propia

CATEGORIA RUTA	JERARQUÍA	TPDA Min	TPDA Max	TIPO MÍNIMO	FUNCIÓN (SIECA)	TERRENO	NIVEL DE SERVICIO	VELOCIDAD DE DISEÑO	PENDIENTE (%)	NÚMERO CARRILES (Mín.)	ANCHO DE CARRIL (Mín.)	ANCHO DE CALZADA (Mín.)	ANCHO DE HOMBRO INTERNO (Mín.)	ANCHO DE HOMBRO EXTERNO (Mín.)	ANCHO DE MEDIANA (Mín.)	ANCHO DE PLATAFORMA (Mín.)	DERECHO DE VÍA	ACCESO	SUPERFICIE			
RUTAS CENTROAMERICANAS	RED PRIMARIA	40,000	-	Tipo A+	Arterial Principal Autopista	Llano	B	110	3	6.00	3.60	21.60	1.00	2.50	12.00	40.60	60 - 90	Controlado	CONCRETO ASFALTICO			
						Ondulado	B	90	5													
						Montañoso	C	80	6													
		10,000	40,000	Tipo A	Arterial Principal	Llano	B	110	3	4.00	3.60	14.40	1.00	2.50	4.00	25.40	40 - 50	Controlado	CONCRETO ASFALTICO			
						Ondulado	B	90	5													
						Montañoso	C	80	7													
	0	10,000	Tipo B	Arterial Menor	Llano	C	100	3	2.00	3.30	6.60		1.20		9.00	20 - 30	Controlado	CONCRETO ASFALTICO				
					Ondulado	C	90	5														
					Montañoso	C	80	7														
RUTAS NACIONALES	RED PRIMARIA	10,000	40,000	Tipo A	Arterial Principal	Llano	C	110	3	4.00	3.60	14.40	1.00	2.50	4.00	25.40	40 - 50	Controlado	CONCRETO ASFALTICO			
						Ondulado	C	90	5													
						Montañoso	C	80	7													
		3,000	10,000	Tipo B	Arterial Menor	Llano	C	100	3	2.00	3.30	6.60		1.20		9.00	20 - 30	Controlado	CONCRETO ASFALTICO			
						Ondulado	C	90	5													
						Montañoso	C	80	7													
	0	3,000	Tipo C	Colector Menor	Llano	C	80	6	2.00	3.00	6.00		1.20		8.40	20 - 30	-	CONCRETO ASFALTICO				
					Ondulado	C	60	8														
					Montañoso	D	40	11														
RUTAS DEPARTAMENTALES	RED SECUNDARIA	500	3000	Tipo D	Colector Menor	Llano	D	80	6	2.00	3.00	6.00		1.20		8.40	20 - 30		CONCRETO ASFALTICO			
						Ondulado	D	60	8													
						Montañoso	D	40	11													
	RED TERCIARIA	100	500	Tipo E	Local	Llano	D	60	7	2.00	2.75	5.50		0.75		7.00			CONCRETO ASFALTICO			
						Ondulado	D	40	11													
						Montañoso	D	20	17													
	RED TERCIARIA	0	100	Tipo F	Local	Llano	-	40	7	2.00	2.75	5.50		0.00		5.50			TERRACERIA			
						Ondulado	-	30	11													
						Montañoso	-	20	17													

5.1.2.4 Nueva jerarquización vial y asignación a una sección tipo

El MOPAV realiza, a partir de la nueva tabla de criterios de diseño, una nueva clasificación y jerarquización vial de cada uno de los tramos del inventario. La categoría de la ruta (centroamericana, nacional y departamental) no se modifica.

En primer lugar, se asigna a cada uno de los tramos una sección actual (de la A+ a la F) en función de la anchura de la plataforma (obtenida como la suma de anchura de la calzada y la de los hombros).

En función del valor de la TPDA actual del tramo y de su categoría de ruta se indica si este tramo debe formar parte de la red primaria, secundaria o terciaria, definiendo así una nueva jerarquización vial. Con estos mismos datos de entrada se define cual es la sección que este tramo debería presentar (sección deseada) y por lo tanto cuales son los criterios de diseño que este tramo debería cumplir.

Así, cada actuación propuesta (ya sea de ampliación de sección o capacidad, pavimentación, mejora de la vía, entre otros) implica pasar de la sección actual (secciones de la "A" a la "F") a la sección deseada (de la "A+" a la "F"). Algunos de los tramos no presentan diferencias entre la sección actual y la sección deseada, lo que indica que, más allá del mantenimiento, no es necesario realizar ninguna otra actuación adicional.

5.1.3 Costos unitarios.

A continuación se describe un resumen metodológico del cálculo de costos unitarios. Para más detalles sobre la metodología del cálculo de costos se puede consultar el documento completo del PDV 2018-2032.

5.1.3.1 Costos unitarios de cambio de sección

La obtención de los costos unitarios se realiza en base a la actualización, en función al IPC, de los valores indicados en el PDV 2008-2017.

Los costos unitarios del PDV 2008-2017 fueron calculados en función del cambio de secciones. Así, el hecho de pasar de una sección tipo F a una sección tipo A implicaba un costo unitario por km determinado. Y en este costo unitario se incluían todas las actuaciones necesarias para pasar de las características una sección tipo F a una tipo A (pavimentación, aumento del número y ancho de carriles, entre otros).

Tabla 10. Costos unitarios de cambio de sección (en M Qz/km). Fuente: Elaboración propia.

TIPO DE SECCIÓN		TIPO DE TERRENO	
Sección actual	Sección deseada	ONDULADO/LLANO	MONTAÑOSO
Tipo A	Tipo A+	15	30
Tipo B	Tipo A+	25,4	40,8
	Tipo A	12,7	20,4
Tipo C	Tipo A+	26,8	56,4
	Tipo A	13,4	28,2
	Tipo B	7,3	9,3
Tipo D	Tipo A+	28,4	59,4
	Tipo A	14,2	29,7
	Tipo B	7,8	9,8
	Tipo C	5,4	6,8
Tipo E	Tipo A+	31,2	65,8
	Tipo A	15,6	32,9
	Tipo B	8,6	10,8
	Tipo C	6	7,5
	Tipo D	3,7	4,7
Tipo F	Tipo A+	34,8	73,4
	Tipo A	17,4	36,7
	Tipo B	9,6	12,1
	Tipo C	6,7	8,3
	Tipo D	4,2	5,2
	Tipo E	2,4	3,1
NUEVA	Tipo A+	43	90,4
	Tipo A	21,5	45,2
	Tipo B	11,9	24,8
	Tipo C	8,3	13,2
	Tipo D	5,2	8,2
	Tipo E	3,1	4,9

5.1.3.2 Costos unitarios de mantenimiento

En cuanto a los costos de mantenimiento vial, se diferencian los costos unitarios del mantenimiento inicial necesario para que todos los tramos alcancen nuevamente el máximo valor del PCI y los costos anuales de mantenimiento ordinario y extraordinario.

Costos de mantenimiento inicial para recuperar los máximos niveles del PCI

En función del valor del PCI es preciso realizar un tipo de mantenimiento inicial u otro. En la tabla siguiente se caracterizan las diferentes tipologías consideradas.

Tabla 11. Caracterización del grado de mantenimiento inicial requerido. Fuente: Fundesa

Grado de mantenimiento requerido	Definición	Valor PCI		Costo (MQz/km)
		Mín.	Máx.	
Mantenimiento preventivo	Reparación de pequeñas fisuras presentes en el pavimento.	80	100	0.02
Mantenimiento menor	Reparación de "piel de lagarto" y de los primeros baches en el pavimento.	60	80	0.04
Mantenimiento mayor	Inversión destinada a mejoras estructurales en la superficie de rodadura.	40	60	0.4
Rehabilitación	Inversión destinada al recapeo de la red vial pavimentada, consistente en colocación de nuevo pavimento.	20	40	1.5
Reconstrucción	Reconstrucción completa, con actividades de remoción, reparación estructural y colocación de nuevo pavimento.	0	20	3

Se considera que el costo para cada una de las actuaciones es diferente en función del tipo de carretera en el que se lleva a cabo. Así, el costo de un mantenimiento preventivo en una carretera de sección tipo A+ es claramente superior al de una carretera de sección tipo F. Se considera que los costos indicados en la tabla anterior son los correspondientes a una ruta de sección tipo B, por lo que para obtener los costos para el resto de secciones se aplican unos factores de ponderación.

Costos de mantenimiento anual ordinario y extraordinario

La obtención de los costos unitarios se realiza en base a la actualización, en función al IPC, de los valores indicados en el PDV 2008-2017. Del mismo modo que con los costos de mantenimiento inicial, se considera que los costos de mantenimiento difieren en función del tipo de carretera en la que se lleven a cabo. Se considera que los costos del PDV anterior corresponden a costos de mantenimiento para una carretera de sección Tipo B, por lo que para obtener los costos para el resto de secciones se aplican los mismos factores empleados anteriormente, pero ponderados con un factor para que el costo anual de mantenimiento de carreteras se sitúe alrededor de los MQz 2,000 (el factor considerada es del 0.6).

Otros costos unitarios

Además de los costos indicados, el Plan considera otros costos necesarios para cuantificar económicamente el resto de Programas propuestos.

- **Costo de pavimentar una vía** sin que sufra cambio en su sección: 2.7 MQz/km
- **Costo de señalización vertical:** costos diferentes en función del estado actual de la señalización
 - Estado regular: 5,000 Q/km
 - Estado malo: 10,000 Q/km
 - Estado inexistente: 25,000 Q/km
- **Costo de rehabilitación de puentes:** 770,000 Q/metro lineal
- **Costo de creación de un camino rural:** 1.5 MQz/km
- **Costo de mantenimiento de caminos rurales:** 0.35 MQz/km
- **Costo de ejecución de drenajes:** 1 MQz/km

5.1.3.3 Efecto del entorno en el cálculo de los costos

El entorno de cada tramo tiene un efecto en el costo de mantenimiento del mismo. En este sentido, el mantenimiento de una carretera situada en una zona en la que la precipitación promedio anual es muy

elevada es mayor que el de una carretera ubicada en una zona en la que se producen pocas precipitaciones. Con el objetivo de considerar estas divergencias y ajustar mejor los costos, se introducen en el MOPAV un conjunto de factores de corrección de los costos unitarios en función de aspectos ambientales.

Además, en el caso de que el tramo de carretera transcurra, en su totalidad o parcialmente, por un entorno con una importante presencia de áreas, especies y estructuras protegidas se aplica un factor que aumenta el costo de la actuación en un 100% con el objetivo de considerar los costos de las actuaciones de prevención y mitigación necesarias. Adicionalmente, para cada uno de estos tramos será necesaria la realización de un estudio especial de impacto ambiental en el que se analicen las particularidades de cada carretera, determinando de manera detallada las medidas preventivas y de mitigación a ser implantadas, sus costos o si directamente queda invalidada la ejecución de cualquier tipo de actuación (a excepción del mantenimiento), con el objetivo de preservar el carácter ambiental del entorno. Así, el MOPAV presenta una lista con todos los tramos de carreteras en los que resulta necesario la realización de estos estudios de impacto ambiental.

5.1.4 Metodología para el cálculo de los impactos de mejora

En la realización del análisis costo beneficio (ABC) se consideran cuáles son los impactos o beneficios que genera cada una de las actuaciones propuestas. Los impactos considerados son:

- Accidentes
- Ahorro de tiempo
- Reducción de consumos y emisiones
- Costo de mantenimiento de los vehículos

A continuación se describe un resumen metodológico del cálculo de impactos de mejora. Para más detalles sobre la metodología del cálculo de impactos se puede consultar el documento completo del PDV 2018-2032.

5.1.4.1 Accidentes

El Instituto Nacional de Estadística de Guatemala recoge cada año los datos de todos los accidentes de tráfico ocurridos en la República de Guatemala (se detalla el día de ocurrencia, el departamento, municipio, número de heridos y fallecidos...). Por otro lado, a partir del inventario de carreteras se puede computar el coeficiente $veh \cdot km$ para cada tipología de calzada por departamentos.

Al no disponer de la información relativa a en qué carreteras ocurren los accidentes, se ha elaborado un parámetro de accidentalidad según el tipo de sección de la carretera a partir de los datos de hechos de tránsito por departamentos.

Se ha calibrado el parámetro $\frac{\#accidentes}{veh \cdot km \cdot 10^6}$ para cada tipo de calzada, sujeto a los datos conocidos de accidentalidad por departamento.

Se asigna a cada tramo de carretera, en función de su tipo de sección, los índices de accidentabilidad, mortalidad y de heridos. Así, en función de su longitud y de su TPDA se obtiene el número estimado de accidentes, fallecidos y heridos por tramo (en la situación actual y en la propuesta por el PDV). La diferencia entre ambas situaciones permite cuantificar el impacto de la propuesta.

El impacto unitario empleado para cuantificar económicamente los fallecidos en accidente de tránsito se obtiene a partir de calcular lo que éstos dejarán de producir (sus rentas a lo largo de 30 años). Para los heridos se estima que el impacto unitario es 7.5 veces inferior al de los fallecidos en accidente, tal y como se consideró en el PDV 2008-2017. Aplicando estas consideraciones se obtienen los siguientes valores:

- Fallecido en accidente: 2,515,000 Q;
- Herido en accidente: 335,150 Q.

5.1.4.2 Ahorro de tiempo

En el cálculo del VdT de vehículos livianos se emplea la misma metodología usada ampliamente en España, por la que se considera que el usuario del vehículo liviano tiene un VdT equivalente al doble del salario mínimo. El Salario Mínimo de Guatemala está fijado en Q 2,992.37 mensuales para actividades agrícolas y no agrícolas y en Q 2,758.16 mensuales para exportaciones y maquila. Para el cálculo del VdT se emplea el de actividades agrícolas y no agrícolas. Considerando el doble de este valor y una jornada de 8 horas se obtiene un VdT por persona de Q 22.54 por hora.

De manera general se considera que el VdT del pasajero del vehículo pesado es igual al doble del VdT del usuario del vehículo liviano (para considerar la importancia del transporte de cargas).

Considerando que las ocupaciones medias de los vehículos livianos y pesados son respectivamente de 2 pax/veh y 1.5 pax/veh, se obtienen los siguientes valores del tiempo (por vehículo):

- Vehículo liviano: 45.08 Q/hora;
- Vehículo pesado: 67.62 Q/hora.

La velocidad de circulación de cada tipo de carretera depende del valor del IRI. Así, se considera que para valores del IRI cercanos a 0 (carretera en buen estado) se circula a velocidades próximas a la velocidad de diseño, mientras que para valores elevados del IRI (carretera en mal estado) la velocidad de circulación es muy inferior a la diseño.

5.1.4.3 Reducción de consumos y emisiones

- **Consumos**

Calculada, para vehículos ligeros y pesados, a partir de la relación existente entre la velocidad de circulación y el consumo de combustible y la emisión de CO₂, NO_x, PM_{2.5}. Se calcula la diferencia en el consumo de combustible y en la emisión de contaminantes en la situación actual y una vez aplicada la propuesta del PDV. Para ello se emplean unas gráficas, realizadas por el Área Metropolitana de Barcelona, que relacionan dichas variables y que definen una metodología de cálculo. Así, a partir de registros de consumos de diversos tipos de vehículos, se obtiene la curva de consumos para vehículos ligeros y pesados (en g/veh-km).

- **Emisiones de los vehículos**

Se calcula también la reducción de emisiones de productos contaminantes causados por el consumo de combustible (CO₂, NO_x y PM 2.5 en zonas rurales). El impacto unitario para cada una de las

emisiones contaminantes se obtiene del *Sistema d' Avaluació d'Infraestructures de Transport (SAIT)* de la Generalitat de Catalunya (2018). Así, se emplean los siguientes valores:

- CO2: 321.90 Q/tonelada;
- NOx: 43,186.80 Q/tonelada;
- PM 2.5: 125,532.30 Q/tonelada.

5.1.4.4 Costos de mantenimiento de los vehículos:

Se calculan los costos de operación y mantenimiento de los vehículos a lo largo de todos los años del Plan, obtenidos a partir del programa HDM4.

5.2 TIPOS DE ACTUACIONES

Las principales actuaciones de mejora de la red vial del país consideradas en el MOPAV son:

- Ampliación de la capacidad de la red
- Ampliación de la sección
- Mantenimiento inicial requerido (restablecimiento del PCI)
- Mantenimiento anual ordinario y extraordinario
- Pavimentación
- Ejecución de nuevos tramos de carreteras
- Ejecución de nuevos libramientos
- Mejora de los puentes de la red vial
- Mejora de la señalización
- Ejecución de sistemas de drenaje
- Implantación de estaciones de control de pesos y dimensiones
- Ampliación de la red de caminos rurales

La ejecución de una u otra actuación depende de las características actuales de cada tramo.

6. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE INVERSIÓN Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO

6.1 PRESUPUESTO PARA EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

El promedio del Presupuesto Ejecutado destinado al Desarrollo de Infraestructura Vial entre 2015 y 2017 es de MQz 2,205.3. La práctica totalidad del presupuesto destinado a la DGC, COVIAL y FSS se destina al Desarrollo de Infraestructura Vial (el 94.19% de la DGC, el 99.47% de COVIAL y el 92.62% del FSS).

Entre los años 2015 y 2017 la DGC ejecutó el 55.05% del total del presupuesto ejecutado para el Desarrollo de Infraestructura Vial, frente al 26.38% de COVIAL y el 18.57% del FSS.

Tabla 12. Presupuestos para el Desarrollo de Infraestructura Vial entre 2015 y 2018. Participación de cada entidad. *Los datos empleados son los relativos a los Presupuestos Ejecutados, con la excepción de los datos de 2018, donde se usan los datos del Presupuesto Vigente por no disponer de los datos de ejecución total de 2018. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sicoín

Año	DGC		COVIAL		FSS		Total MQz Millones
	MQz Millones	% total	MQz Millones	% total	MQz Millones	% total	
2015	1,429.23	52.24%	651.52	23.8%	655.14	23.95%	2,735.89
2016	932.19	55.30%	529.98	31.4%	223.51	13.26%	1,685.68
2017	1,263.92	57.62%	523.67	23.9%	405.95	18.51%	2,193.53
2018*	2,422.05	61.84%	1,156.33	29.5%	337.97	8.63%	3,916.35
Promedio	1,208.45	55.05%	568.39	26.38%	428.20	18.57%	2,205.03

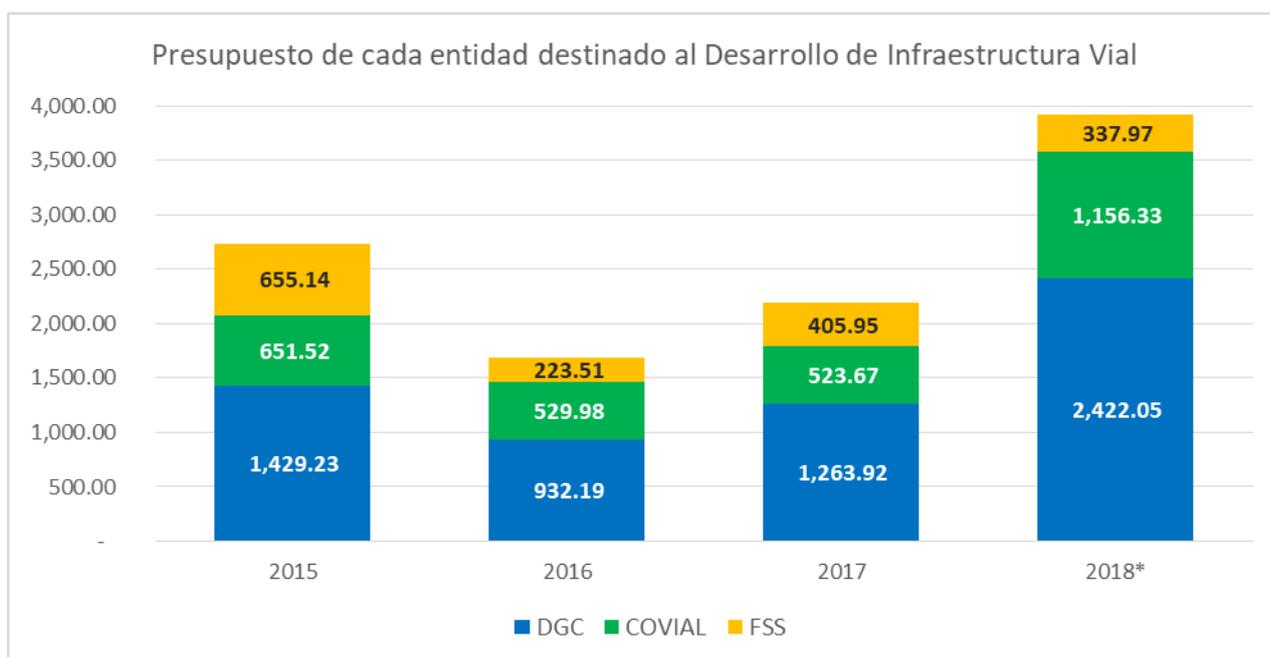


Gráfico 25. Presupuesto, en MQz Millones, para el Desarrollo de Infraestructura Vial de cada entidad entre 2015 y 2018. *Los datos empleados son los relativos a los Presupuestos Ejecutados, con la excepción de los datos de 2018, donde se usan los datos del Presupuesto Vigente por no disponer de los datos de ejecución total de 2018. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sicoín

Según datos del Sicoín, el Presupuesto destinado al Desarrollo de Infraestructura Vial para 2018 representa un 5% del Presupuesto del Estado, lo que supone un aumento de 2 puntos porcentuales respecto al año anterior. La parte destinada al mantenimiento y conservación (COVIAL) representa un

1.5%, el doble que en el año anterior, situándose en MQz 1,156.3 (el mayor valor de los años analizados).

En lo relativo a la ejecución del Presupuesto Vigente, todavía según los datos publicados en Sicoín, se observa que **el Presupuesto Ejecutado promedio en el Desarrollo de Infraestructura Vial es de MQz 2,205 entre 2015 y 2017, lo que supone una tasa de ejecución del 62.18%.**

La tasa de ejecución de la DGC en 2015 y 2016 se encontraba alrededor del 53%, sin embargo en 2017 aumentó hasta situarse en el 71%. En relación a COVIAL, la ejecución disminuyó en 2017, pasando del 67% al 56%. Finalmente, el porcentaje de ejecución del FSS es mayor que para las otras dos entidades. En 2017 se ejecutó el 90.9% del Presupuesto Vigente.

En general, la ejecución del Presupuesto Vigente es relativamente baja. **Sin embargo, en el año 2018 se aprecia un aumento significativo de la ejecución del presupuesto.** Así, según los datos disponibles en Sicoín, en el mes de Octubre de 2018 se habían ejecutado un total de **MQz 2,485.4** un valor superior al presupuesto ejecutado en 2016 y 2017 y muy similar al ejecutado en 2015. En cuanto a la tasa de ejecución, hasta Octubre de 2018 se había ejecutado el 63.46%, porcentaje superior a lo ejecutado en 2015 y 2016 y cerca del de 2017. Si se cumple lo indicado en el Presupuesto Vigente, a finales de 2018, se habrán ejecutado MQz 3,916.3.

Tabla 13. Presupuesto Vigente, Ejecutado y tasa de ejecución del presupuesto para el Desarrollo de Infraestructura Vial, por entidad, entre 2015 y 2018. *Los datos empleados para el año 2018 representan la ejecución hasta el día 09/10/18, momento en el que fue realizada la consulta. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sicoín

Año	DGC			COVIAL			FSS			Total		
	Vigente (MQz)	Ejecutado (MQz)	% Ejecutado	Vigente (MQz)	Ejecutado (MQz)	% Ejecutado	Vigente (MQz)	Ejecutado (MQz)	% Ejecutado	Vigente (MQz)	Ejecutado (MQz)	% Ejecutado
2015	2,695	1,429	53%	1,059	651	61%	790	655	82 %	4,544	2,735	60%
2016	1,713	932	54%	786	529	67%	472.	223	47 %	2,972	1,685	56%
2017	1,770	1,263	71%	933	523	56%	446	405	90 %	3,150	2,193	69%
2018 *	2,422	1,612	66%	1,156	592	51%	337	280	83 %	3,916	2,485	63%
Promedio	2,059	1,208	59%	926	568	61%	569	428	73 %	3,555	2,205	62%

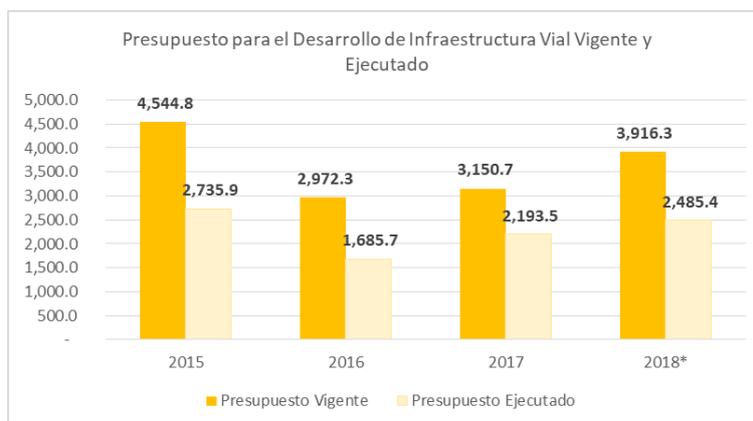


Gráfico 26. Presupuesto para el Desarrollo de Infraestructura Vial, Vigente y Ejecutado entre 2015 y 2018. *Los datos empleados para el año 2018 representan la ejecución hasta el día 09/10/18, momento en el que fue realizada la consulta. Fuente: Elaboración propia

6.2 SISTEMA DE FINANCIACIÓN DE COVIAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA RED

Según lo indicado en el Acuerdo Gubernativo número 186-97, “el patrimonio de COVIAL se integra con:

- 1 Los recursos provenientes del Decreto número 134-96 del Congreso de la República, asignados en el Presupuesto General de Ingresos y Egresos del Estado.
- 2 Los aportes ordinarios y extraordinarios que reciba de entidades nacionales e internacionales.
- 3 Los bienes de cualquier naturaleza que le sean transferidos por el Gobierno de la República, o por entidades descentralizadas, autónomas o semiautónomas.
- 4 Las donaciones de cualquier naturaleza.
- 5 Los intereses que genere el Fondo”.

Principalmente, los recursos provenientes del Presupuesto General proceden de la recaudación del Impuesto a la Distribución de Petróleo Crudo y Combustibles Derivados del Petróleo.

De acuerdo con el Decreto Número 38-92, la distribución de petróleo y sus combustibles es hecho generador de un gravamen que surge en el momento del despacho de dichos productos.

Lo recaudado por este impuesto es asignado de la siguiente manera:

- Del impuesto que grava la gasolina superior y la regular, el Ministerio de Finanzas traslada Q 0.10 por galón a la Municipalidad de Guatemala y Q 0.20 para el resto de municipalidades. Estos recursos se destinan a servicios de transporte y a mejorar, construir y mantener la infraestructura vial urbana y rural.
- Del impuesto que grava la gasolina superior y la regular, el Ministerio de Finanzas destina Q 1 por galón al Ministerio de Comunicaciones como fondo privativo para la conservación y mejora de la red de carreteras y caminos rurales (COVIAL).

De acuerdo con la SAT, **en 2017 se recaudaron mediante este impuesto MQz 3,296.4**, el mayor valor desde 2004. En 2015 y 2016 la cifra fue de 2,898.9 y 3,195.3 respectivamente.

6.3 CAPACIDAD DE INVERSIÓN MEDIANTE ALIANZAS PÚBLICO PRIVADA –APP

6.3.1 Marco jurídico

Las Alianzas para el Desarrollo en Infraestructura Económica, conocidas mundialmente como **Alianzas Público Privadas - APP**, son un mecanismo de contratación alternativo que permite construir obras públicas, con altos estándares de servicio, con la participación de inversionistas privados. La modalidad ofrece una solución al Estado para que este pueda hacerse de infraestructura propia, sin comprometer los recursos de funcionamiento.

Bajo esta modalidad el inversionista diseña, financia, construye opera y mantiene la obra pública bajo su responsabilidad con los mejores niveles de servicio. El inversionista recupera su inversión en un plazo de entre 20 y 30 años en base a los cobros por servicio que realiza.

Guatemala presentó durante años diferentes problemas que frenaban la llegada de inversiones para realizar proyectos mediante Alianzas Público Privadas – APP, entre los cuales destacaban:

- una insuficiente preparación de los proyectos;

- falta de recursos materiales o humanos necesarios para la preparación y conducción de los procesos;
- falta de credibilidad u oscuridad en la implantación de los procesos;
- carencia de un liderazgo efectivo para la conducción de los procesos.

Con el objetivo de facilitar la realización de APPs, en abril de 2010 se aprueba la **Ley de Alianzas Público-Privadas para el Desarrollo de Infraestructura Económica** que:

- establece el marco normativo para la celebración y ejecución de contratos de alianzas para el desarrollo de infraestructura económica.
- incluye reglas suficientes que permitirán dar certeza jurídica a los inversionistas interesados en participar en una APP.

La ley se aplica a contratos de alianzas para el desarrollo de infraestructura económica, destinados a crear, construir, desarrollar, utilizar, aprovechar, mantener, modernizar y ampliar:

- Infraestructura, autopistas, carreteras, puertos, aeropuertos, proyectos de generación, conducción y comercialización eléctrica y ferroviaria.
- Incluye: provisión de equipamientos necesarios para el cumplimiento de la ley.
- Prestación de servicios asociados y otros complementarios a los citados.
- Se privilegiarán proyectos pero sin exclusividad y conforme a los parámetros contenidos en la ley, la atención de las regiones de menor desarrollo relativo del país, así como el respeto al patrimonio cultural de la Nación.
- Las Municipalidades y mancomunidades de municipios pueden realizar proyectos de infraestructura bajo el marco legal establecido en la Ley.
- No aplica a infraestructura en educación, salud y agua.

Dicha ley facilitó la creación en 2012 de la **Agencia Nacional de Alianzas para el Desarrollo de Infraestructura Económica – ANADIE** como entidad descentralizada, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Sus funciones son:

- Elaborar y coordinar, con las autoridades competentes, los planes, políticas y normas para el desarrollo y buen funcionamiento de la modalidad de contratación de alianzas con la institución contratante.
- Velar por la correcta utilización y ejecución de contratos de alianzas por parte de las instituciones del Estado que se interesen en contratar a través de esta modalidad.
- Asesorar a las instituciones del Estado sobre todos los aspectos de alianzas.

La Agencia cuenta con los recursos financieros que se le asignan en el Presupuesto General de Ingresos y Egresos del Estado aprobado por el Congreso de la República. Además, se creó un fondo de capital privativo para la promoción y desarrollo de las iniciativas de alianzas para el desarrollo de infraestructura económica, el que se capitalizará con el cargo del uno por ciento (1%) calculado en base al valor de los proyectos que se adjudiquen al participante privado. Este fondo se capitaliza además con:

- Los intereses que generen los recursos financieros;
- Las transferencias que el Organismo Ejecutivo realice a su favor, debidamente autorizadas;

- Las donaciones de organismos internacionales;
- Cualquier otro ingreso que le autorice captar la ley.

El Presupuesto asignado a la Agencia en 2017 es de MQz 15. Está previsto que hasta 2021 se aumente el presupuesto en Q 500,000 por año, por lo que **en el periodo 2017 – 2021 la Agencia dispondrá de MQz 80.**

Dichos recursos se invierten únicamente en:

- estudios de preinversión;
- pago de contingencias;
- gastos de funcionamiento de la Agencia;
- derechos de vía de proyectos de alianza para el desarrollo de infraestructura económica.

Desde su fundación, la ANADIE buscó megaproyectos a ser realizados mediante APPs. **De los 10 proyectos de infraestructura económica que la Agencia identificó en 2016, se prevé que en 2018 se dé continuidad a 6, estimados en un total de US \$ 1,500 millones.** Los proyectos considerados son:

- Plaza Gobierno/Centro Administrativo del Estado – CAE (precalificación de licitantes);
- Puerto Intermodal Tecún Umán II (estudios previos);
- Modernización del Aeropuerto Internacional La Aurora (estudios previos);
- Autopista Escuintla - Puerto Quetzal (adjudicada);
- Metro Riel (estudios previos);
- Autopista urbana, Vía Exprés Nor-Oriente. Libramiento de Ciudad de Guatemala (estudios previos).

El presupuesto para la ejecución de los 2 proyectos de infraestructura vial se estima en US \$ 260 millones.

6.3.2 Rutas concesionadas en Guatemala

Autopista Palín – Escuintla

Adjudicada en 1998 por un periodo de 25 años (hasta 2023) a la Constructora Marhnos S.A.

Los trabajos de construcción de esta autopista de 29 kilómetros alcanzaron un total de MQz 334, pagados por el Gobierno de Guatemala. De acuerdo con el contrato, la concesionaria podía aumentar la tarifa de peaje cada 6 meses. El Estado recibe el 1% de los ingresos; se calcula que hasta la fecha el Estado ha ingresado Q 13.6 Millones.

6.3.3 Carretera privada

Vía Alternativa Sur – VAS

Es una iniciativa vial privada alternativa a las vías públicas que surgió para proporcionar un acceso a la ciudad de Guatemala desde el sur del país, reduciendo el tiempo de viaje y los congestionamientos y evitando la circulación por la cuesta de Villalobos y la calzada Aguilar Batres e Hincapié.

La VAS conectará la CA-09S y la CA-01E, teniendo una longitud total de 25km. Se dividió su construcción en diversas fases; el primer tramo contempla la construcción total de 15 kilómetros edificadas con

capital privado en dos fases, de las cuales la primera, de 11 kilómetros, fue puesta al uso de la población en 2016 y los últimos 3km han entrado en funcionamiento en 2018.

El peaje es de 5Q para motocicletas y vehículos particulares.



Figura 5. Tramo de la VAS actualmente en operación. Fuente: VAS

6.3.4 Proyecto de infraestructura vial en APP

Autopista Escuintla – Puerto Quetzal

Es el primer contrato APP de Guatemala, adjudicado en julio de 2018 al Consorcio Autopistas de Guatemala, formado por las empresas Marhnos (mexicana) y Precon (guatemalteca).

Los trabajos, estimados en US \$ 80 millones, comprenderán la rehabilitación, construcción de retornos y pasos a desnivel adecuados para una autopista de alrededor de 40 kilómetros, así como la operación y mantenimiento. El consorcio será responsable de la rehabilitación, administración, operación, mantenimiento y obras complementares.

El periodo de concesión será de 22 años (más 3 años de construcción). El financiamiento del proyecto será responsabilidad de la concesionaria, cuya principal fuente de ingresos será el cobro de un peaje a los usuarios, de tarifa base de Q15 por vehículo.

La concesionaria ofrecerá al Estado un porcentaje del 36.13% por concepto de canon, adicional al cinco por ciento a partir del primer día del noveno año de la fase de explotación hasta el vencimiento del contrato, lo que suma un 41.13%. El Estado prevé ingresar entre MQz 8 -10 al año por el pago del canon, cantidad que ascendería hasta los MQz 40 a partir del noveno año.

7. DEFINICIÓN DEL LÍMITE PRESUPUESTARIO

7.1 CAPACIDAD DE INVERSIÓN DEL ESTADO

El análisis de la inversión realizada en los últimos años indica que el Presupuesto Ejecutado promedio anual destinado al Desarrollo de Infraestructura Vial entre 2015 y 2017 es de MQz 2,205.3.

Sin embargo, en el año 2018 se aprecia un aumento significativo de la ejecución del presupuesto llegando a MQz 2,485.4 en el mes de Octubre que manteniendo el ritmo constante de ejecución hasta final de año serían unos MQz 3,300.

Por otra parte, el PDV 2008-2017 tenía un presupuesto total de MQz 24,000 repartidos en un periodo de 10 años, con una media de MQz 2,400 anuales. Se partía de una inversión anual para el primer año de MQz 2,000 y se incrementaba a un ritmo del 4% anual hasta llegar a un total de MQz 24,000 en todo el periodo (MQz 2,400 de promedio y un presupuesto para el año 10 de MQz 2,900).

Cabe destacar que los diferentes indicadores sobre el estado de las carreteras de Guatemala analizados indican que la red vial presenta importantes deficiencias en relación al resto de países de la región. En este sentido, el país dispone de 1 metros de carretera por habitante, el menor de Centroamérica. Analizando los metros de carretera entre la superficie del país, se observa que Guatemala presenta 151 metros de carretera por km², tan solo superando a Honduras. De los 16,456 Km, según el CIV, apenas el 44.6% están pavimentados. En cuanto a los metros de carretera pavimentada en relación a la superficie, se aprecia que Guatemala presenta un índice de 67 metros pavimentados por Km², un valor claramente inferior al de Costa Rica, El Salvador y Panamá, superando tan solo a Honduras y Nicaragua. Además, en el Informe Global de Competitividad 2017-2018 del Foro Económico Mundial se indica que Guatemala ocupa el puesto 106 sobre 137 en el índice de calidad de las carreteras, situándose por debajo del resto de países analizados de la región (con excepción de Costa Rica). La mejora de estos indicadores y, por lo tanto, de la calidad y extensión de la red pasa necesariamente por una mayor inversión en infraestructura vial.

Siguiendo el criterio del PDV anterior, y partiendo de un presupuesto inicial de MQz 3,300 para 2018 e incrementando la inversión en un 4% anual durante 15 años se llega a un presupuesto final de **MQz 65,790**, con una inversión anual promedio de **MQz 4,405**.

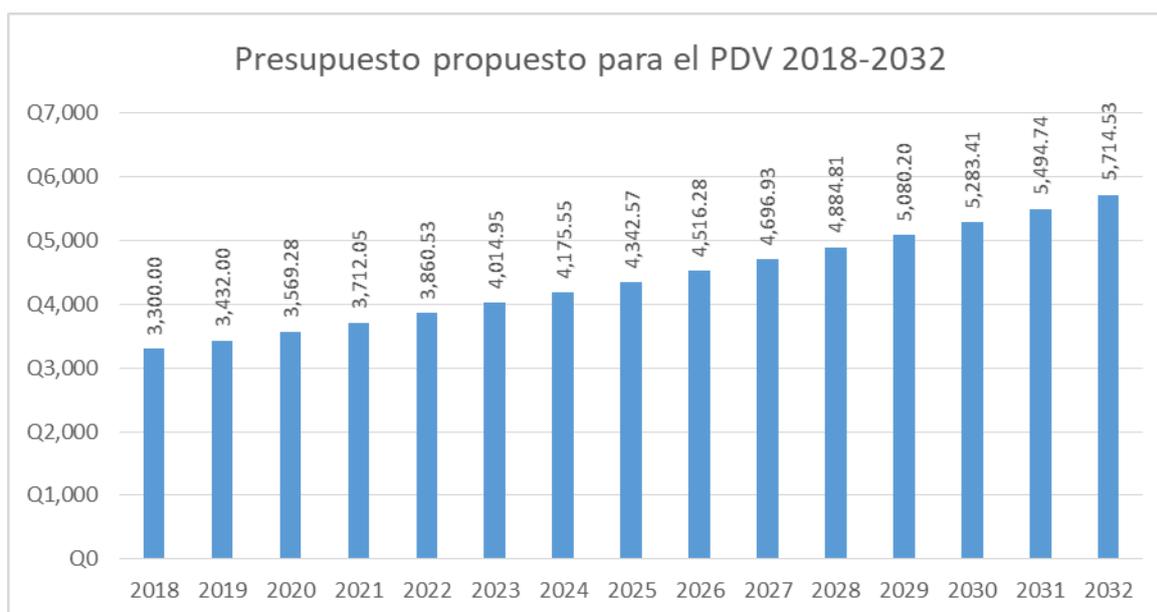


Gráfico 27. Presupuesto propuesto a lo largo del periodo de actuación del PDV. Fuente: Elaboración propia

Este límite presupuestario incluye todas las acciones contempladas en materia de gestión, ampliación y mantenimiento de la red vial. Así, se incluyen mejoras de carreteras o construcción de nuevas que iría a cargo de la DGC, pero también el mantenimiento de las mismas a lo largo del periodo de vigencia del PDV que iría a cargo de COVIAL.

Este presupuesto incluirá también programas específicos como la mejora de la señalización, las obras de drenaje, programa de mejora de puentes, etc.

A continuación se detallan las otras fuentes de financiamiento para asumir este límite presupuestario impuesto para el PDV 2018-2032.

7.2 OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO

7.2.1 Fuentes existentes que pueden ampliarse

- **Fondo privativo para la conservación y mejora de la red de carreteras y caminos rurales. Impuesto sobre el combustible.**

De acuerdo con el Decreto Número 38-92, la distribución de petróleo y sus combustibles es hecho generador de un gravamen que surge en el momento del despacho de dichos productos.

Lo recaudado por este impuesto es asignado de la siguiente manera:

- Del impuesto que grava la gasolina superior y la regular, el Ministerio de Finanzas traslada Q 0.10 por galón a la Municipalidad de Guatemala y Q 0.20 para el resto de municipalidades. Estos recursos se destinan a servicios de transporte y a mejorar, construir y mantener la infraestructura vial urbana y rural.
- Del impuesto que grava la gasolina superior y la regular, el Ministerio de Finanzas destina Q 1 por galón al Ministerio de Comunicaciones como fondo privativo para la conservación y mejora de la red de carreteras y caminos rurales (COVIAL).

- **Nuevas alianzas público privadas**

El ministerio de comunicaciones infraestructura y vivienda ya tiene previstas nuevas concesiones como la autopista Escuintla-Puerto Quetzal (que ya ha sido adjudicada), la concesión para el sistema de control de pesos y dimensiones de los vehículos de carga o para libramientos y tramos del anillo regional de Guatemala.

En el presente PDV se exponen con mayor detalle estas futuras APP y se proponen de nuevas.

- **Impuesto a la ocupación hotelera**

De acuerdo con el Decreto Número 1701, todas las empresas que se dedican a brindar el servicio de hospedaje están afectas a un impuesto del 10% sobre el precio que el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT) sugiere para cada habitación. Es decir que si el hospedaje durante una noche en un hotel cuesta Q100, se deben pagar Q10.00 de impuesto a la ocupación hotelera, aparte del IVA (12%).

En 2017 el INGUAT **preveía recaudar MQz 120**. En 2016 se recaudaron MQz 110.32 y en 2015 MQz 103. Cerca del 50% del presupuesto del INGUAT se obtiene de la recaudación de este gravamen, que se utiliza en la promoción turística a nivel nacional e internacional, así como en la inversión en infraestructura de lugares turísticos en el país.

- **Impuesto de salida del país**

Según lo establecido en el Decreto Número 1701 (Ley Orgánica del instituto Guatemalteco de Turismo) y sus reformas, todas las personas que salgan del país por vía aérea deben pagar un impuesto cuyo monto es el equivalente en quetzales a treinta dólares de los Estados Unidos (US\$30.00) y del equivalente a diez dólares de Estados Unidos de América (US\$10.00) por cada persona que viaje por vía marítima. Están exentas de pagar este impuesto las tripulaciones de las naves aéreas o marítimas y quienes salgan del país por vía terrestre. La recaudación de este tributo está a cargo de las empresas de aviación o marítimas y de sus agencias.

Del monto total del impuesto de salida por vía aérea, el 32% financia programas de alfabetización del ministerio de Educación; **el 33% va para el Instituto Guatemalteco de Turismo, INGUAT; el 27% es para la Dirección General de Aeronáutica Civil**; el 4% para el Ministerio de Cultura y Deportes (para el fortalecimiento de sitios y monumentos arqueológicos e históricos y museos); y un 4% para la Comisión Nacional de Áreas Protegidas, CONAP.

Del monto total del impuesto de salida por la vía marítima: **el 75% es para el Instituto Guatemalteco de Turismo, INGUAT**; el 15% para el Ministerio de Cultura y Deportes; y el 10% para la Comisión Nacional de Áreas Protegidas, CONAP.

Según datos de la SAT, en 2017 la recaudación fue de MQz 300.3, el mayor valor desde 2004. En 2016 y 2016 la recaudación fue de MQz 279.7 y MQz 262.5 respectivamente.

7.2.2 Nuevas fuentes de financiamiento a explorar

Se propone explorar nuevas fuentes de financiamiento que permitan aumentar este límite presupuestario:

- Aumentar el impuesto sobre el petróleo crudo y combustibles derivados del petróleo para disponer de más fondos para el mantenimiento de las carreteras y los caminos rurales.
- Implantar un peaje para vehículos pesados extranjeros que no tengan Guatemala como punto de origen o destino. Es decir, a aquéllos que usan la infraestructura vial de Guatemala, desgastándola, para cruzar el país y llegar a un país vecino, sin aportar ni generar riqueza a Guatemala.
- Implantar un peaje para los vehículos pesados que realicen el recorrido entre Puerto Quetzal y Puerto Barrios. Es decir, a aquéllos vehículos que utilizan la infraestructura vial del país, desgastándola, para transportar cargas de puerto a puerto pero que no generan ni aportan riqueza al país.
- Implantar un peaje para vehículos extranjeros (identificados a partir de la matriculación), siguiendo el ejemplo de otros países como por ejemplo Alemania.
- Dedicar una parte específica y fija del Impuesto a la ocupación hotelera al mantenimiento de las carreteras de acceso a lugares turísticos.
- Dedicar una parte del Impuesto de Salida del País al mantenimiento de las carreteras que permiten acceder a los puntos fronterizos (fronteras terrestres, puertos y aeropuertos).
- Incrementar el Impuesto a la ocupación hotelera y dedicar ese aumento única y exclusivamente al mantenimiento de carreteras de acceso a lugares turísticos.

8. ESCENARIOS DE CRECIMIENTO DE LA MOVILIDAD 2032

El MOPAV considera cual es el efecto en los costos e impactos de cada tramo del inventario en función del crecimiento de la movilidad a lo largo de todo el horizonte del Plan. Para ello, se consideran 3 escenarios de crecimiento de la movilidad distintos.

El escenario de crecimiento de la movilidad sirve para estimar el tráfico futuro en cada tramo de red y poder evaluar así el impacto que tendrá cada actuación en términos de beneficio de tiempo, desgaste de los vehículos, accidentalidad, consumos y emisiones.

8.1 PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS ESCENARIOS

Para estimar el crecimiento de la movilidad y el tráfico es necesario correlacionarlo con variables socioeconómicas que sean extrapolables para el futuro.

Dadas las condiciones en las que se desarrolla el PDV de Guatemala se ha decidido que las variables que se emplearán para la estimar la prospectiva de movilidad son:

1) Crecimiento de la economía (PIB)

La mejora de la economía genera incrementos de movilidad en general, tanto de movilidad por trabajo (aumenta la ocupación, disminuye el desempleo y las empresas generan mayor movimiento de transporte de cargas) como de ocio (con mayor riqueza la gente se desplaza más para actividades lúdicas)

Se dispone de diferentes estudios que tratan de correlacionar el crecimiento del tráfico con el crecimiento del PIB.

Este crecimiento del tráfico sirve como base para el conjunto de las carreteras del país. Sobre este crecimiento inicial se aplican otros factores específicos para cada tramo en función de su atractivo turístico o de su situación en entornos urbanos de alta densidad.

2) Crecimiento de la población

El incremento de la población se traduce directamente en un aumento del tráfico y la movilidad, en este caso, por carretera. Se considera como un crecimiento directamente proporcional entre las dos variables.

3) Crecimiento del Turismo

El crecimiento del turismo repercute directamente en aquellas carreteras identificadas específicamente de interés turístico.

En las carreteras turísticas se asume que parte del tránsito es de turistas y que, por lo tanto, el crecimiento del tránsito en estas carreteras será superior a la media. Así, se asume que el 50% del tránsito de vehículos livianos es de turistas y además se aplica un factor corrector para corregir el crecimiento del tránsito en ellas.

4) Crecimiento de la concentración de población en zonas urbanas

El crecimiento del porcentaje de población urbana repercute en mayores tasas de crecimiento del tránsito en las carreteras de departamentos en los que existen las mayores concentraciones urbanas (los que presentan una mayor densidad de población). A estos efectos se considera que dichos departamentos serán los que presentan una densidad de población superior a los 350 hab/km²: Guatemala, Chimaltenango, Quetzaltenango, Sacatepéquez, Sololá y Totonicapán.

8.2 ESCENARIOS DE CRECIMIENTO DE LA MOVILIDAD CONSIDERADOS

Así, el usuario tiene libertad para definir diferentes valores para los parámetros anteriores y crear su propio escenario de crecimiento de la movilidad. Sin embargo, el MOPAV presenta un total de 3 escenarios predeterminados: los escenarios de previsión de crecimiento de la movilidad del PDV 2018-2032:

- **Escenario tendencial (Business As Usual):** La movilidad en los próximos 15 años sigue la tendencia de los últimos años. En este escenario se produce un incremento significativo de la movilidad en el país, principalmente concentrado en las áreas urbanas. El incremento de la actividad económica junto con el aumento de población y la llegada de turistas supondrá mayores flujos de circulación, que pueden ocasionar congestiones mayores a los ya existentes. Es el escenario que se aplica para obtener los resultados del PDV.
- **Escenario de crecimiento expansivo:** El aumento de la movilidad en el país es claramente superior que para el escenario tendencial. Un mayor incremento de la economía, de la población y de la llegada de turistas se traduce en un mayor tránsito en el sistema vial del país. Este aumento de la movilidad será especialmente significativo en áreas urbanas debido a la tendencia de la población a concentrarse en estas zonas que, si no presentan diseños urbanos y sistemas de transporte colectivo adecuados, experimentarán importantes congestionamientos.
- **Escenario autocontenido:** El escenario autocontenido presenta un incremento de la movilidad, aunque inferior al tendencial: la desaceleración económica, la menor llegada de turistas y el menor aumento de población suponen un menor incremento de la movilidad. Aun así, la evolución de la concentración de la población en zonas urbanas presenta un crecimiento prácticamente igual que el del escenario tendencial, por lo que en este escenario los centros urbanos seguirán presentado problemas de congestión importantes.

8.3 COMPARATIVA DE LOS 3 ESCENARIOS DE MOVILIDAD

Comparando los 3 escenarios de evolución de la movilidad considerados, se puede observar claramente las diferentes previsiones de crecimiento económico.

Siguiendo un comportamiento muy similar al del PIB, existe una diferencia de cerca de 4.5 puntos entre las previsiones de los escenarios de crecimiento expansivo y el autocontenido. Esta diferencia se reduce hasta los 2 puntos entre el de crecimiento expansivo y el tendencial, y entre el tendencial y el autocontenido. A estos crecimientos del tránsito se les deberá aplicar factores de crecimiento del turismo y de la población urbana en los tramos de la red que formen parte de la red de carreteras de interés turístico y/o en los tramos de carretera que transcurran por los departamentos de Guatemala, Chimaltenango, Quetzaltenango, Sacatepéquez, Sololá y Totonicapán (departamentos con densidad poblacional superior a los 350 hab/km²).

Previsión de crecimiento del tránsito promedio

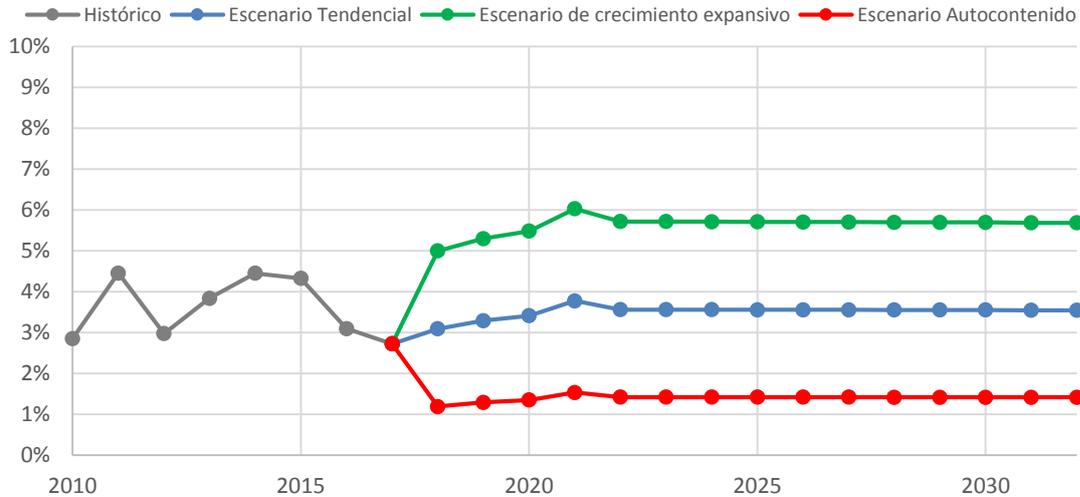


Gráfico 28. Comparativa de la previsión de crecimiento del tránsito promedio de los 3 escenarios de crecimiento de la movilidad. Fuente: Elaboración propia

8.4 ESCENARIO ESCOGIDO PARA LA PROPUESTA PDV 2018-2032

Para el escenario de crecimiento de la movilidad del PDV 2018-2032 se utiliza **el escenario tendencial**.

Aplicando el escenario de crecimiento tendencial en los valores de TPDA actuales, se obtiene el valor de TPDA estimado para el 2032. En el mapa siguiente se ilustran las intensidades de tránsito para cada una de las vías inventariadas.

En él se observa que existen pocas vías por encima de 40,000 vehículos/día; apenas el 7.2% de la red primaria y el 1.2% de la red secundaria. Sin embargo, estas vías resultan de especial interés ya que a partir de superar los 40,000 veh/día es recomendable implantar vías de 2 calzadas con 3 carriles cada una. En el intervalo de TPDA comprendidos entre los 20,000 y los 40,000 vehículos/día se encuentran el 15.6% de la red primaria y el 4% de la red secundaria. Entre los 10,000 y 20,000 vehículos/día se encuentran el 26% de las vías primarias y el 10% de las secundarias. Las vías con TPDA entre los 10,000 y 40,000 veh/día resultan de especial interés puesto que son vías en las que parece razonable proponer una duplicación de la calzada. En el intervalo de TPDA entre los 5,000 y 10,000 vehículos se encuentran el 17.8% de la red primaria y el 23.3% de la secundaria. Finalmente, el 33.4% de la red primaria y el 61.5% de la red secundaria presentan TPDA inferiores a los 5,000 vehículos/día.

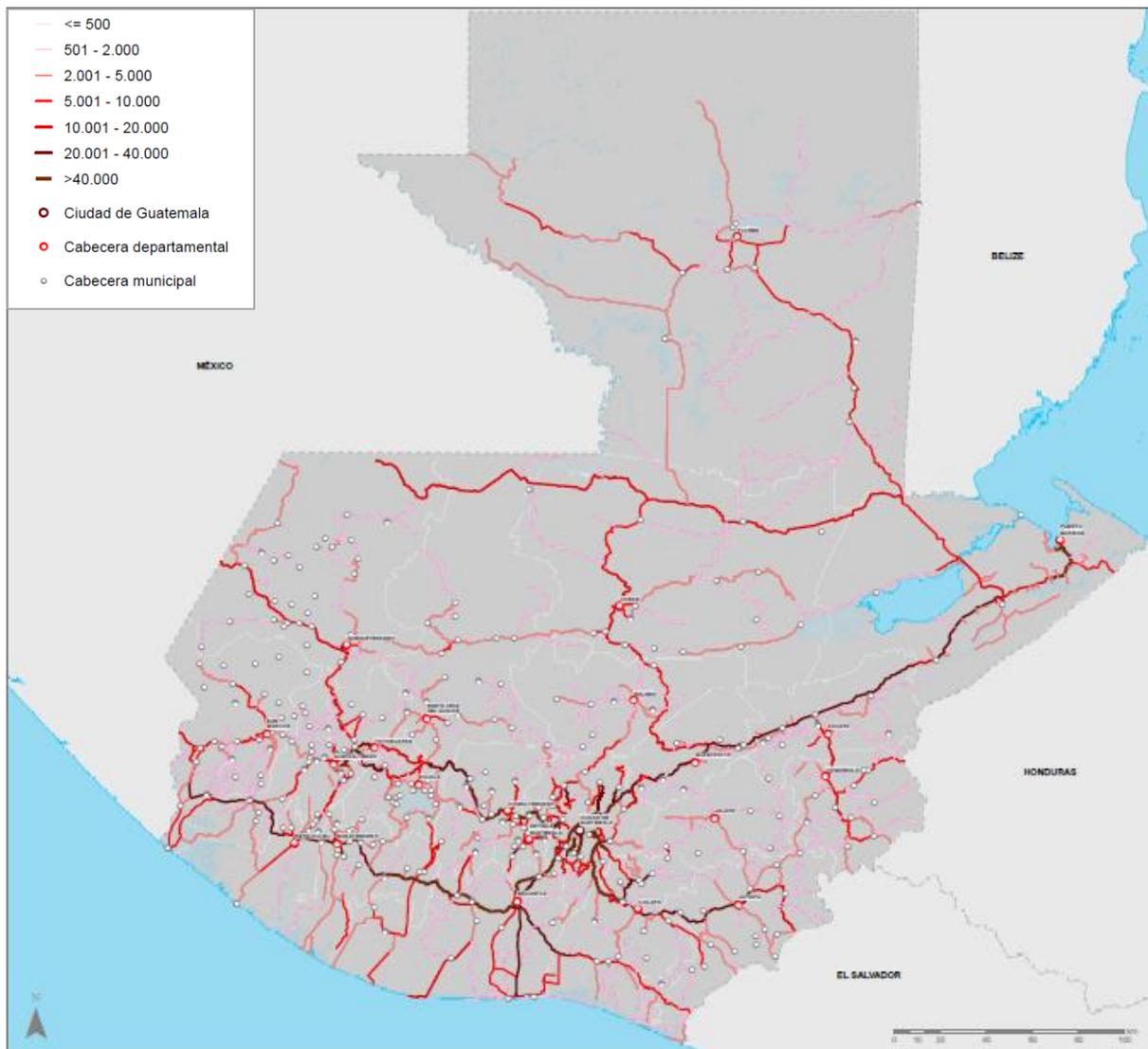


Figura 6. Estimación del TPDA en la red vial de Guatemala en el año 2032. Fuente: Elaboración propia

9. ESCENARIOS DE PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES

9.1 CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN CONSIDERADOS

El MOPAV permite definir unos escenarios de priorización de actuaciones en función de un conjunto de criterios. Los criterios en los que se basa el análisis de escenarios son:

- Rentabilidad (se priorizan los tramos con mejor resultado en el análisis costo beneficio – ACB).
- Integración Regional (se priorizan los corredores incluidos en el proyecto Mesoamérica).
- Desarrollo económico (se priorizan tramos que dan acceso a centros productivos locales, puertos y aeropuertos).
- Potenciar el turismo (se priorizan las carreteras de interés turístico).
- Seguridad (se priorizan las actuaciones en tramos con una alta accidentabilidad).
- Bienestar (se priorizan la ejecución de libramientos y de actuaciones de mejora en zonas de congestión vial y accesos a cabeceras municipales no pavimentados).
- Equilibrio territorial (se priorizan actuaciones en tramos de carretera que favorecen la reducción de la desigualdad de acceso a la red, teniendo en cuenta cuales son los departamentos en los que se ha invertido menos en materia de infraestructura vial).
- Estado de las carreteras (se priorizan las actuaciones en las carreteras con un peor estado – peor valor del PCI).

Se realiza un análisis multicriterio en el que cada tramo, en función de sus características, recibe una puntuación, para cada criterio, comprendida entre 0 (el tramo no es prioritario para el criterio) y 5 (el tramo es de máxima prioridad para el criterio).

En función de las necesidades del usuario, se asignan diferentes pesos a cada uno de los criterios, ponderando las puntuaciones y creando así diferentes escenarios de priorización.

Finalmente, a partir de la suma de las puntuaciones de todos los criterios se obtiene una puntuación para cada tramo comprendida entre 0 (tramo de nula prioridad) y 40 (tramo de máxima prioridad).

A partir de esta puntuación y de la aplicación de percentiles, el MOPAV clasifica los tramos en tramos de Prioridad Alta (tramos con una puntuación superior al percentil 70), Media (tramos con una puntuación superior al percentil 50) o Baja (tramos restantes).

9.2 ESCENARIOS DE PRIORIZACIÓN PREDETERMINADOS

Las diferentes distribuciones de pesos para cada uno de los criterios configuran diferentes escenarios de priorización; para cada escenario definido el MOPAV indica el grado de prioridad de cada tramo.

Así, el usuario tiene libertad para definir sus propios escenarios de priorización. Sin embargo, el MOPAV presenta un total de 4 escenarios predeterminados: los escenarios de priorización del PDV 2018-2032:

- **Escenario de máxima rentabilidad:** únicamente se actúa en aquellos tramos que obtienen un resultado de “Prioridad Alta” en el análisis multicriterio en el que tan solo se considera el criterio de Rentabilidad (TIR).
- **Escenario de desarrollo económico:** se actúa en aquellos tramos en los que se obtiene un resultado de “Prioridad Alta” en el análisis multicriterio en el que se consideran los criterios de Integración Regional, Desarrollo económico y Priorización del turismo.

- **Escenario de desarrollo social:** se actúa en aquellos tramos en los que se obtiene un resultado de “Prioridad Alta” en el análisis multicriterio en el que se consideran los criterios de Seguridad, Bienestar y Equilibrio territorial.
- **Escenario de priorización de la DGC:** se aplican los pesos de prioridad para criterio obtenidos en el taller de escenarios realizado con expertos de la DGC. Es el escenario que se aplica para obtener los resultados del PDV.

9.3 ESCENARIO ESCOGIDO PARA LA PROPUESTA PDV 2018-2032

Para el escenario de priorización del PDV 2018-2032 se utiliza el **escenario de priorización de la DGC**, donde se aplican los pesos de prioridad para criterio obtenidos en el taller de escenarios realizado con expertos de la DGC.

Descripción del escenario

El 22 de noviembre de 2018 se realizó con representantes del CIV (DGC y COVIAL) y PRONACOM un taller en el que se explicó el funcionamiento del MOPAV y en el que se presentaron los diferentes criterios de priorización y los escenarios considerados. Además, en el taller se distribuyó a los presentes una encuesta con el objetivo de identificar cuál era su percepción sobre la importancia o peso que debía tener cada uno de los criterios de priorización en la definición de los escenarios. La valoración para cada criterio podía de ser de entre 0 y 5, donde el 0 indicaba estar muy en desacuerdo con el criterio considerado mientras que el 5 indicaba estar muy de acuerdo.

Realizando el promedio de todas las encuestas recogidas se obtuvo el peso que los técnicos del CIV y PRONACOM otorgaron a cada criterio de priorización. Estos valores configuran el escenario de prioridad de la DGC, presentado en la imagen siguiente.

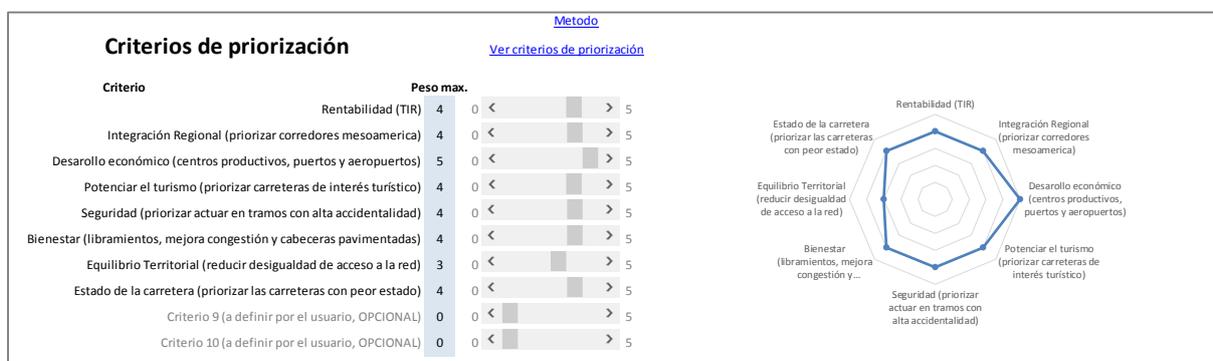


Figura 7. Aplicación de los resultados de las encuestas en el MOPAV para definir el escenario de prioridad de la DGC. Fuente: Elaboración propia

También se permitió que indicaran hasta dos nuevos criterios de priorización que, en su opinión, el MOPAV también debería considerar. En total se contabilizaron un total de 8 nuevas propuestas de criterios de priorización. Tras su análisis detallado se observó que la mayoría ya estaban siendo considerados (o bien dentro de alguno de los criterios de priorización ya existentes, o bien en el cálculo de los costos o incluso dentro de un programa de actuaciones del PDV), y que otros correspondían a la fase de diseño de las actuaciones priorizadas y no a la fase de priorización, por lo que finalmente no se incluyó ningún criterio de priorización nuevo. Se adjunta como anejo la nota explicativa del taller, que incorpora los resultados del mismo.

Resultados

En este escenario de priorización se clasifican todas las vías en 3 grados de prioridad:

- Prioridad Alta: vías en las que se debe actuar en el corto plazo;
- Prioridad Media: vías en las que se debe actuar en el mediano plazo;
- Prioridad Baja: vías en las que se debe actuar en el largo plazo.

El 34% de la red vial del país presenta un grado de Prioridad Alta y por lo tanto precisan de actuaciones en el corto plazo, frente al 17% que precisa de actuaciones en el mediano plazo y un 48% que precisa actuaciones para el largo plazo.

Tabla 14. Longitud de la red en función de su grado de prioridad y de su plazo de actuación. Fuente: Elaboración propia.

Prioridad	Plazo de actuación	Longitud (km)	%
Alta	Corto	3,932.54	34%
Media	Mediano	2,011.93	17%
Baja	Largo	5,585.17	48%
Total		11,529.64	100%

Actuaciones para el corto plazo

En lo referente a la red clasificada como de Prioridad Alta, se actúa en un total de 299 tramos en el corto plazo, contabilizando un total de **3,932.54 km**. De estos, un 39% corresponden a vías actualmente clasificadas como primarias, un 19% a vías secundarias y un 41% a vías terciarias.

Tabla 15. Tipología de las vías categorizadas como de Prioridad Alta en el escenario de priorización de la DGC. Clasificación en función de la jerarquía actual del PDV. Fuente: Elaboración propia

Categoría	Jerarquía actual	
	Longitud (km)	%
Primaria	1,545.13	39%
Secundaria	764.28	19%
Terciaria	1.623.13	41%
Total	3,932.54	100%

En relación a la categoría de la ruta, un 33% de las vías clasificadas como de Prioridad Alta corresponden a vías Centroamericanas, un 51% a vías Departamentales y apenas un 16% a vías Nacionales.

Tabla 16. Tipología de las vías categorizadas como de Prioridad Alta en el escenario de priorización de la DGC. Clasificación en función de la categoría de la ruta. Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Jerarquía actual	
	Longitud (km)	%
Centroamericana	1,299.94	33%
Nacional	616.15	16%
Departamental	2,016.45	51%
Total	3,932.54	100%

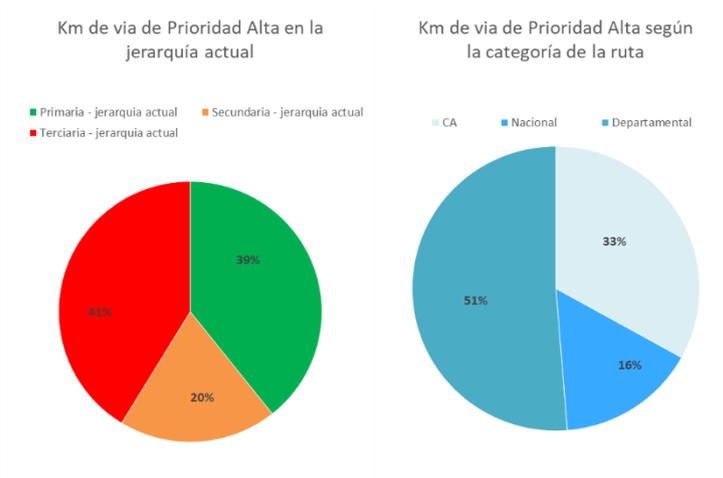


Gráfico 29. Tipología de los km categorizados como de Prioridad Alta en el escenario de priorización de la DGC. Clasificación en función de la jerarquía actual, de la nueva jerarquía y de la categoría de la ruta. Fuente: Elaboración propia.

El mapa siguiente muestra los tramos de carretera en función de su grado de prioridad según el criterio de priorización de la DGC.

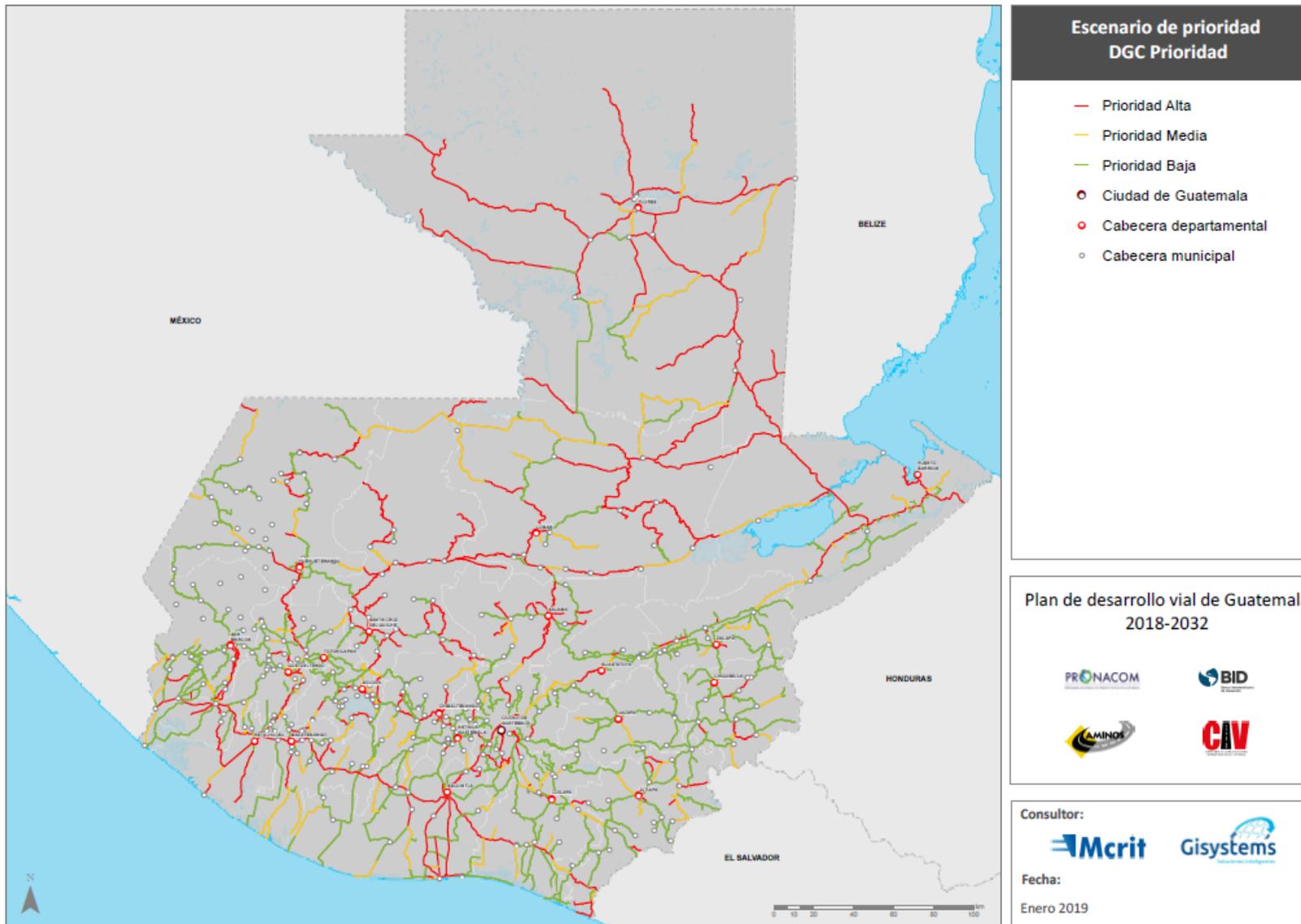


Figura 8. Clasificación de la red vial por el criterio de prioridad de la DGC

10. ESCENARIOS DE CAPACIDAD DE INVERSIÓN

10.1 ESCENARIOS DE CAPACIDAD DE INVERSIÓN CONSIDERADOS

El MOPAV presenta 4 posibles escenarios de capacidad de inversión:

- Escenario de inversión 1: Mantenimiento de la red vial actual.** Consiste en un escenario con una gran limitación en la capacidad de inversión en el que únicamente se realizan operaciones de mantenimiento de la red actual con el objetivo de restablecer el PCI de cada tramo hasta su valor máximo (100), sin realizar otras actuaciones que puedan modificar las características de cada tramo. Así, no se realizan pavimentaciones de terracerías, ampliaciones a 4 carriles, ampliaciones de plataforma, etc... Sin embargo sí que se realizan operaciones de rehabilitación y reconstrucción en caso de ser necesarias.

Así pues en este escenario se calcula el costo de mantener la red en buenas condiciones en el periodo 2018-2032. Se calcula tanto el mantenimiento necesario para restablecer el máximo nivel de PCI como los mantenimientos ordinarios y extraordinarios que deben realizarse anualmente para evitar el deterioro de la carretera.

Este escenario precisa de una inversión total de **MQz 33,131.16**.
- Escenario de inversión 2: Priorización** (acorde con los criterios de priorización del análisis multicriterio). Consiste en un escenario con limitación en la capacidad de inversión en el que se realizan actuaciones de mejora y ampliación de la red vial en los tramos que hayan obtenido los mejores resultados en el análisis multicriterio (en base a los parámetros definidos en los criterios de priorización) y en el resto se realizan actuaciones de restablecimiento del PCI (indicadas en el escenario 1 de mantenimiento de la red actual), hasta alcanzar el límite presupuestario, previamente fijado en **MQz 65.790**

En este escenario se realizarían actuaciones de mejora de la carretera (ampliar capacidad, mejora de sección o pavimentar) en un total de 92 tramos (aquéllos que han obtenido la mayor puntuación en el análisis multicriterio), contabilizando un total de 1,235.70 km. En los 950 tramos restantes se realizan actuaciones de restablecimiento del PCI. Además, se incluye el mantenimiento anual ordinario y extraordinario de la red de carreteras.
- Escenario de inversión 3: Completo (se realizan todas las obras necesarias).** Consiste en el escenario de máximos del PDV en el que se realizan todas las actuaciones de mejora necesarias a corto plazo y se incluyen los costos de mantenimiento de estas inversiones para todo el periodo del PDV.

En total se realizarían actuaciones de mejora de sección y de ampliación de capacidad en el 71% y 15% de la red vial respectivamente. Este escenario precisa de una inversión total **MQz 128,554.94**.
- Escenario de inversión 4: Priorización con la participación de operadores privados (concesiones y APPs).** Consiste en un escenario con limitación en la capacidad de inversión en el que se realizan todas las acciones del escenario 1 (mantenimiento de la red actual) y se añaden aquellas actuaciones que hayan obtenido los mejores resultados en el análisis multicriterio (en base a los parámetros definidos en los criterios de priorización) hasta alcanzar el límite presupuestario, previamente fijado en **MQz 66.077.84**. Además, se reduce el costo de implementación del PDV a través de la implantación de todas las concesiones previstas

(autopistas, áreas de pesaje,...). Es el escenario que se aplica para obtener los resultados del PDV.

10.2 ESCENARIO ESCOGIDO PARA LA PROPUESTA PDV 2018-2032

Para el escenario de capacidad de inversión del PDV 2018-2032 se utiliza el **Escenario de inversión 4: Priorización con la participación de operadores privados (concesiones y APPs).**

Descripción del escenario

Consiste en un escenario con limitación en la capacidad de inversión en el que se realizan todas las acciones del escenario 1 (mantenimiento de la red actual) y se añaden aquellas actuaciones que hayan obtenido los mejores resultados en el análisis multicriterio (en base a los parámetros definidos en los criterios de priorización) hasta alcanzar el límite presupuestario, previamente fijado en **MQz 65.790**. Además, se reduce el costo de implementación del PDV a través de la implantación de todas las concesiones previstas (autopistas, áreas de pesaje,...).

Resultados

En este escenario la DGC actúa en un total de 916 tramos, contabilizando un total de 10,033.56 km por un costo de **MQz 24,147.68**, mientras que se concesionan un total de 126 tramos, contabilizando 1,496.08 km, por un costo de **MQz 28,797.57**.

Tramos concesionados

Se proponen concesionar 1,455.33 km de red actualmente primaria, 36.75 km de red secundaria y 4 km de red terciaria. De los 1,496.08 km a concesionar, 1,480.41 km corresponden a carreteras centroamericanas, 11.67 km a carreteras nacionales y 4 a carreteras departamentales. Cabe destacar que la mayor parte del costo de la concesión se concentra en vías actualmente primarias (97%) y en vías centroamericanas (99%).

Tabla 17. Actuaciones concesionadas. Longitud y costo de las actuaciones según la categoría de la ruta en el escenario de inversión 4 – Priorización con la participación de operadores privados. Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Longitud (km)	%	Costo (MQz)	%
Centroamericana	1.480,41	99%	28.553,74	99%
Nacional	11,67	1%	214,00	1%
Departamental	4,00	0%	29,83	0%
Total	1.496,08	100%	28.797,57	100%

En cuanto a la tipología de las actuaciones de las vías a concesionar, el 75% corresponden a ampliaciones de capacidad, frente al 17% de mejora de la sección. Estas actuaciones representan respectivamente el 80% y el 18% del costo total de la concesión).

Tabla 18. Actuaciones concesionadas. Longitud y costo de las actuaciones en el escenario de inversión 4 – Priorización con la participación de operadores privados. Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Longitud (km)	%	Costo (MQz)	%
Ampliar capacidad	1.116,33	75%	23.069,73	80%
Mejora de sección	255,25	17%	5.321,68	18%
Pavimentar	0,00	0%	0,00	0%
Mantenimiento preventivo	62,99	4%	153,99	1%
Mantenimiento menor	11,80	1%	31,36	0%
Mantenimiento mayor	24,64	2%	73,01	0%

Categoría	Longitud (km)	%	Costo (MQz)	%
Rehabilitación	0,00	0%	0,00	0%
Reconstrucción	25,07	2%	147,79	1%
Total	1.496,08	100%	28.797,57	100%

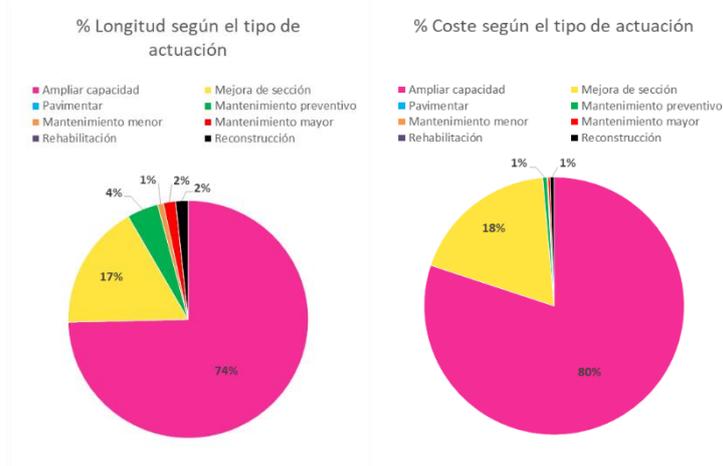


Gráfico 30. Tramos concesionados. Longitud y costo de las actuaciones en el escenario de inversión 4 – Priorización con la participación de operadores privados. Fuente: Elaboración propia.

Tramos donde actúa la DGC

En el tramo de red en el que actúa la DGC se invierte un total de MQz 24,147.68 en actuaciones de mejora y MQz 25,091.94 en mantenimiento anual. El 42% corresponde a vías actualmente clasificadas como terciarias, el 37% a primarias y el 21% a secundarias. En cuanto a la categoría de la ruta, el 45% corresponden a vías departamentales, el 25% a vías nacionales y el 30% a vías centroamericanas.

Tabla 19. Actuaciones de la DGC. Longitud y costo de las actuaciones según la categoría de la ruta en el escenario de inversión 4 – Priorización con la participación de operadores privados. Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Longitud (km)	%	Costo (MQz)	%
Centroamericana	944,11	9%	7.304,00	30%
Nacional	2.136,97	21%	6.018,45	25%
Departamental	6.952,48	69%	10.825,23	45%
Total	10.033,56	100%	24.147,68	100%

En cuanto al tipo de actuación a ser realizada, se observa que las actuaciones de mejora (aumento de capacidad, mejora de sección y pavimentar) agrupan el 26% de la longitud en la que actúa la DGC, aunque representa el 87% del costo total.

Tabla 20. Tramos donde actúa la DGC. Longitud y costo de las actuaciones en el escenario de inversión 4 – Priorización con la participación de operadores privados. Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Longitud (km)	%	Costo (MQz)	%
Ampliar capacidad	585,20	6%	9.125,91	38%
Mejora de sección	1.943,25	19%	11.371,35	47%
Pavimentar	142,27	1%	576,50	2%
Mantenimiento preventivo	2.589,87	26%	43,60	0%

Categoría	Longitud (km)	%	Costo (MQz)	%
Mantenimiento menor	2.023,15	20%	69,76	0%
Mantenimiento mayor	1.473,51	15%	507,71	2%
Rehabilitación	733,56	7%	1.006,73	4%
Reconstrucción	542,75	5%	1.446,11	6%
Total	10.033,56	100%	24.147,68	100%

Además, el mantenimiento ordinario y extraordinario anual que la DGC/COVIAL debe realizar a lo largo del periodo de actuación del PDV asciende a **MQz 25,091.94**, con un promedio de **MQz 1,930.15 año**.

El mapa siguiente muestra las diferentes actuaciones para el conjunto de la red en el escenario de inversión 4 – Priorización con la participación de operadores privados.

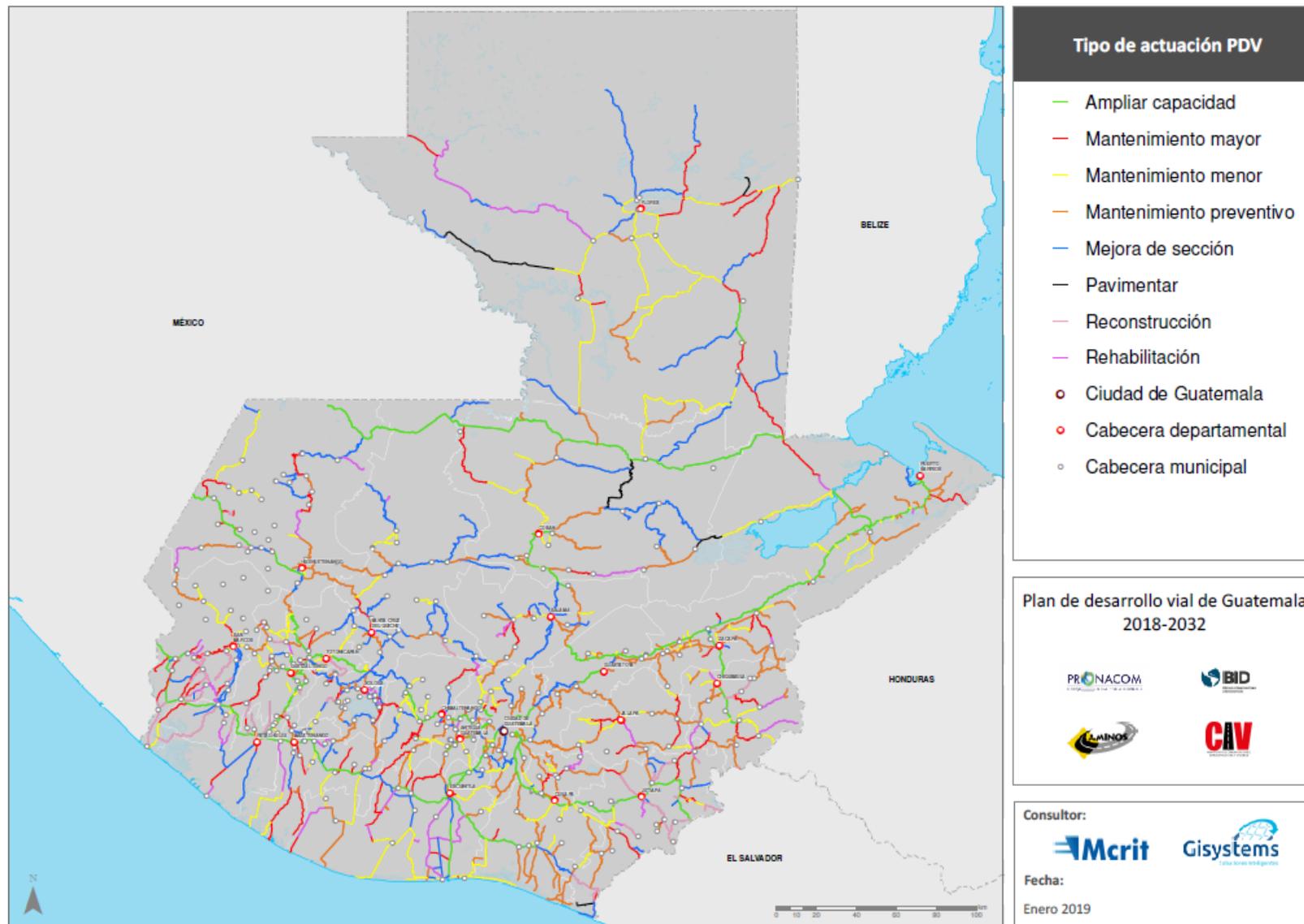


Figura 9. Clasificación de las actuaciones para el conjunto de la red en el escenario de inversión 4. Fuente: Elaboración propia

11. PROPUESTA PLAN DE DESARROLLO VIAL 2018-2032

La propuesta para el PDV 2018-2032 es la caracterizada por:

- Escenario de crecimiento de la movilidad tendencial;
- Escenario de priorización de la DGC;
- Escenario de capacidad de inversión 4: priorización con la participación de operadores privados (concesiones y APPs).

Los principales proyectos presentados se organizan en una serie de 22 sub-planes o programas de intervención que se definen a continuación:

1. Propuesta de ampliación de la red de carreteras
2. Propuesta de nueva clasificación de la red vial
3. Plan de mantenimiento de la red vial
4. Programa de integración regional y suprarregional de la red de carreteras
5. Estrategia para el entorno metropolitano de Guatemala
6. Programa de vías de alta capacidad
7. Programa de ampliación de la sección
8. Programa de pavimentación
9. Programa de mejora de carreteras de interés turístico
10. Programa de pavimentación a accesos municipales
11. Programa de mejora de carreteras de interés productivo
12. Programa de mejora de carreteras de acceso al país
13. Programa de mejora de corredores logísticos
14. Programa de libramientos
15. Programa de control de pesos y dimensiones
16. Programa de ejecución de obras mediante APPs
17. Programa de mejora de la señalización vial
18. Programa de mantenimiento de puentes de la red vial
19. Programa de obras de drenaje
20. Programa de seguridad vial
21. Programa de creación y mantenimiento de caminos rurales
22. Parámetros ambientales mínimos a considerar previos al cambio de carreteras de terracería a asfalto.

11.1 PROPUESTA DE AMPLIACIÓN DE LA RED DE CARRETERAS

El PDV propone la creación de nuevos ejes y tramos de carretera con el objetivo de dar respuesta a los principales problemas o deficiencias que presenta la red vial actual. Así, se proponen nuevos tramos de carretera que buscan, entre otros:

- Garantizar el acceso pavimentado a todas las cabeceras municipales;
- Reforzar y mejorar la conectividad de la red, tanto a nivel regional como suprarregional;
- Facilitar el acceso a pequeñas zonas productivas del país para mejorar la accesibilidad de su población así como la salida de la producción;

- Aliviar determinadas zonas de congestión vial, sobre todo dentro de los centros urbanos, mediante la creación de libramientos;
- Mejorar los accesos a Ciudad de Guatemala mediante la creación de 3 anillos: anillo ecológico, anillo metropolitano y anillo regional.

Las carreteras de nueva construcción propuestas de mayor trascendencia son:

- Los tramos del anillo regional de nuevo ejecución;
- El anillo departamental y el anillo ecológico de Ciudad de Guatemala, junto con las nuevas radiales;
- Nuevos tramos de carretera entre Huehuetenango y Chisec para crear un nuevo eje que comunique las cabeceras departamentales de Huehuetenango y Flores;
- Nuevos tramos de carretera a lo largo de la RD-PET-07, permitiendo un nuevo eje de comunicación entre México – Guatemala – Belice a lo largo del Petén;
- Nuevos tramos en la frontera sud oeste con México, permitiendo la prolongación de la RN-07-W, conectando la FTN con el municipio de Ocos;
- Nuevos tramos que permiten acceder a zonas rurales, mejorando su accesibilidad y capacidad de comercializar su producción;

En total se propone la construcción de 1,197.02 km de nuevas carreteras. De éstos, 40 km corresponden al anillo regional, 126 km al anillo departamental, 91 km a las radiales y 42 km al anillo ecológico. De los restantes, 533.22 km corresponden a nuevas vías departamentales terciarias, 308.26 km a vías secundarias nacionales y 96.02 km a nuevas vías primarias.

El costo de la ejecución de todas estas actuaciones asciende a un total de MQz 9,455.26.

En el mapa siguiente se presenta la propuesta de nuevas carreteras del PDV.

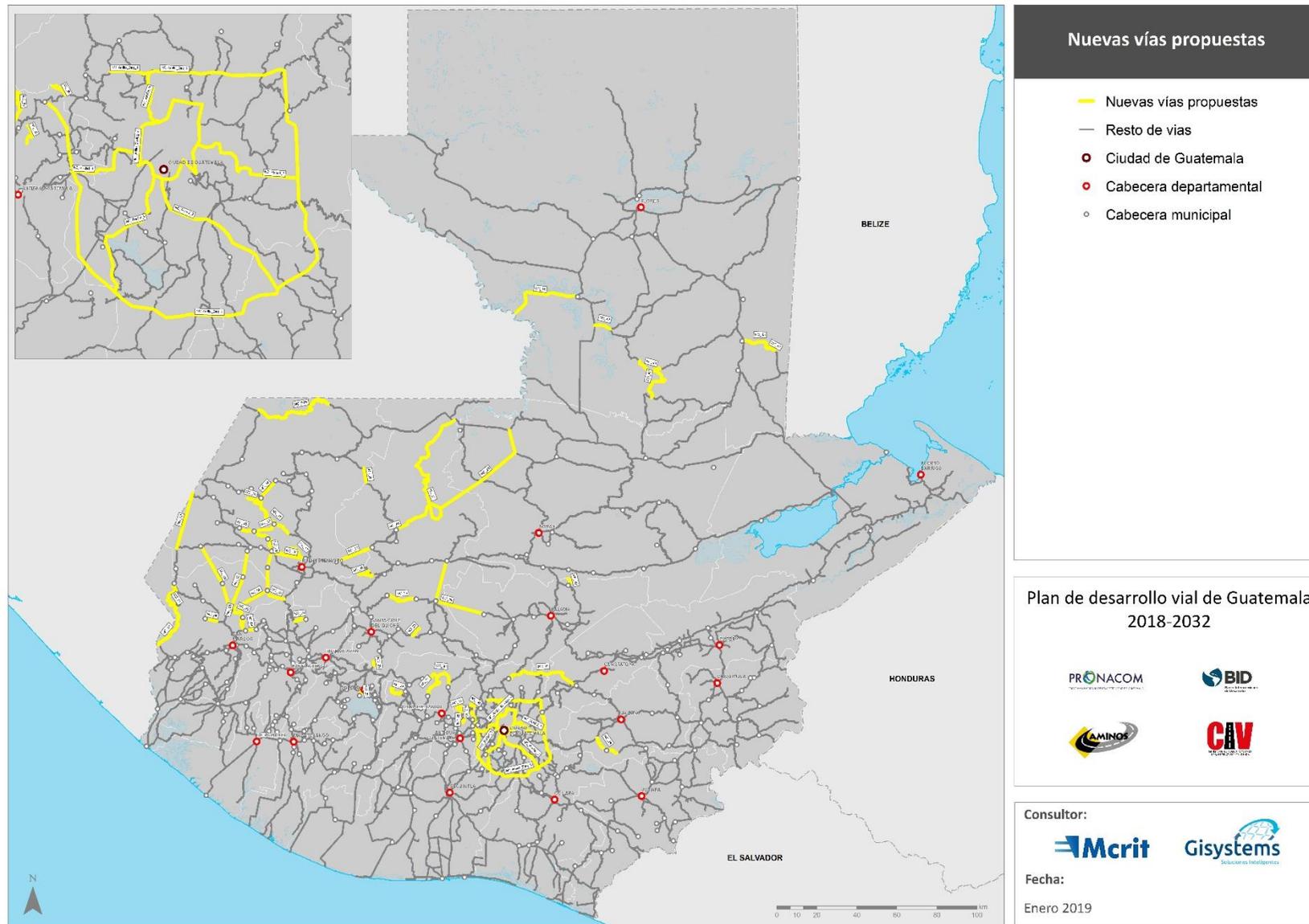


Figura 10. Propuesta de nuevas vías. Fuente: elaboración propia

11.2 PROPUESTA DE NUEVA CLASIFICACIÓN DE LA RED VIAL

En base a la normativa de la DGC y al manual SIECA el presente documento propone una nueva normalización de las características básicas que debe cumplir la red vial de Guatemala en cuanto a parámetros de diseño y jerarquización de la red basados en el tráfico, la titularidad de las vías y su funcionalidad.

En el capítulo de definición de necesidades de la red se elabora la siguiente tabla para determinar la nueva jerarquía de vías de Guatemala.

Tabla 21. Nueva jerarquía de vías de Guatemala. Fuente: Elaboración propia

CATEGORÍA RUTA	JERARQUÍA	TPDA Min	TPDA Max	TIPO MÍNIMO	FUNCIÓN (SIECA)
RUTAS CENTROAMERICANAS	RED PRIMARIA	40,000	-	Tipo A+	Arterial Principal Autopista
		10,000	40,000	Tipo A	Arterial Principal
		0	10,000	Tipo B	Arterial Menor
RUTAS NACIONALES	RED PRIMARIA	10,000	40,000	Tipo A	Arterial Principal
		3,000	10,000	Tipo B	Arterial Menor
	RED SECUNDARIA	0	3,000	Tipo C	Colector Menor
RUTAS DEPARTAMENTALES	RED TERCIARIA	500	3000	Tipo D	Colector Menor
	RED TERCIARIA	100	500	Tipo E	Local
	RED TERCIARIA	0	100	Tipo F	Local

La red vial de Guatemala se clasifica mediante dos criterios:

- Categoría de la ruta: clasifica las carreteras en Centroamericanas, Nacionales y Departamentales
- Jerarquización de la red: clasifica las carreteras en Primarias, Secundarias y Terciarias.

11.2.1 Nueva propuesta de categorización de las rutas de la red vial

El PDV presenta ligeras modificaciones en la categorización de las rutas de la red vial.

La red de carreteras Centroamericanas no presenta modificaciones ya que se trata de una red supranacional que por tanto precisaría de acuerdos del conjunto de países que configuran la región. Sin embargo, la red de carreteras nacionales sí presenta modificaciones, básicamente debidas a la incorporación a la red nacional de carreteras actualmente clasificadas como departamentales o a la creación de nuevas carreteras.

Las carreteras consideradas como nacionales se caracterizan por ser ejes que estructuran y vertebran el país, comunicando diferentes departamentos. Por ello, se considera necesaria la incorporación de las siguientes carreteras en la red nacional:

- RD – PET – 11: comunica la cabecera departamental de Flores, en el Petén, con la FTN. Se incorpora a la red de carreteras nacionales ya que pasa a formar parte de un eje que, mediante la ejecución de nuevos tramos, comunicará las cabeceras departamentales de Huehuetenango y Flores, pasando por Aguacatan, Chisec, La Libertad, Nebaj, San Juan Cotzal y Sayaxche.
- RD – PET – 07: mediante la ejecución de nuevos tramos de carreteras pasará a comunicar México con Belice, pasando por los municipios de Sayaxché y Poptun y vertebrando el norte del país, en el Petén.
- Prolongamiento de la RN-07-W: prolongamiento para crear un nuevo eje que permite unir mediante una misma carretera el norte y el sud de la región oeste, en la frontera con México, conectando la FTN con el municipio de Ocos, pasando por Ayutla, Catarina, La Democracia, Malacatan, Nenton, Sibinal, Tacana y Tectitan.
- RD-AV-35 y RD-AV-09: comunicación Coban con la FTN, pasando por el municipio de Playa Grande. Se incorporan en la red nacional ya que permiten enlazar tanto con la carretera CA-14 como con las nacionales RN-07 E y W y RN-05 A y B, vertebrando el departamento de Alta Verapaz y comunicándolo con los de Baja Verapaz, Quiché, Izabal e Guatemala.
- El anillo departamental, ecológico y las diferentes radiales propuestas también se consideran como rutas nacionales.

La red departamental también incorpora nuevas carreteras. En este caso se trata de los nuevos accesos pavimentados a cabeceras municipales, a carreteras que facilitan el acceso a zonas rurales o agrícolas y a carreteras que permiten vertebrar cada uno de los departamentos, comunicando las diferentes localidades existentes y reduciendo así el tiempo de circulación entre ellas.

En el siguiente mapa se presenta la nueva categorización de la red vial propuesta, indicando cuales son las nuevas carreteras propuestas.

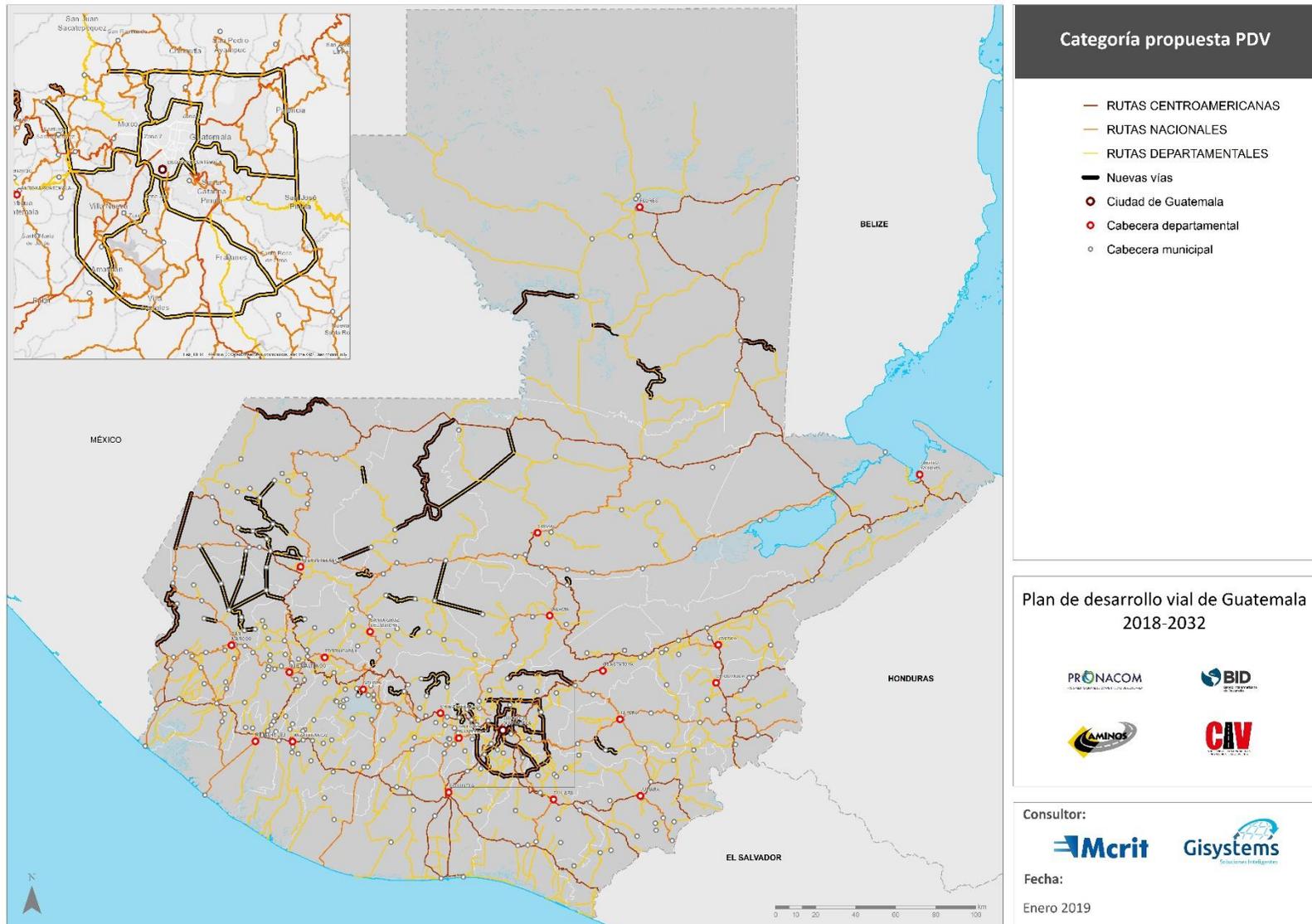


Figura 11. Nueva categorización de las rutas de Guatemala. Fuente: Elaboración propia

11.2.2 Nueva propuesta de jerarquización de la red vial

El proceso de redefinición de la nueva jerarquización vial se realiza a través del MOPAV. Así, a partir de la categoría de la ruta (si es una ruta Centroamericana, Nacional o Departamental), de la previsión del TPDA para el horizonte del plan en 2032 y de los criterios establecidos en la tabla anterior, el MOPAV indica cual sería el tipo de jerarquía que le correspondería a cada tramo (jerarquía deseada).

Sin embargo, los resultados del MOPAV (jerarquía deseada) ilustran que los tramos que configuran una misma ruta pueden presentar jerarquías diferentes entre ellos. Por lo tanto, con el objetivo de que una ruta presente a lo largo de todo su trazado la misma jerarquía, se procede a ajustar manualmente los resultados del MOPAV obteniendo de esta manera la propuesta de jerarquización vial del PDV.

A continuación se presenta el mapa con la jerarquización obtenida del MOPAV (jerarquía deseada) y otro con la propuesta de jerarquización del PDV (realizado a partir de pequeños ajustes sobre los resultados del MOPAV). Como se puede observar, la red de carreteras primarias propuesta queda compuesta por todos los ejes centroamericanos y algunas carreteras nacionales.

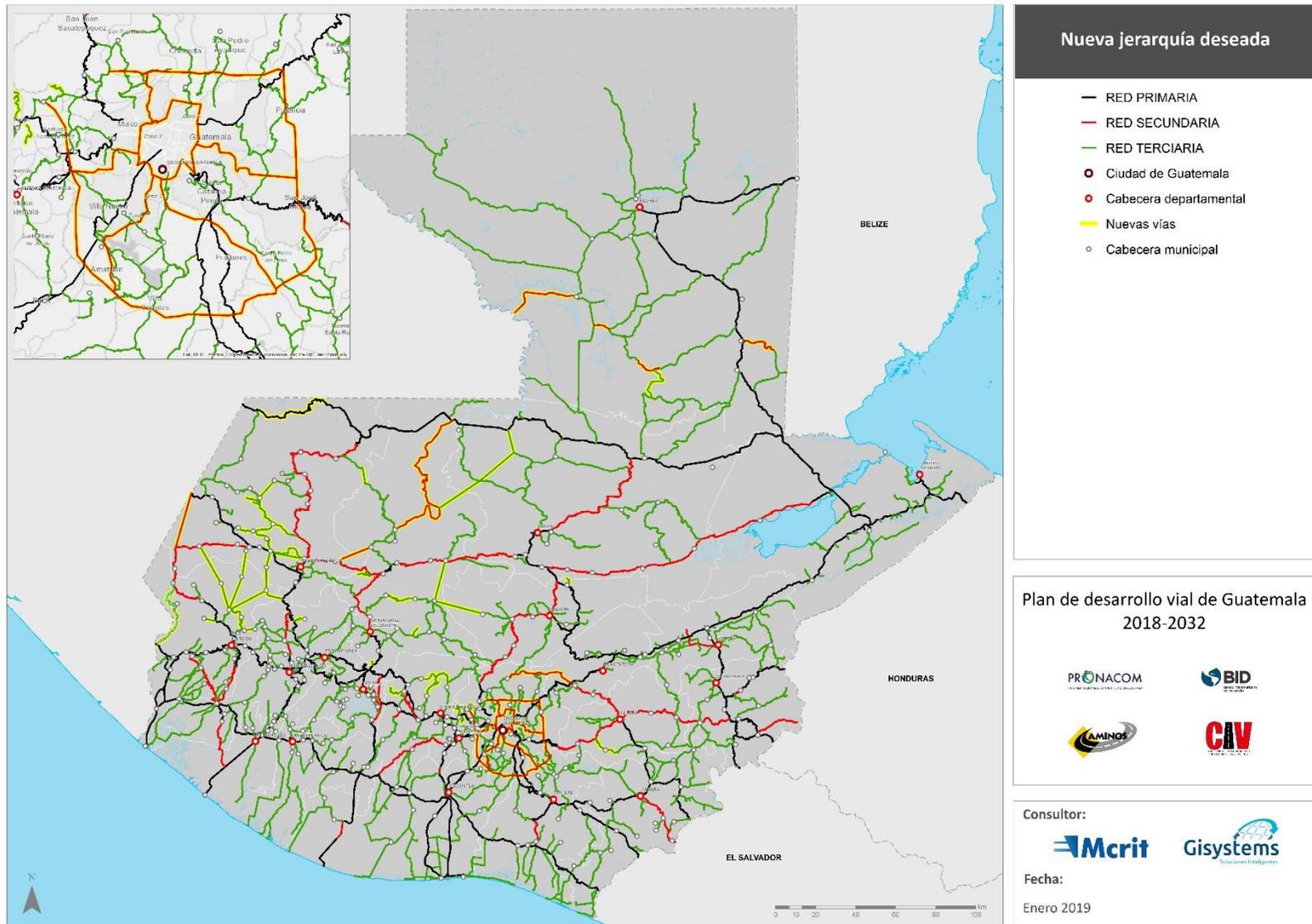


Figura 12. Jerarquía de carreteras deseado obtenido por el MOPAV. Fuente: Elaboración propia

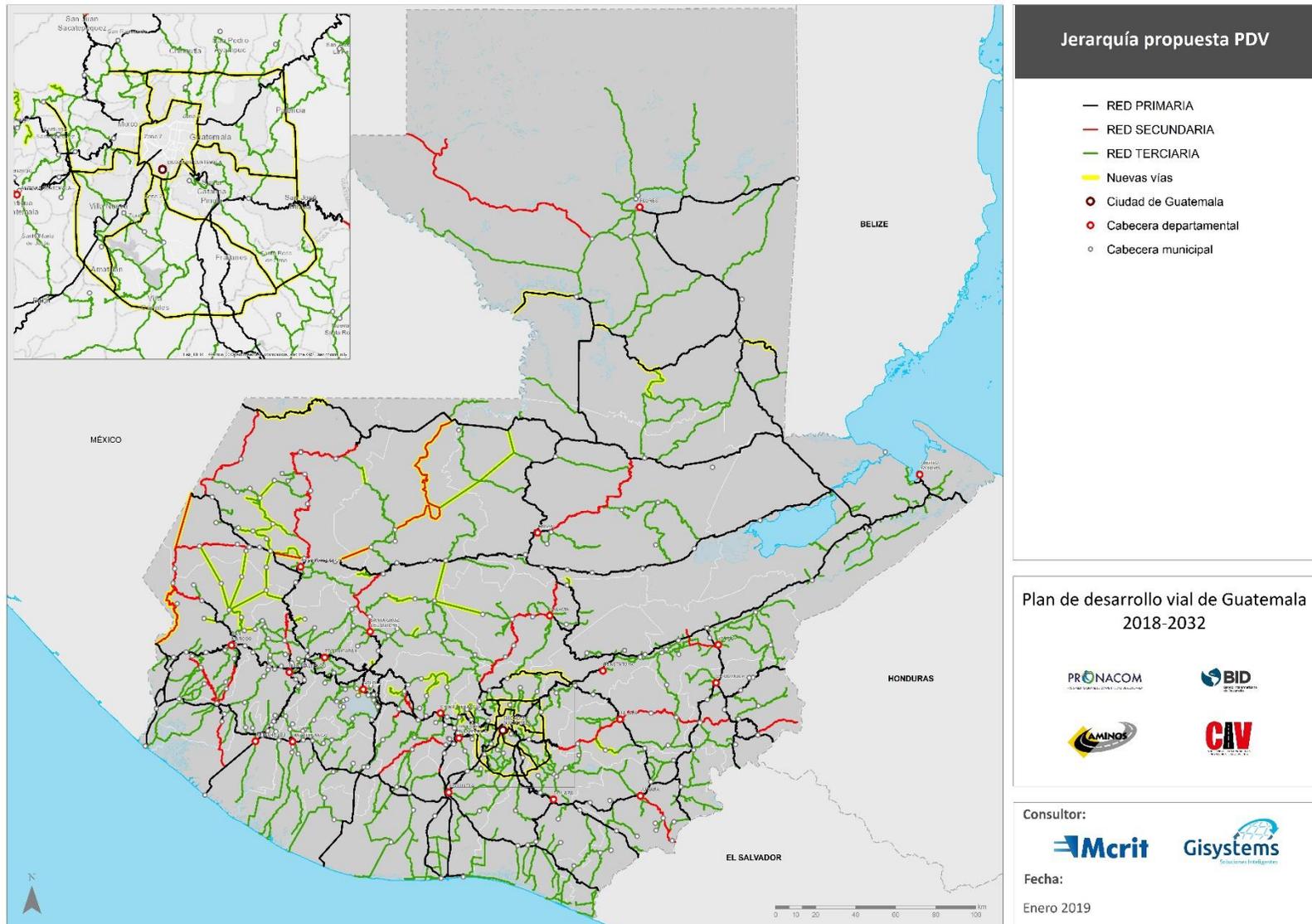


Figura 13. Nueva jerarquía de carreteras propuesta PDV. Fuente: Elaboración propia

Así, la nueva jerarquización vial de la red existente presenta prácticamente la misma longitud de la red primaria que en la actualidad, representando entre el 28-29% de la red total. Sin embargo, se realiza un aumento significativo de la red secundaria, que pasa de representar el 18% de la red total a representar el 65.6%. La red terciaria en consecuencia pierde peso sobre el conjunto de la red, pasando del 53.1% actual al 5.9% en la nueva jerarquización propuesta de la red existente. Eso indica que muchas de las carreteras consideradas en la actualidad como terciarias integran la red secundaria, mejorando también sus estándares de diseño.

11.3 PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL

El PDV presenta un plan de mantenimiento de la red vial basado en dos ejes:

- Mantenimiento inicial requerido
- Mantenimiento Anual (ordinario y extraordinario)

11.3.1 Mantenimiento Inicial Requerido

El MOPAV calcula todos los déficits existentes actualmente en cada uno de los tramos de la red vial. Así, a partir del estado actual del PCI se indican cuáles son las medidas correctoras a ser aplicadas para que el tramo de carretera en estudio alcance el máximo valor del PCI.

Tabla 22. Tipología de mantenimiento inicial requerido. Fuente: Elaboración propia.

Grado de mantenimiento requerido	Definición	Valor PCI		Costo (MQz/km)
		Mín.	Máx.	
Mantenimiento preventivo	Reparación de pequeñas fisuras presentes en el pavimento.	80	100	0.02
Mantenimiento menor	Reparación de "piel de lagarto" y de los primeros baches en el pavimento.	60	80	0.04
Mantenimiento mayor	Inversión destinada a mejoras estructurales en la superficie de rodadura.	40	60	0.4
Rehabilitación	Inversión destinada al recapeo de la red vial pavimentada, consistente en colocación de nuevo pavimento.	20	40	1.5
Reconstrucción	Reconstrucción completa, con actividades de remoción, reparación estructural y colocación de nuevo pavimento.	0	20	3

Estas medidas tan solo se aplican si el tramo no está sujeto a ninguna otra actuación de mejora de su sección, ya que se considera que la mejora de la carretera implica aumentar el PCI hasta su máximo nivel.

Así, se actúa sobre un total de 7,487.34 Km, con un costo de MQz 3,160.71, de los cuales MQz 86.80 son concesionados.

Tabla 23. : Caracterización del grado de mantenimiento inicial requerido. Fuente: Elaboración propia.

Grado de mantenimiento requerido	Longitud de la red en la que se actúa (km)	Costo total (MQz)	Costo DGC (MQz)	Costo APP (MQz)
Mantenimiento preventivo	2,652.86	44.86	43.60	1.26
Mantenimiento menor	2,034.95	70.24	69.76	0.47
Mantenimiento mayor	1,498.15	517.56	507.71	9.86
Rehabilitación	733.56	1,006.73	1,006.73	0.00
Reconstrucción	567.82	1,521.32	1,446.11	75.21
TOTAL	7,487.34	3,160.71	3,073.91	86.80

En el mapa siguiente se presentan las vías que están sujetas a alguna de estas actuaciones:

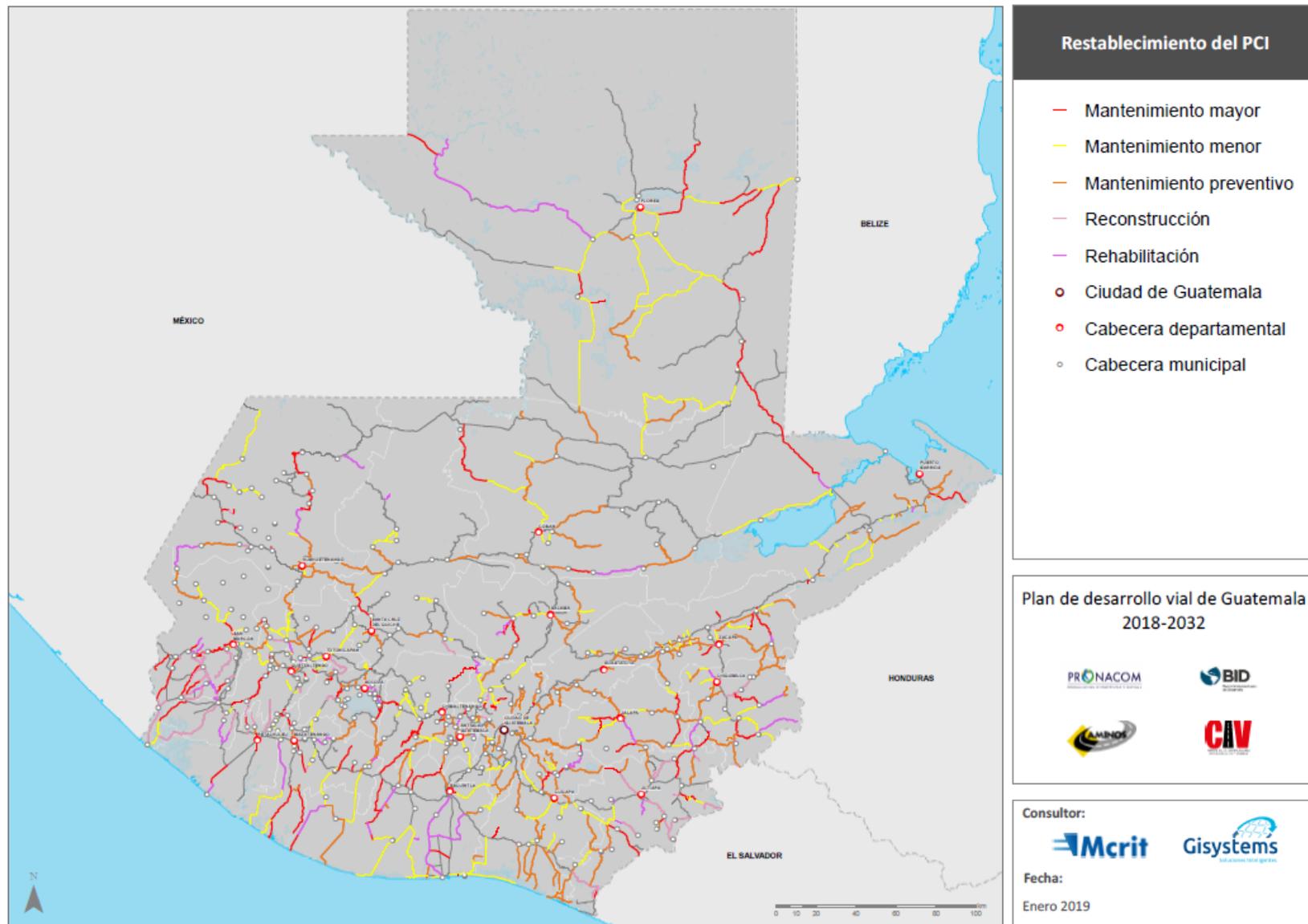


Figura 14. Caracterización del grado de mantenimiento inicial requerido. Fuente: Elaboración propia.

11.3.2 *Mantenimiento Anual (ordinario y extraordinario)*

Adicionalmente al mantenimiento inicial requerido, el PDV propone un plan de mantenimiento anual para garantizar que el PCI se mantenga dentro de una horquilla de valores satisfactorios.

Así, se considera necesario realizar un **mantenimiento ordinario** que cada año incrementa en un 14% su valor. Al octavo año se realiza un **mantenimiento extraordinario** (además del ordinario), a partir del cual se vuelve a obtener el máximo nivel del PCI, y se vuelven a aplicar los costos de mantenimiento ordinario del primer año.

El costo del programa de mantenimiento ordinario entre 2020 y 2032 alcanza los MQz 32,639.29, de los cuales MQz 7,547.35 son concesionados. El costo promedio anual en el mantenimiento de carreteras es de MQz 2,175.95.

11.3.3 *Recomendaciones de mejora del sistema de contratación de COVIAL*

El actual sistema de contratación de COVIAL reparte los tramos de la red a mantener entre diferentes empresas que son las encargadas de asegurar el correcto estado funcional de la infraestructura; el problema que presenta la metodología es que las empresas cobran por unidad reparada, lo que hace que el sistema no sea el más óptimo ya que el nivel de reparación no es el mejor, a las empresas les favorece tener mayor número de unidades a reparar.

Otra preocupación existente es el plazo de garantía en el cual el contratista debe realizar el mantenimiento de las carreteras rehabilitadas y construidas, de acuerdo con el Libro Azul, actualmente es de 18 meses, se ha considerado extender esos plazos en función del periodo de diseño de las carreteras, ya que en algunos casos se entregan carreteras para el mantenimiento de Covial las cuales presentan fallas y daños en plazos relativamente cortos al periodo para el cual fueron diseñadas.

A continuación se introducen una serie de conceptos y procesos para una mejor expectativa de beneficios en el funcionamiento de Covial.

TRABAJOS EN VIAS PAVIMENTADAS

Mantenimiento

- Sacar proyectos por estándares, es decir que se pague mensualmente por tener el proyecto bien (sin baches ni grietas), independientemente de las cantidades que el contratista emplee.
- Planificar las cantidades y el presupuesto de los proyectos con la información proveniente de los estudios de campo, pero el contratista tendrá la responsabilidad de cuantificar los trabajos para su oferta y contratar por suma alzada el mantenimiento.
- Realizar un inventario del estado de condición de las vías que se vaya actualizando a medida que se realizan los trabajos

CPs (Rehabilitación y construcción)

Respecto a los periodos de garantía se presentan las siguientes propuestas:

- Extender las fianzas de conservación mínimas de 36 a 60 meses; otra opción es contratar la Rehabilitación o Construcción + Mantenimiento por el lapso de 3-5 años luego de la construcción/ rehabilitación (con fianza de cumplimiento vigente).
- Sacar proyectos llave en mano y a suma alzada (**es decir por monto fijo no por cantidades**) con diseños que sean aprobados por la DGC/COVIAL pero que la responsabilidad del mantenimiento de esos 60 meses sea del contratista.
- Para obras mayores, que los plazos de garantía de conservación/mantenimiento sean de 10 años. Esto dará la posibilidad de que haya una mayor competencia entre soluciones que ofrecen concreto hidráulico y asfáltico.

SUPERVISIONES

- Realizar una categorización o clasificación de supervisores de acuerdo a su experiencia en función de la tipología de trabajo que puedan ejecutar.
- El contrato de los supervisores ha de ser acorde a su trabajo a realizar, es decir, que el presupuesto sea consecuente con los recursos necesarios para realizar el trabajo cumpliendo los controles de calidad especificados en el libro azul de la DGC.
- Implantar un sistema de fianzas o sanciones para los supervisores por los errores o daños derivados por informes que no reporten la realidad del campo.
- Que se puedan realizar controles de calidad por medio de laboratorio

Si se contrata por el mantenimiento por Estándares, la supervisión podría llevar revisiones aleatorias de aseguramiento de la calidad.

COVIAL

- Que disponga de un laboratorio independiente para el aseguramiento de la calidad de los proyectos o un acuerdo con algún laboratorio para hacer ese servicio.
- Reforzar el departamento de planificación con el objetivo de poder planificar al corto plazo las inversiones en mantenimiento (implementación de HDM-4, sistemas de inventario de campo)
- Lograr una mejor coordinación con los planes de inversión de la DGC.
- En coordinación con la DGC, tener un mayor control de pesos en las carreteras y realizar análisis estadísticos que sirvan para una mejor planificación del mantenimiento.
- Exigir un mayor control y aplicar sanciones en temas de señalización vial que se ha observado que no es adecuada durante la ejecución de los proyectos.
- Actualizar de forma periódica el catálogo con precios unitarios "máximos" en conjunto con CGC.
- Para reforzar el trabajos de los supervisores en el conteo vehicular, sub contratar conteos aleatorios que verifiquen la información proporcionada por los mismos.
- Para mantener la red de puentes en buen estado, coordinar acciones con la DGC para evaluar la capacidad estructural actual de los puentes y planificar inversiones de mantenimiento mayor para el mediano y largo plazo.
- Monitorear la condición de los trabajos y de las carreteras.
- Llevar un registro de calificación y clasificación de las empresas para los distintos trabajos. Actualmente existe un proceso de clasificación pero sería oportuno implementar un proceso de calificación que considere a las empresas de mejor desempeño en categorías mayores y penalice las empresas que no realicen sus trabajos satisfactoriamente.

11.4 PROGRAMA DE INTEGRACIÓN REGIONAL Y SUPRARREGIONAL DE LA RED DE CARRETERAS

El programa se dirige a alcanzar la plena integración y la mejora de la funcionalidad de la red de carreteras de Guatemala con la de sus países vecinos (México, El Salvador, Honduras y Belice), cumpliendo con los acuerdos del Proyecto Mesoamérica y con los acuerdos bilaterales establecidos con cada uno de estos países en materia de mejora de la red de conexión transfronteriza.

Así, el PDV propone mejorar y reforzar los grandes corredores centroamericanos en su paso por Guatemala, así como corredores de transporte de menor capacidad vial, pero de una gran importancia económica por su contribución a la conectividad territorial de zonas actualmente desconectadas de la red de carreteras. Este programa afecta a un total de 2,575.85 km.

Por todo ello, este programa presenta actuaciones de aumento de capacidad, aumento de sección, pavimentación y actuaciones de mantenimiento para mejorar los condicionantes de circulación de los grandes ejes centroamericanos, así como aquellas rutas nacionales que conforman la red primaria. El costo para el conjunto de estas actuaciones alcanza los MQz 25,593.08, de los cuales MQz 17,340.17 son concesionados.

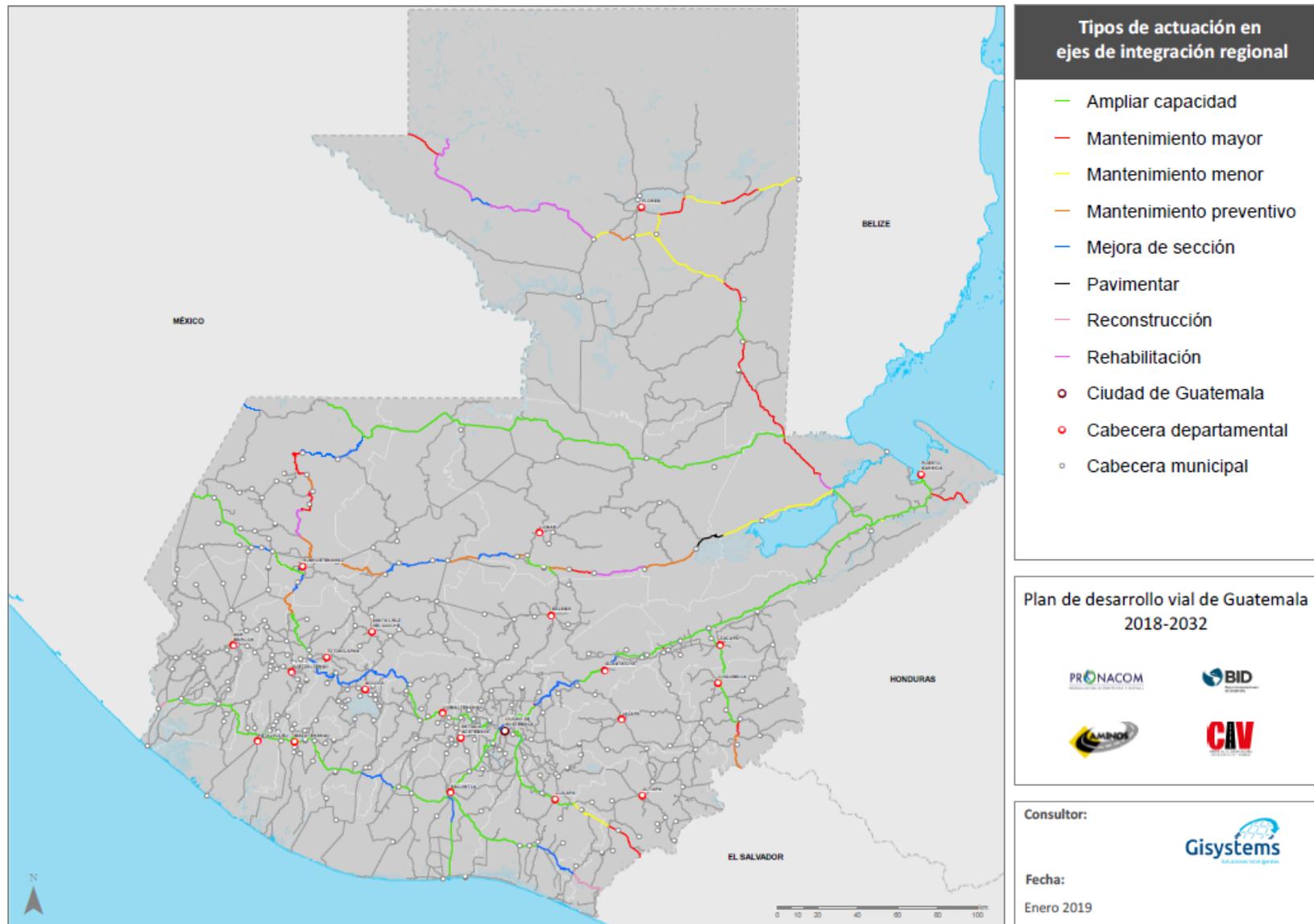


Figura 15. Tipología de las actuaciones de mejora propuestas en los ejes regionales y suprarregionales. Fuente: Elaboración propia.

11.5 ESTRATEGIA PARA EL ENTORNO METROPOLITANO DE GUATEMALA

Dentro de las propuestas de las mejoras de infraestructura vial del país, con el objetivo de contar con vías eficientes y seguras de comunicación y transporte para fortalecer las condiciones de competitividad de la economía, se planifica el Anillo Regional, un proyecto que beneficiará de forma directa a 8 departamentos: Guatemala, El Progreso, Jalapa, Jutiapa, Escuintla, Santa Rosa, Sacatepéquez y Chimaltenango, que incluye 58 municipios.

La construcción de esta infraestructura vial optimizará el tránsito del transporte de pasajeros y de carga, y a su vez contribuirá a desfogar el tránsito vehicular que entra y sale de la capital hacia diferentes puntos del país. Asimismo, constituye una plataforma sustentable para la infraestructura social y económica de la región, que contribuye con el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades de incidencia

Se desarrolla en tres niveles: anillo regional, departamental y vía exprés.

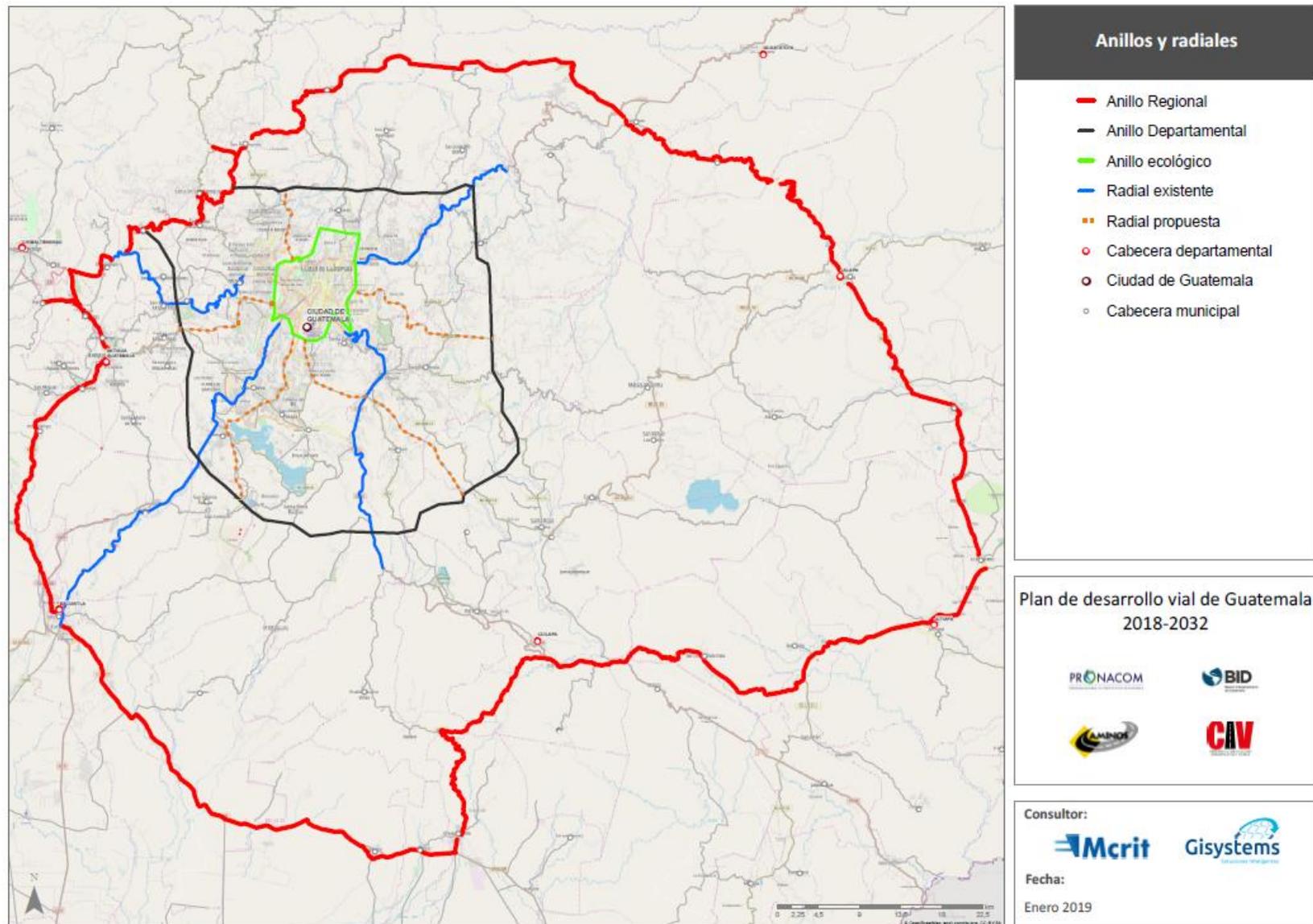


Figura 16. Estrategia de anillos para el entorno metropolitano de Guatemala. Fuente: DGC

11.5.1 Anillo regional

El trazado del anillo regional está compuesto de carreteras existentes, libramientos y construcción de tramos faltantes (2 y 10). La longitud total es de 383.22km.

Las vías existentes se mejorarán para conseguir una misma sección y se pavimentaran (los tramos que actualmente son terracería).

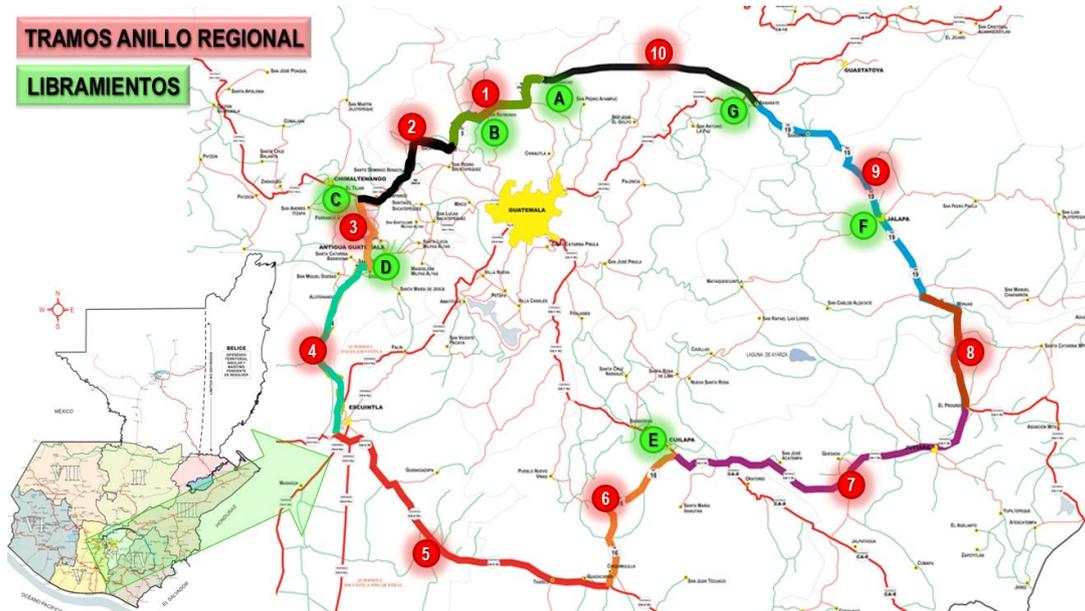


Figura 17. Anillo regional. Identificación de tramos y libramientos. Fuente: DGC

- Tramo 1: Churrancho - Caserío San Antonio Las trojes (31.8km):** Carretera existente parcialmente, los 9km que conectan la RN-05 con San Juan de Sacatepéquez, está siendo actualmente construido por CONASA, corresponde a la FASE II del “Tramo de Interconexión CA-01 Occidente (Km. 38) RN5 (Km. 34), Santo Domingo Xenacoj”. Se espera que finalice este año. Se incluyen en la propuesta los libramientos de Churrancho y San Raymundo.
- Tramo 2: Caserío San Antonio Las trojes - km 48 Ruta CA-01 Occidente (14.76km):** Tramo de nueva construcción, desarrollado dentro del proyecto del anillo regional; la primera parte se corresponde con la FASE I del proyecto “Tramo de Interconexión CA-01 Occidente (Km. 38) RN5 (Km. 34), Santo Domingo Xenacoj”. El tramo desde la interconexión de Santo Domingo Xenacoj hasta Chimaltenango ya ha entrado en funcionamiento.
- Tramo 3: km 48 Ruta CA-01 Occidente–bifurcación RN-14 (cementerio Ciudad Vieja) (20.35km):** Conecta las siguientes poblaciones de interés: Chimaltenango, Sacatepéquez y Ciudad Vieja. Se incluyen en la propuesta los libramientos de Chimaltenango y Ciudad Vieja de Guatemala.
- Tramo 4: bifurcación RN-14 (cementerio Ciudad Vieja) - Escuintla (34.53 km):** Conecta las siguientes poblaciones de interés: Antigua Guatemala, las Lajas, el Rodeo, Escuintla. Se incorporarán medidas de seguridad y control de riesgo por la proximidad de la carretera RN-14 al Volcán de Fuego.

- **Tramo 5: Escuintla – desvío a Chiquimulilla (CA-02 Oriente), bifurcación RN-16 (55.28km):** Conecta las siguientes poblaciones de interés: Escuintla, Guanagazapa y Chiquimulilla. Posible tramo a concesionar.
- **Tramo 6: desvío a Chiquimulilla bifurcación RN-16 – el Boquerón bifurcación CA-01 oriente (38.65km):** Conecta las siguientes poblaciones de interés: Aldea Las Morenas, el Boquerón. El trazado de la carretera presenta muchas curvas, se tendrá que adaptar para disponer de “sección A”. Se incluye en la propuesta el libramiento de Fray Bartolomé de las Casas (Cernal)- Barberena y se estudia la posibilidad de libramiento en Chiquimulilla.
- **Tramo 7: el Boquerón bifurcación CA-01 oriente – desvío el Progreso, bifurcación RN-19 (61.55km):** Conecta las siguientes poblaciones de interés: San José Acatempa, Jutiapa. Posible tramo que concesionar.
- **Tramo 8: desvío el Progreso, bifurcación RN-19 – Jalapa km. 70+570 (39.44km):** Conecta los siguientes puntos de interés: laguna el Hoyo, Monjas, Jalapa. Se corresponde con la carretera RN-19, en las rutas de Progreso a Monjas y de Monjas a Jalapa (se corresponde a 12.7km) se ha planificado la ampliación a 4 carriles al tratarse de un tramo de fuertes pendientes.
- **Tramo 9: Jalapa km.70+570 – bifurcación CA-09-Norte (Sanarate) (46.27km):** Conecta los siguientes puntos de interés: río Aguacate, Sanarate. El contrato referente al primer tramo fue cancelado, se planifica analizar la viabilidad del tramo. Se incluye en la propuesta el libramiento de Jalapa.
- **Tramo 10: bifurcación CA-09-Norte (Sanarate) – Chuarrancho (32km):** Está prevista la construcción de un nuevo trazado, serán necesarios trabajos de apertura de brecha y cortes, con dos carriles habilitados, pero con capacidad para cuatro carriles. Contrato con FSS. Se incluye en la propuesta el libramiento de Sanarate.

11.5.2 Anillo departamental y ecológico

El “Plan de movilidad urbana y semi urbana en el área central de la República de Guatemala – PEMUSACRG” está orientado a satisfacer la demanda de viajes de la población, proveyendo una base sustentable que facilite una apropiada toma de decisiones en materia de transporte e infraestructura, facilitando la movilización eficiente de personas y bienes. Una de sus propuestas es el desarrollo del Anillo departamental y sus radiales, con el que se descongestiona el tráfico en el área Metropolitana y se mejoran los accesos a Guatemala mediante las radiales.

A diferencia del anillo regional, en el que gran parte de la infraestructura es existente, para el anillo departamental todo el trazado es nuevo. El objetivo es ayudar a mitigar los atascos del tránsito en las vías y establecer un mejor orden urbano.

En un primer nivel se encuentra el anillo departamental, que circunvala el departamento de Guatemala, y dentro de este, se encuentra el anillo ecológico o metropolitano, que circunvala la ciudad de Guatemala.

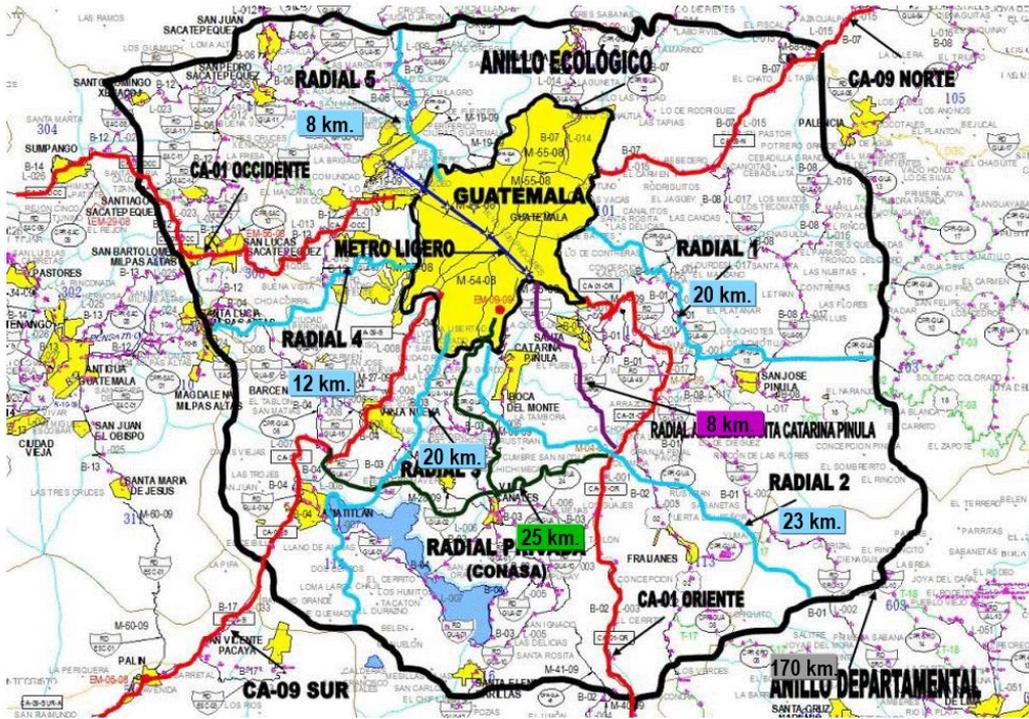


Figura 18. Anillo departamental y propuestas de radiales de acceso a Ciudad de Guatemala. Fuente: DGC

Dentro del proyecto se contempla la construcción de la Vía Express, que consiste en un libramiento de la ciudad de Guatemala que conectará la CA-09 norte con la CA-01 oriente. Problemas con el estrecho de la vía.

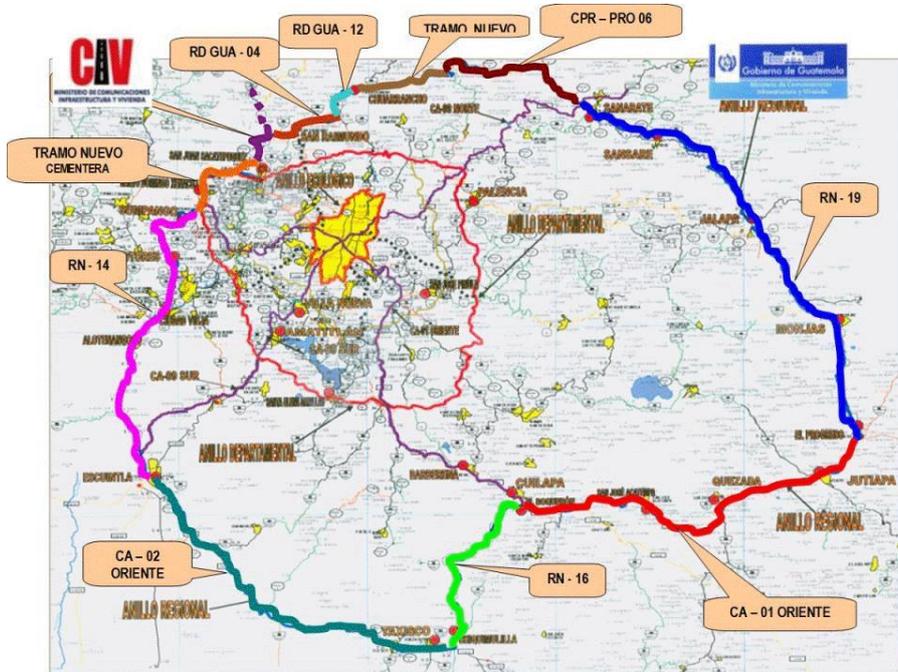


Figura 19. Integración de los anillos regional y departamental en el entorno metropolitano de Guatemala. Fuente: DGC

En total, se considera que el costo de ejecución del anillo ecológico (estudios más trabajos de construcción) alcanzarán los MQz 503.76, mientras que el del anillo departamental será de MQz 1,498.98. El anillo ecológico contará con aproximadamente 42 km mientras que el departamental presentará unos 352 km (126 km del anillo y 226 km de las nuevas radiales).

11.6 PROGRAMA DE VÍAS DE ALTA CAPACIDAD

En este programa se incluyen todos los tramos de vías que, debido a sus características, precisan de un aumento de capacidad y por lo tanto se convierten en vías de alta capacidad.

Para ello, el MOPAV identifica los tramos caracterizados como rutas Centroamericanas o Nacionales, con una TPDA prevista para el 2032 superior a los 10,000 vehículos.

De acuerdo con los nuevos criterios de diseño definidos, a estos tramos les correspondería una sección tipo A o tipo A+ (rutas de 2 y 3 carriles por sentido respectivamente). Cuando las secciones actuales de estos tramos no corresponden estas 2 secciones, el MOPAV identifica la necesidad de realizar un cambio de tipo sección para aumentar su capacidad.

En este programa también se incluyen los tramos que actualmente presentan una sección tipo A, pero que debido a presentar previsiones de TPDA superiores a los 40,000 vehículos, precisan pasar a una A+ para disponer de 3 carriles por sentido.

En la actualidad existen 342.5 km de vías de alta capacidad en Guatemala, principalmente de 2 carriles por sentido, ubicados en:

- CA-09: tramo entre Escuintla y Sanarate;
- CA-02-W: tramo entre Escuintla y Río Bravo;
- CA-01-W: tramo entre Quetzaltenango y Zaragoza.

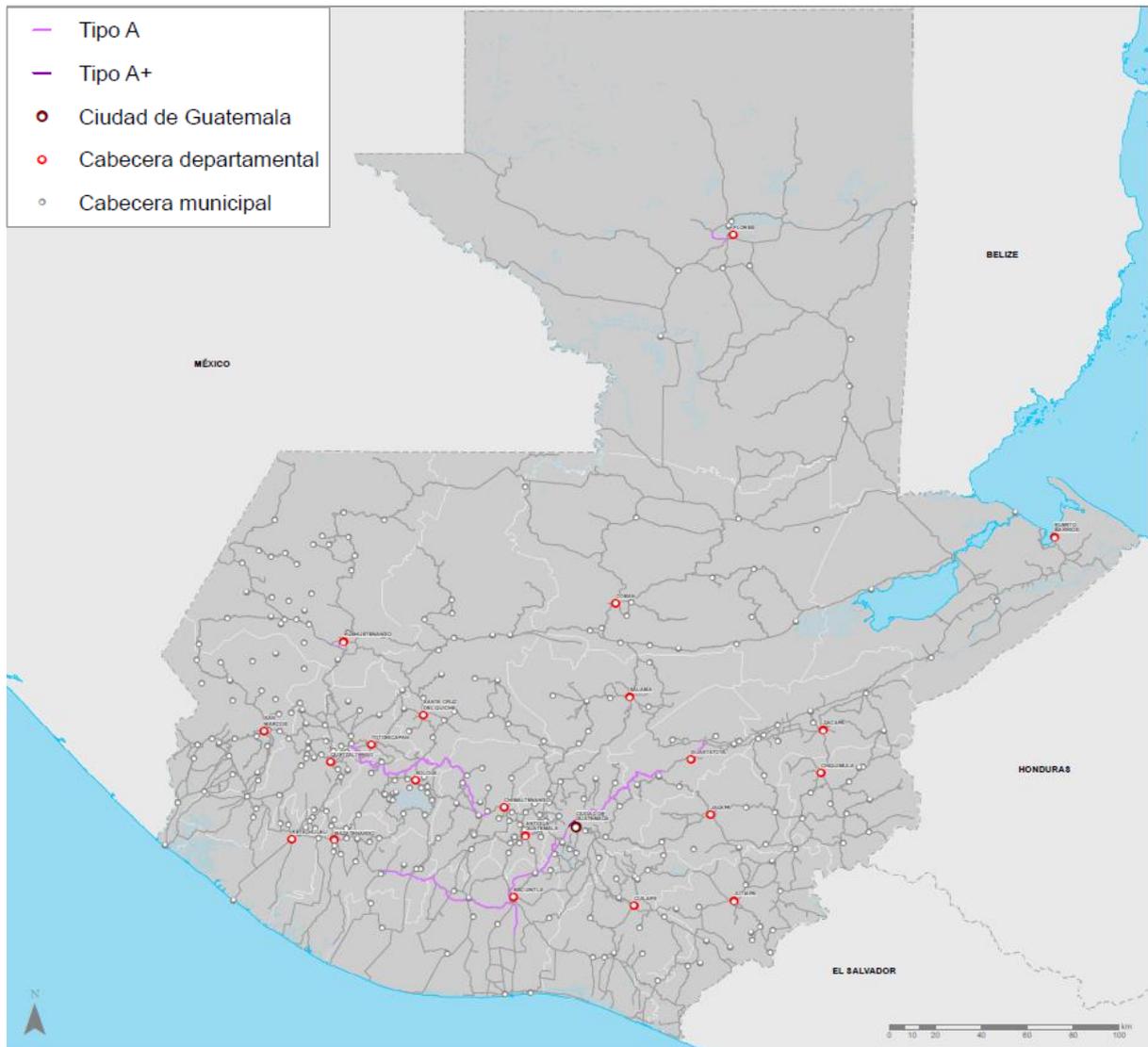


Figura 20. Vías de alta capacidad de la red actual. Elaboración propia

El PDV propone aumentar la capacidad de un total de 1,701.53 km, por lo que, sumándolos a los km de vías de alta capacidad ya existentes, la propuesta de vías de alta capacidad del PDV alcanza los 1,915.47 km. Las principales actuaciones de aumento de capacidad se realizan en las siguientes vías:

- CA-09: se propone convertir la totalidad de este eje en una carretera de 2 carriles por sentido. Se propone que el tramo entre Escuintla y la bifurcación con destino Palencia sea de 3 carriles por sentido. Se considera necesario incrementar a 3 carriles por sentido el acceso a Puerto Barrios.
- CA-01: se propone convertir la totalidad de este eje en una carretera de 2 carriles por sentido. Se propone que el tramo entre Tecpan y Barberena sea de 3 carriles por sentido.
- CA-02: se propone convertir la totalidad del eje en una carretera de 2 carriles por sentido. Se propone que el tramo entre Escuintla y Rio Bravo sea de 3 carriles por sentido.
- CITO 180: se propone que toda esta carretera sea de 2 carriles por sentido.
- FTN: se propone que toda esta carretera sea de 2 carriles por sentido.
- CA-14: se propone que el tramo entre Cobán y la CA-09-N sea de 2 carriles por sentido.
- CA-10: se propone que toda esta carretera sea de 2 carriles por sentido.

- CA-13: se propone que el tramo entre la CA-09-N y Río Dulce y el tramo entre Dolores y Poptun sea de 2 carriles por sentido.

El costo estimado de este programa asciende a los MQz 26,192.35, de los cuales MQz 17,066.44 son concesionados.

En los mapas siguientes se presentan, en primer lugar, las vías que experimentan un aumento de capacidad y, en segundo lugar, la red de vías de alta capacidad propuesta por el PDV (formada por los tramos con sección A o A+).



Figura 21. Propuesta de ampliación de capacidad del PDV. Fuente: DGC

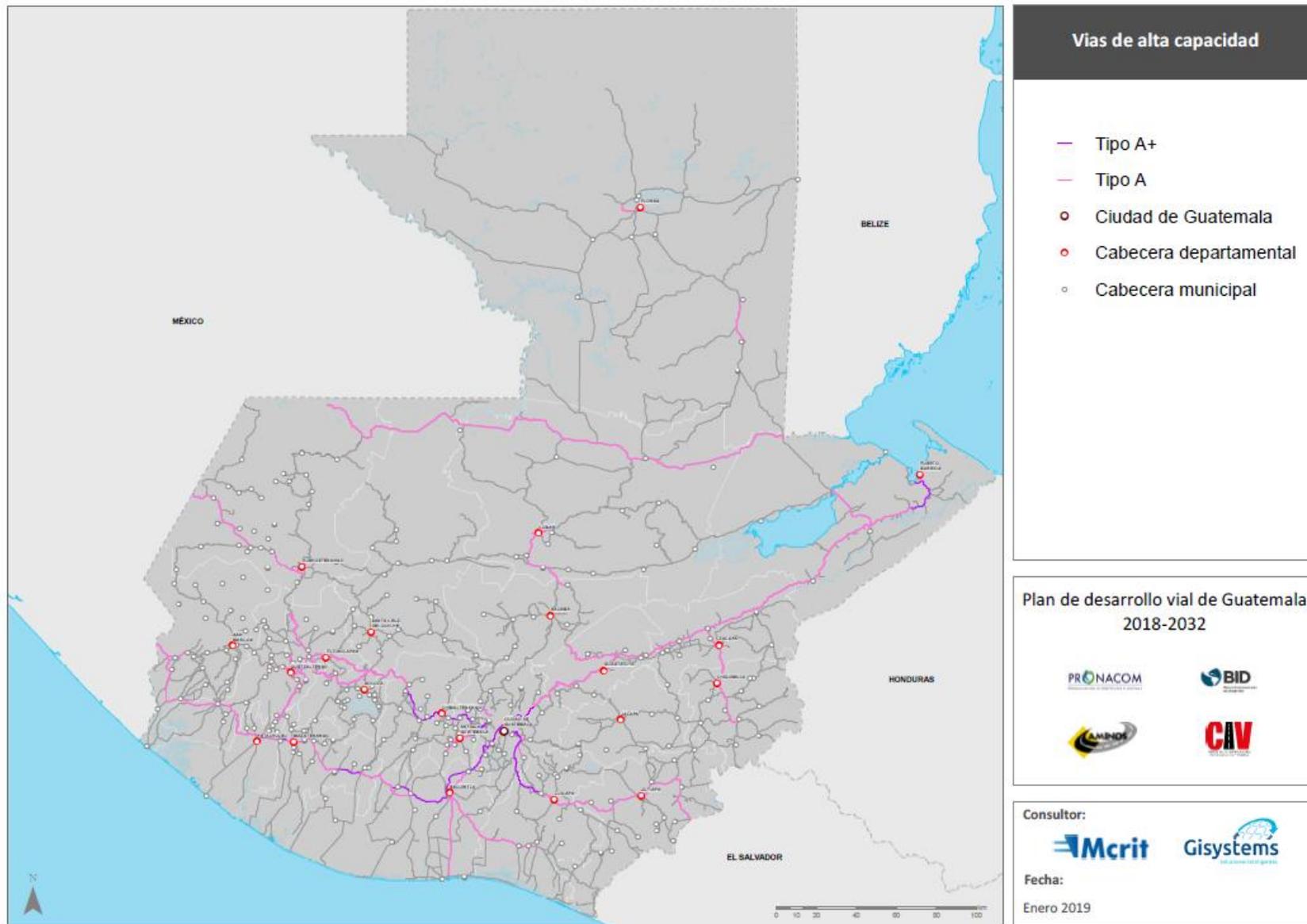


Figura 22. Propuesta de vías de alta capacidad del PDV. Fuente: Elaboración propia

11.7 PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE LA SECCIÓN

En este programa se identifican los tramos que, debido a sus características, necesitan aumentar su sección transversal (aumentando el ancho de sus carriles y hombros), manteniendo el número de carriles de circulación (por lo tanto, sin aumentar su capacidad).

Así, el MOPAV, en función de la categoría de la ruta y de la TPDA de cada tramo analiza cual es la sección tipo que el tramo debería presentar y, por lo tanto, la anchura de la plataforma que necesita.

Comparando la anchura actual de la plataforma con la anchura necesaria, y descartando los tramos que necesitan un aumento de la capacidad de la ruta, se identifican aquellos tramos que precisan de una ampliación de la sección.

En total se considera que se realiza un aumento del ancho de la sección en 2,198.50 km, con un costo de MQz 15,468.33, de los cuales MQz 4,096.98 son concesionados.

En el mapa siguiente se identifican cuales los tramos de carretera que precisan un aumento de su sección.

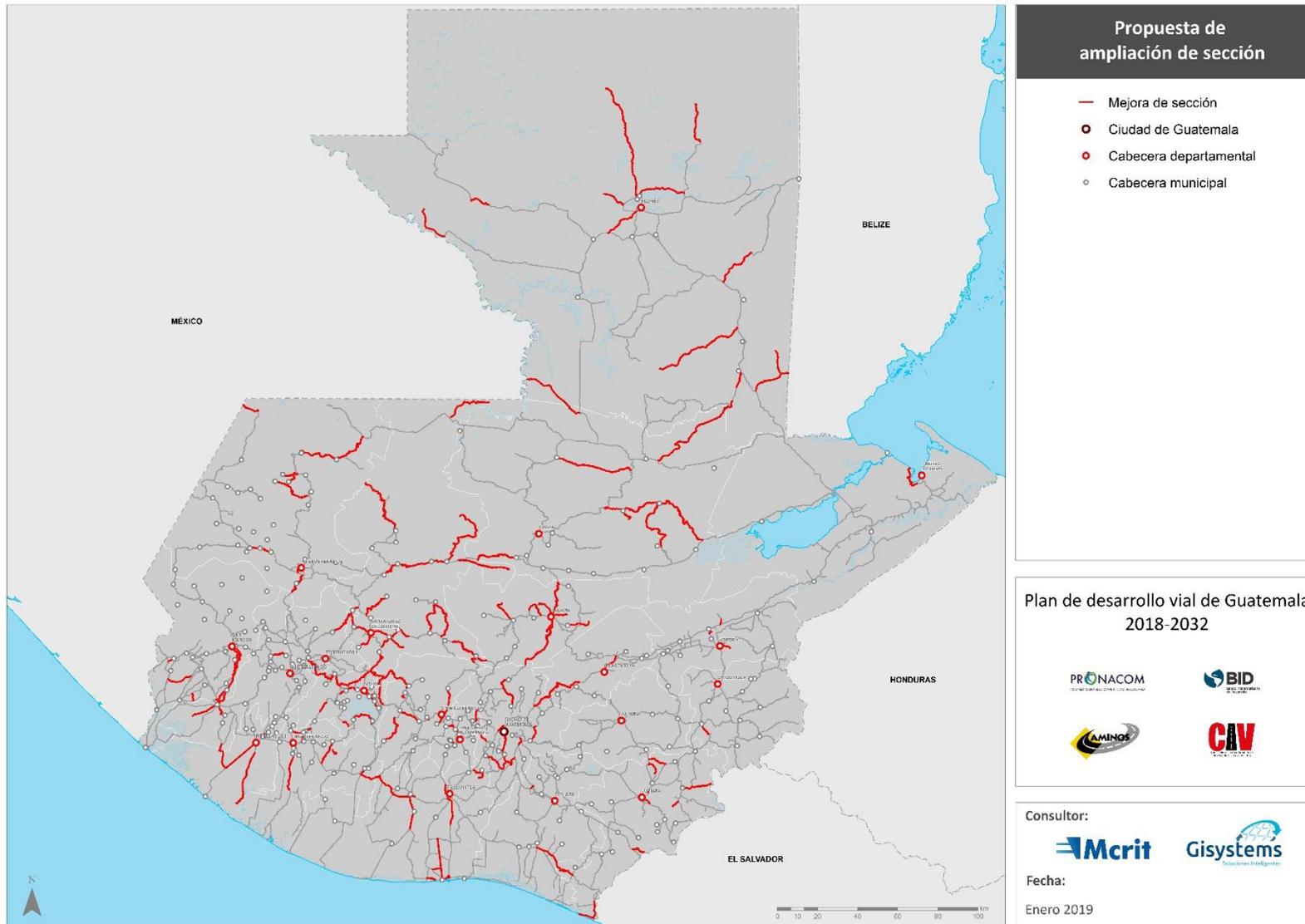


Figura 23. Propuesta de vías de mejora de sección del PDV. Fuente: Elaboración propia

11.8 PROGRAMA DE PAVIMENTACIÓN

En este programa se identifican los tramos que, debido a sus características, necesitan únicamente pavimentar, es decir, se mantiene la sección transversal (no aumenta el ancho del carril), y manteniendo el número de carriles de circulación (por lo tanto, sin aumentar su capacidad). Estas carreteras pasan de ser de terracería (tipo F) a estar pavimentadas (tipo E).

Así, el MOPAV, en función de la categoría de la ruta y de la TPDA de cada tramo analiza qué carreteras únicamente precisan de pavimentación. Se descartan todos aquellos que aparte de pavimentar, precisen un aumento de sección o capacidad.

En total se considera que se realiza la pavimentación de 142.27 km, con un costo de MQz 576.50, este programa está previsto que sea realizado íntegramente por la DGC.

En el mapa siguiente se identifican cuales los tramos de carretera que precisan pavimentación.

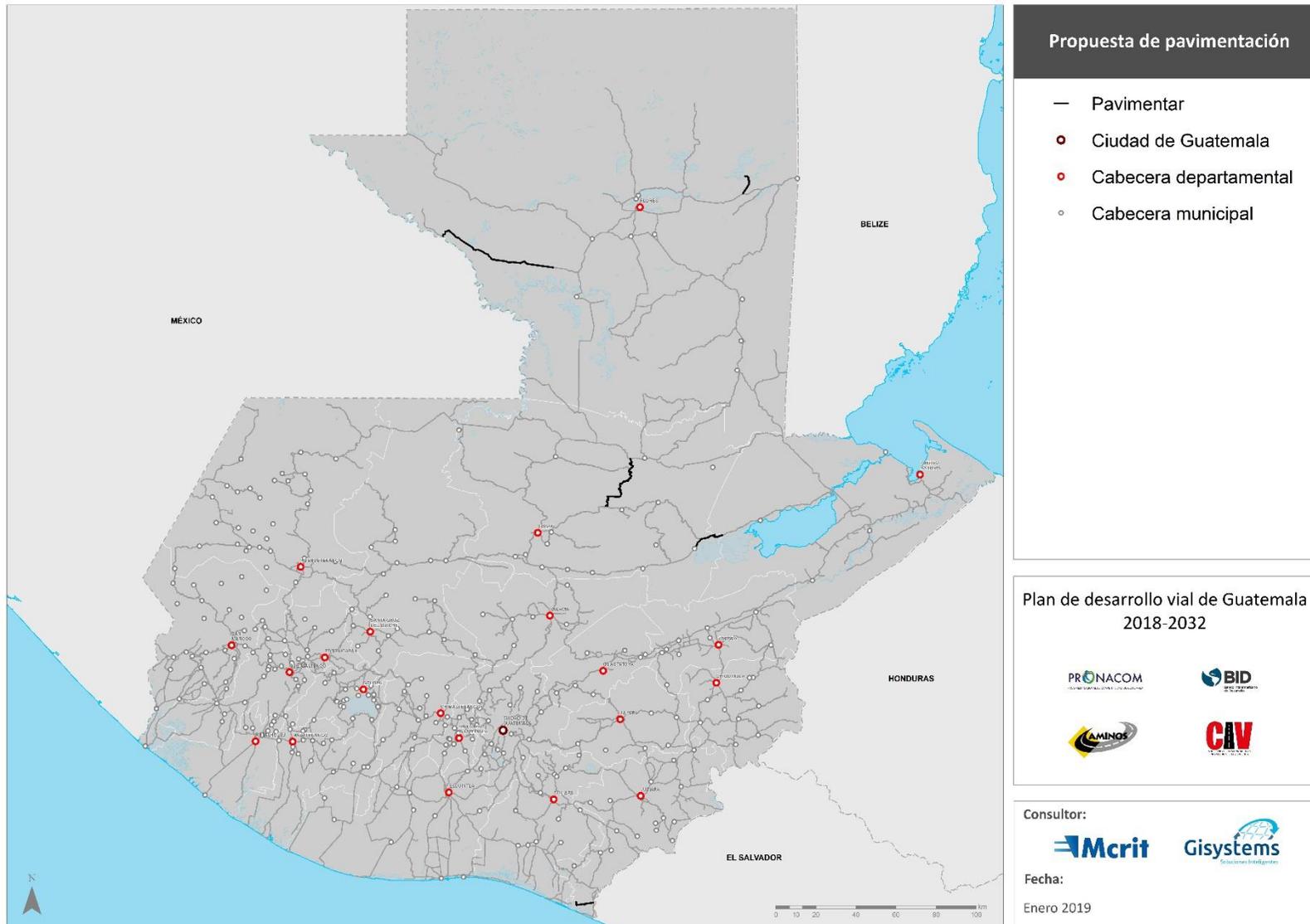


Figura 24. Carreteras que pertenecen al programa de pavimentación. Fuente: Elaboración propia

11.9 PROGRAMA DE MEJORA DE CARRETERAS DE INTERÉS TURÍSTICO

Para promover la oferta turística de Guatemala e impulsar este sector, el PDV cuenta con un programa de mejora de las carreteras que permiten acceder a lugares de interés turístico.

Las vías que, independientemente de su TPDA, categoría y jerarquía, tan solo reciben pavimentación por tratarse de vías de interés turística representan 78.47 km. La mayoría de vías reciben actuaciones de aumento de la capacidad (776.49 km) y de aumento de la sección (840 km), que ya incorporan la pavimentación (en el caso de que la vía sea actualmente de terracería). En las vías restantes se aplican actuaciones para restablecer el PCI a su nivel máximo.

En general, todas las actuaciones contempladas en este apartado se encuentran en zonas de alto valor ambiental, por lo que es preciso que sus estudios sean rigurosos con las medidas de mitigación y compensación ambiental.

Se realizan actuaciones en un total de 2,916.6 km por un costo de MQz 19,452.86, de los cuales MQz 10,057.20 son concesionados.

El mapa siguiente presenta las diferentes actuaciones propuestas para cada una de las carreteras de la red de interés turístico.

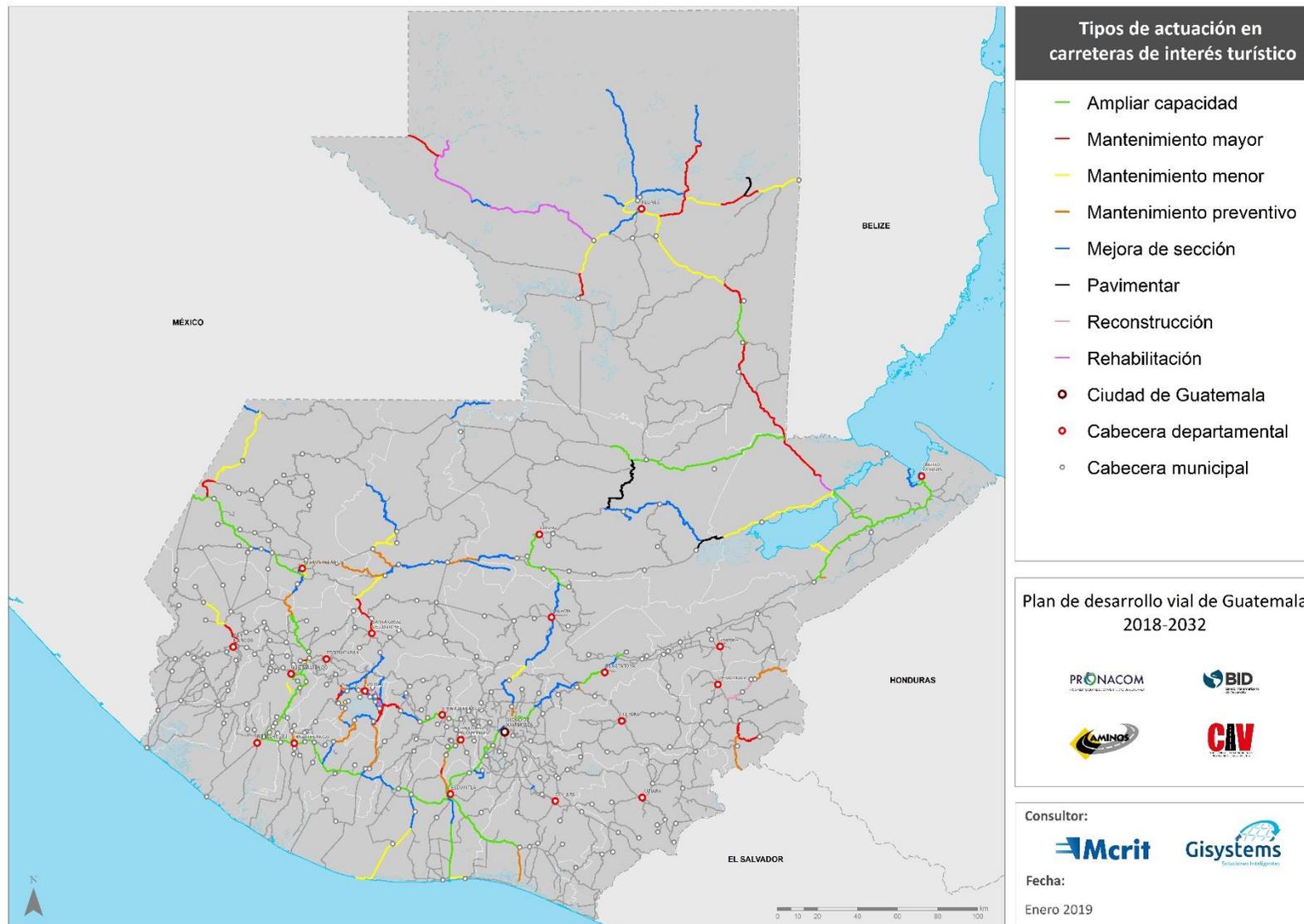


Figura 25. Actuaciones propuestas en la red de interés turístico. Fuente: Elaboración propia.

11.10 PROGRAMA DE PAVIMENTACIÓN A ACCESOS MUNICIPALES

Dentro del propósito de dotar al territorio de una mayor accesibilidad y cohesión, lo que se traduce en un aumento de las oportunidades y una reducción de la desigualdad, se precisa conformar una red vial con capacidad suficiente para dar soporte adecuado a las relaciones socioeconómicas que se establecen entre los municipios.

Por ello el PDV propone un programa para finalizar el proceso de pavimentación de los accesos a todas las Cabeceras Municipales (iniciado en planes anteriores), con el objetivo de que todas dispongan de una conexión asfaltada que las comunique con el resto de la red vial asfaltada.

El PDV 2008 – 2017 incluía un listado de carreteras que dan acceso a Cabeceras Municipales que debían ser asfaltadas. Revisando el estado y la ejecución de la pavimentación de estas carreteras, se observa que las siguientes 24 cabeceras municipales todavía no han sido pavimentadas:

- Lanquin
- San Bartolomé Jocotenango
- Concepción Tutuapa
- San Cristobal Cucho
- Santa Cruz La Laguna
- Comitancillo
- Cahabon
- Barillas
- San Rafael la independencia
- San Sebastian Coatan
- San Bortolo
- Santa Barbara
- Cantinil
- San Miguel Acatan
- El Quetzal
- Patzite
- San Carlos Alzatate
- San Andrés Sajcabaja
- Rio Blanco
- Cajolá
- Canillá
- Pochuta
- San Juan Atitlán
- Santa Lucía la Reforma

Además, desde la ejecución del PDV anterior se han creado 8 nuevos municipios, de los cuales, uno, Petatan, no tiene acceso pavimentado.

Las carreteras que dan acceso a estas cabeceras son las que se incorporan en el presente programa. Así, el MOPAV indica la necesidad de mejorar la sección de todas estas carreteras, lo que implica realizar su pavimentación. En total se propone actuar en 663.38 km, con un costo de MQz 3,370.61.

En el mapa siguiente se presentan las carreteras a ser pavimentadas dentro de este programa:

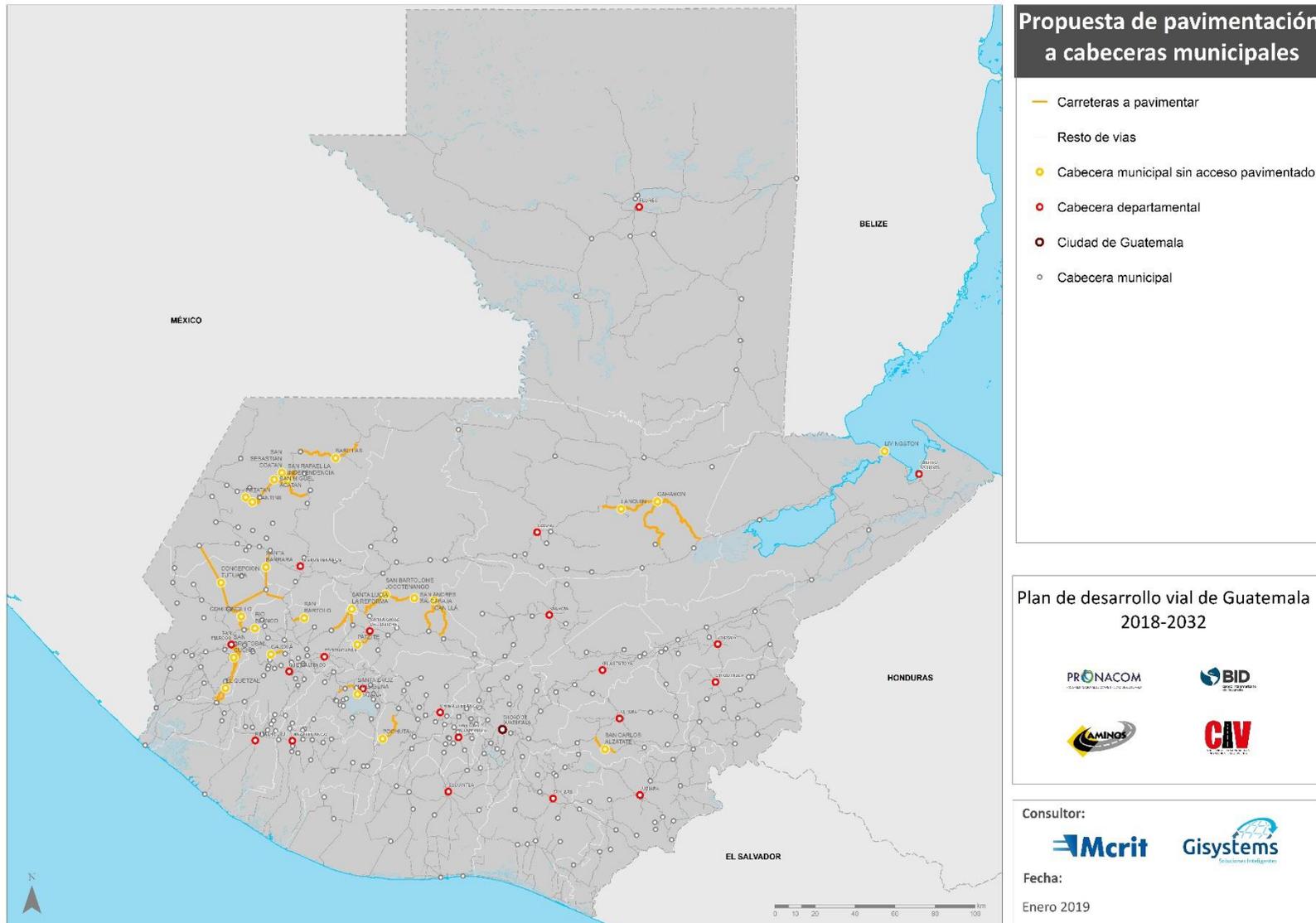


Figura 26. Carreteras a pavimentar para el acceso a cabeceras municipales. Fuente: Elaboración propia.

11.11 PROGRAMA DE MEJORA DE CARRETERAS DE INTERÉS PRODUCTIVO

El PDV incorpora un programa para crear y/o mejorar las rutas que dan acceso a pequeñas zonas productivas del país, básicamente de ámbito rural, con el objetivo de aumentar sus condiciones de accesibilidad y facilitar así el transporte de sus productos a los centros de comercialización. El PDV recoge las propuestas realizadas en un informe elaborado en 2017 conjuntamente por Fundesa, la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT) y la Cámara del Agro, llamado *“Necesidades De Caminos Rurales Para Potenciar El Empleo En El Área Rural”*, en el que se distinguen diversas medidas de mejora en los caminos rurales con el objetivo de beneficiar al sector agrícola, apoyando las principales cadenas de valor agrícola que mayor empleo generen y contribuyan de mayor forma a disminuir la pobreza. Además, se proponen nuevas carreteras para complementar dicha propuesta.

Para ello en el inventario se identifican los tramos que permiten acceder a estos centros de producción rurales. El MOPAV presenta cuáles son las actuaciones a aplicar en estos tramos. Principalmente se propone su pavimentación, puesto que la mayoría de los tramos son de terracería.

11.11.1 Impacto de la red vial en el sector agrícola

Un adecuado acceso a la red vial para el área rural genera un impacto directo en las condiciones de vida de la población rural y en el fomento de su actividad económica. Actualmente, la falta de comunicación vial comporta consecuencias negativas, ya que los agricultores no disponen de vías adecuadas para transportar sus productos al centro de acopio o a las plantas centrales.

Por otro lado, de la mejoría de caminos rurales se derivan, al menos, dos impactos directos adicionales:

- Con una infraestructura vial inadecuada los servicios de abastecimiento de insumos para la producción agrícola son prestados solamente por un número limitado de proveedores, debido a los altos costos que representa el acceso a las áreas rurales. Esto crea márgenes de ganancias elevados para los intermediarios, pero desincentiva al pequeño productor agrícola a invertir en cultivos de alto valor comercial.
- Además, es necesario disponer de vías de acceso adecuadas durante todo el año hacia los centros urbanos para el impulso de la actividad agrícola.

11.11.2 Proyectos de carreteras y caminos rurales propuestos

De acuerdo a lo planteado anteriormente, se presentan las necesidades identificadas de carreteras y caminos rurales necesarios para el impulso de la actividad agrícola nacional (principalmente de productos como hortalizas y frutas), permitiendo el adecuado traslado de los productos agrícolas a sus destinos finales y mayores tiempos de vida de los productos tanto para consumo nacional como de exportación.

Con los proyectos detallados en esta sección se busca impactar a más de 37,000 pequeños productores de distintas áreas rurales nacionales. La mayoría se ubican en departamentos como Chimaltenango, Sacatepéquez, Baja Verapaz, Quiché y Huehuetenango. Igualmente, la inversión en estas carreteras y caminos rurales impactará directamente en otras actividades económicas como la producción y comercialización de otros productos agrícolas y no agrícolas, la industria de vestuario y textiles, pequeños artesanos, y, en general, al comercio nacional. En total se actúa sobre 361.83 km, con un costo de MQz 1,752.71.

Tabla 24. Resumen de las carreteras y caminos rurales propuestos. Fuente: "Necesidades de caminos rurales para potenciar el empleo en el área rural"

CARRETERA O CAMINO PRIORIZADO	BENEFICIADOS
Carretera De San Juan Sacatepéquez A Nebaj (Quiché)	12,211
Caminos Rurales hacia Patzún (Chimaltenango)	15,300
Caminos Rurales hacia cabecera que conecten a CA-1 (Chimaltenango)	915
Caminos Rurales hacia Sumpango (Sacatepéquez)	885
Carretera/Conexión Santiago Sacatepéquez y San Pedro Sacatepéquez (Guatemala)	700
Camino Rural hacia Purulhá (Baja Verapaz)	2,000
Caminos Rurales hacia Sacapulas Y Cunén (Quiché)	40
Caminos Rurales hacia Chiantla (Huehuetenango)	5,000
Conexión Los Encuentros (Sololá) con Semeja III (Chichicastenango)	300
Caminos Rurales a Patzicía (Chimaltenango)	1,000
Conexión de Zona Reyna (Quiché) a Cobán (Alta Verapaz)	4,123
TOTAL	42,474

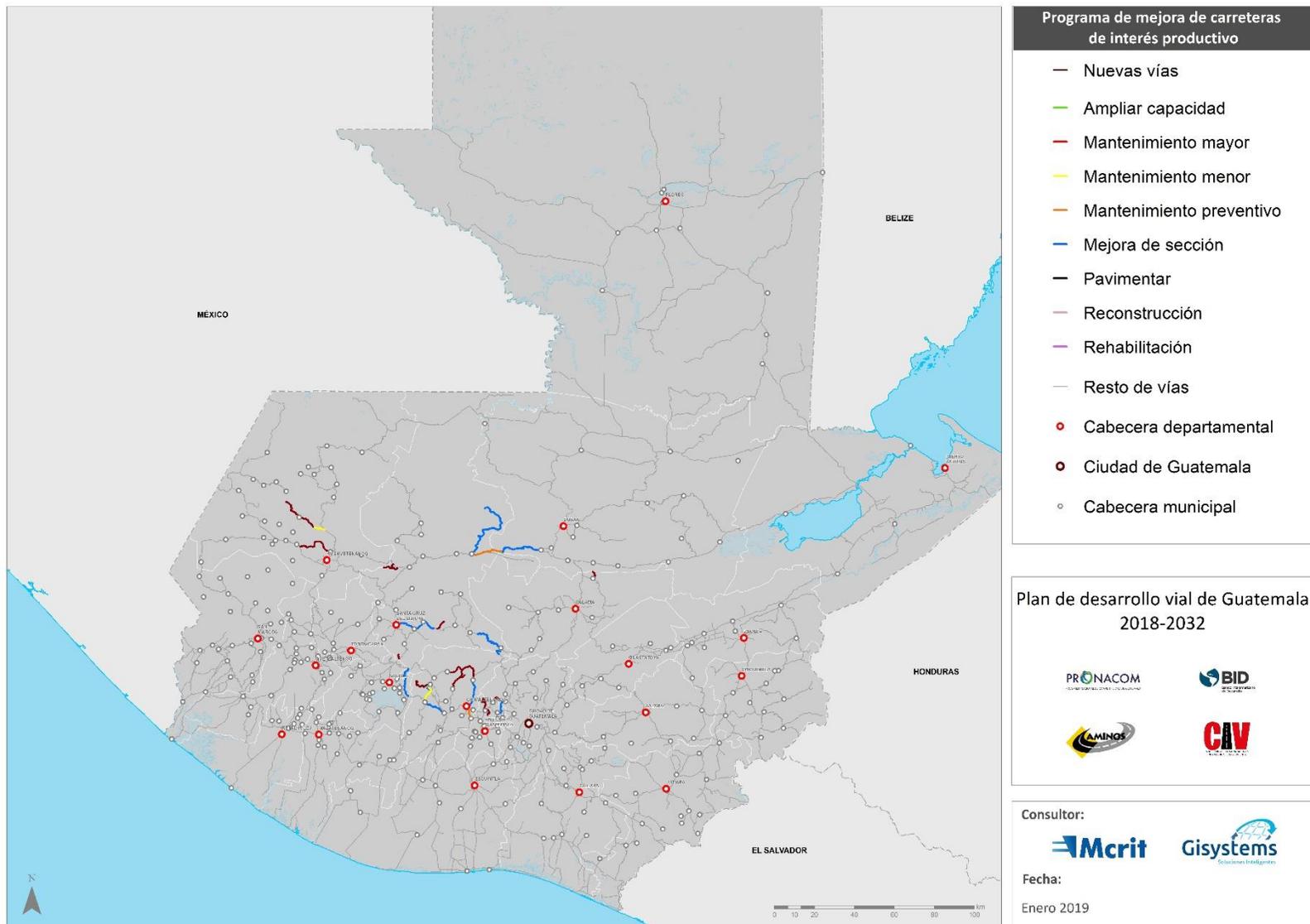


Figura 27. Propuesta de mejora de caminos para la producción agrícola. Fuente: Elaboración propia

11.12 PROGRAMA DE MEJORA DE CARRETERAS DE ACCESO AL PAÍS

Con el objetivo de fomentar la integración regional y suprarregional de la red de carreteras resulta fundamental incorporar en el PDV propuestas de mejora para las carreteras que permiten acceder a los principales puntos de acceso al país, tales como los puntos fronterizos, aeropuertos o puertos.

Así, en el inventario se identifican los tramos de la red vial que dan acceso a estos puntos y en el MOPAV se analiza la necesidad de proceder a su mejora a través de la implantación de determinadas actuaciones; en la gran mayoría de tramos se realiza actuaciones de restablecimiento del PCI (aproximadamente 1,030 km); por otro lado, destacan las carreteras a ampliar la capacidad (representa unos 430 km) y mejora de sección (230 km).

En total se actúa sobre 1,779.01 km, con un costo de MQz 9,236.92, de los cuales MQz 6,416.83 son concesionados.

En el siguiente plano se indica las carreteras que dan acceso a los principales puertos y aeropuertos del país así como las diferentes entradas a Guatemala por carretera (puestos fronterizos).

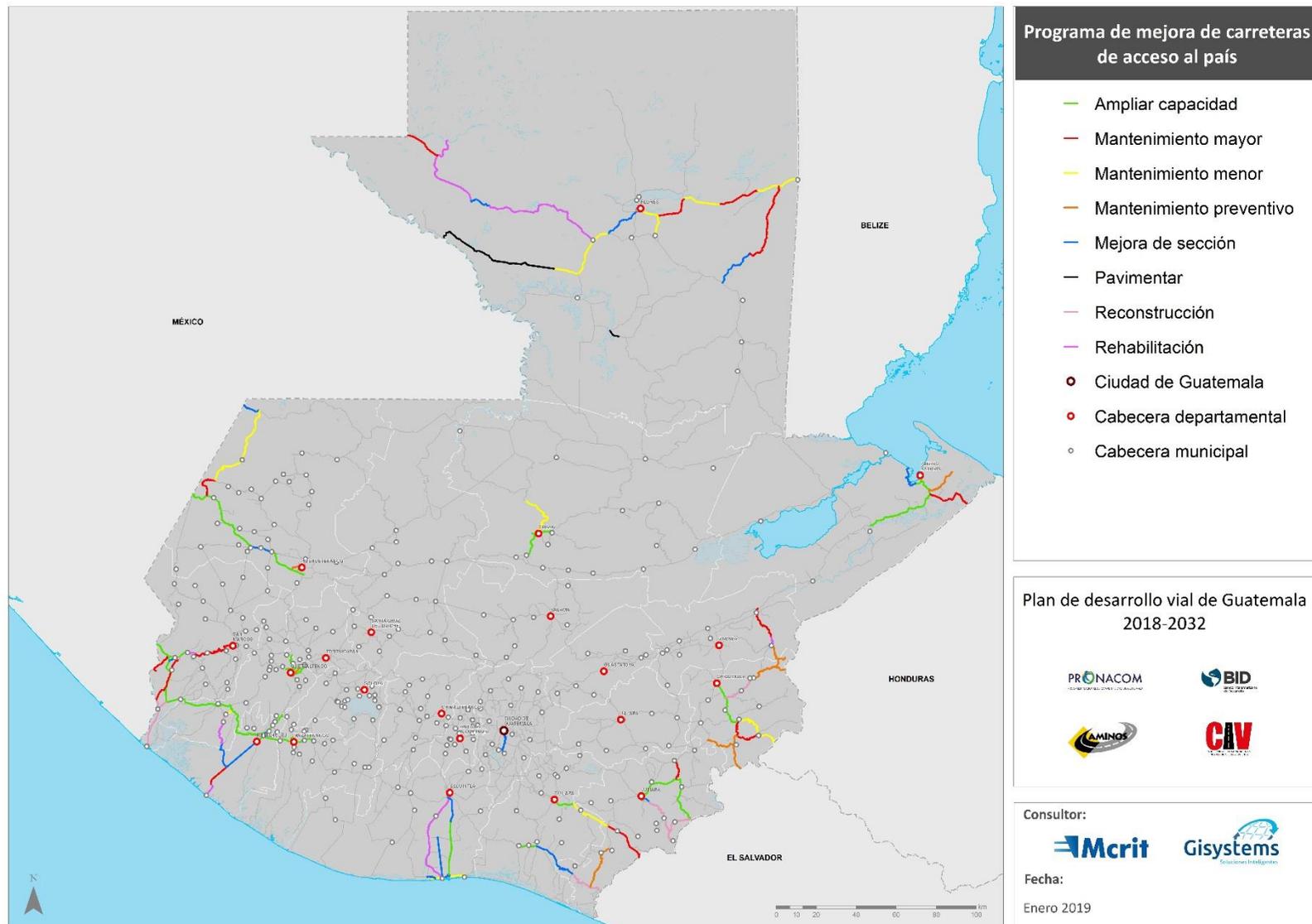


Figura 28. Actuaciones consideradas en el PDV en las carreteras de acceso al país. Fuente: Elaboración propia.

11.13 PROGRAMA DE MEJORA DE CORREDORES LOGÍSTICOS

Con el objetivo de mejorar los principales corredores de transporte de mercancías y desarrollo económico (para resolver la elevada congestión del sistema, mejorar el nivel de madurez logística del país y el acceso a las principales zonas logísticas), el PDV presenta un programa específico de mejora de los corredores logísticos.

En total, el PDV propone actuar en un total de 3,486.13 km, por un costo total de MQz 30,425.33, de los cuales MQz 20,624.55 se realizan a través de APPs. Principalmente se realizan actuaciones de ampliación de la capacidad (en el 45% de la longitud), de mejora de sección (15%) y trabajos de restablecimiento del PCI (39%). La mayor parte del costo se concentra en la ampliación de la capacidad (con cerca del 78% del presupuesto).

En el mapa siguiente se identifican las diferentes actuaciones propuestas en la red de corredores logísticos.

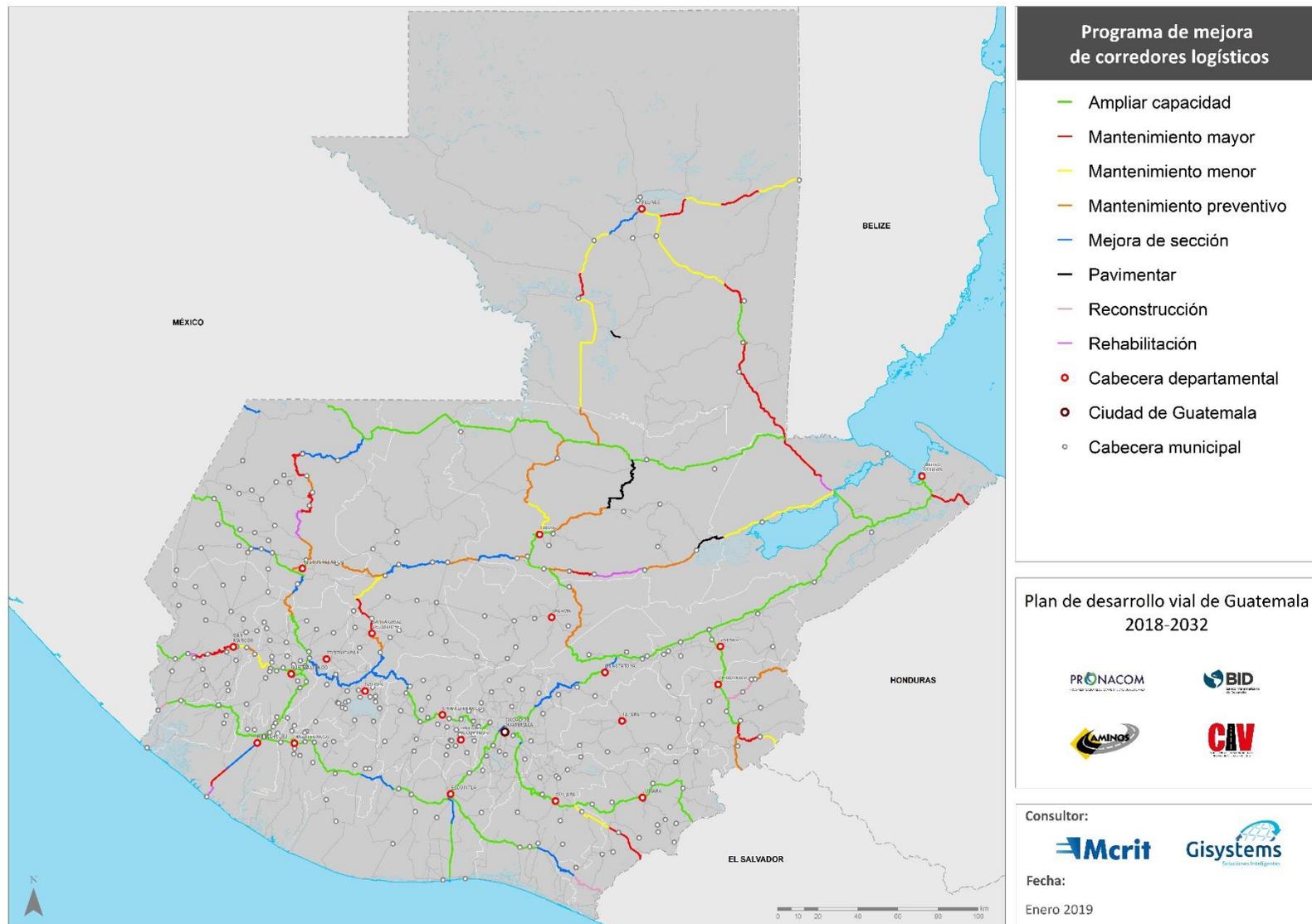


Figura 29. Programa de mejora de los corredores logísticos. Fuente: Elaboración propia

11.14 PROGRAMA DE LIBRAMIENTOS

Actualmente, muchas de las carreteras principales atraviesan núcleos urbanos, provocando que los tiempos de viaje sean mayores y creando malestar a la población debido a la intensidad de tráfico en el centro de las poblaciones. El objetivo del plan beneficiar a los usuarios del transporte y a la población de los núcleos.

El programa de libramientos del PDV incorpora el plan de libramientos del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, en el que se proponen rutas alternativas para no atravesar los centros urbanos. Además, se realiza un análisis con el MOPAV para evaluar la viabilidad de la ejecución de nuevos libramientos.

Algunos de los beneficios derivados de la aplicación del programa son reducir las congestiones, mejora de los tiempos de viaje, reducir los índices de contaminación ambiental y mejorar la conectividad.

Dentro del proyecto del anillo regional, se incluyen los siguientes libramientos en las poblaciones de:

- **Churranchito:** longitud aproximada de 8.0km
- **San Raymundo:** longitud aproximada de 6.6km
- **Chimaltenango:** se está ejecutando el proyecto a falta de 2km, el tráfico liviano ya se encuentra parcialmente desviado hacia el nuevo tramo.
- **Antigua Guatemala-Ciudad Vieja:** el nuevo trazado quiere conectar la carretera RN-10 con la RN-14. Se han estudiado diversas posibilidades de trazado; una de ellas incluye un túnel para evitar problemas con el derecho de la vía. Longitud estimada de 12.7km.
- **Fray Bartolomé de las Casas (Cerinal)-Barberena:** este libramiento ya se encuentra en funcionamiento, la longitud es de 12.4km. La mayoría del tránsito es municipal.
- **Jalapa:** el trazado propuesto conectaría los dos lados de la RN-19 y la RN-18 sin atravesar el centro urbano. Longitud aproximada de 8km.
- **Sanarate:** longitud aproximada de 7km
- **Estudio en Chiquimulilla:** pertenece al tramo 6 del anillo, se estudiará la posibilidad de libramiento en Chiquimulilla.
- **San Lucas Sacatepéquez**
- **Ciudad de Guatemala:** éste concretamente pertenece al anillo ecológico. Se explica con mayor detalle dentro del programa *“Estrategia para el entorno metropolitano de Guatemala”*

Fuera del ámbito del anillo regional el CIV considera necesarios la ejecución de los siguientes libramientos:

- **Salamá:** longitud aproximada de 8km y TMD: 2,343
- San Bernardino-Mazatenango-Cuyotenango
- **Santo Tomás de Castilla:** propuesta de acceso más directo al puerto, longitud aproximada de 6km
- **Huecatenango-Chiantla:** longitud aproximada de 15km y TMD: 3,979
- **Santa Cruz del Quiché:** longitud aproximada de 8km y TMD: 2,377
- **Chichicastenango:** longitud aproximada de 10km y TMD: 2,724
- **San Francisco el Alto:** longitud aproximada de 5km y TMD: 4,600
- **Sololá:** longitud aproximada de 5km y TMD: 2,883

- **San Sebastián Retalhuleu:** proponer cruzar el río Samala en un punto diferente; longitud aproximada de 5km y TMD: 5,093
- **Cocales:** longitud aproximada de 5km y TMD: 11,290
- **San Pedro Sacatepéquez (San Marcos):** longitud aproximada de 10 km.
- **Panajachel:** longitud aproximada de 4 km.

Se contempla que los libramientos pertenecientes al anillo regional y los de Salamá, San Bernardino-Mazatenango-Cuyotenango, Santo Tomás de Castilla se ejecuten mediante concesión y que los libramientos de San Sebastián Retalhuleu y Cocales se ejecuten por APP.

La prioridad en los libramientos se establece compaginando los siguientes criterios: la región, la importancia de la ruta y la población en estudio y por las actuaciones en la red Primaria y en las poblaciones de mayor importancia.

En total, el PDV propone la ejecución de aproximadamente 170 km de libramientos, por un costo total de MQz 1,411, de los cuales MQz 854.9 se realizan a través de APPs.

En el mapa siguiente se pueden observar los diferentes libramientos propuestos.

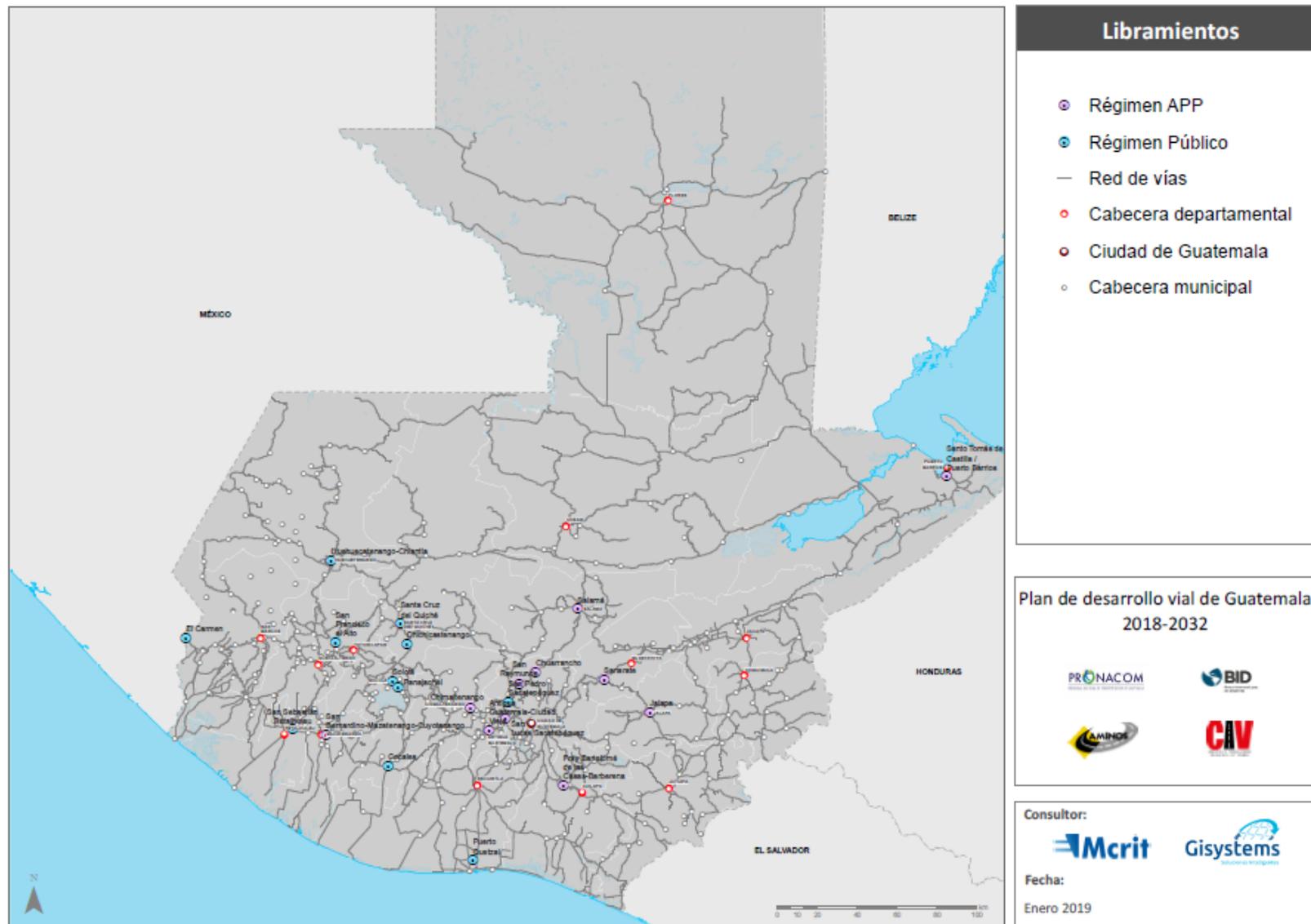


Figura 30. Localización de los libramientos propuestos en el PDV en régimen público y en APP. Fuente: Elaboración propia.

11.15 PROGRAMA DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES

En el año 2016, la cifra de vehículos que circularon por Guatemala alcanzó los 3 millones, de los cuales, el 6,1% se correspondía a vehículos de carga (presenta un crecimiento del 102%)

Un porcentaje considerable de estos vehículos van sobre cargados, este hecho tiene consecuencias negativas tanto para la red vial, ya que el desgaste es mayor como para el usuario, porque se incrementa el tiempo de viaje y los costos de operación del vehículo (combustible, mantenimiento, repuestos).

Para resolver los problemas que genera la circulación de vehículos pesados, el CIV ha implantado hasta la actualidad 4 estaciones de control de pesaje fijas unidireccionales, ubicándose estas en los puntos siguientes:

1. Puerto Barrios Km. 288+500, ruta CA-9 Norte;
2. Escuintla Km. 64+629 ruta CA-9 Sur "A";
3. Puerto Quetzal Km. 98+639 ruta CA-9 Sur "A"; y
4. Tecún Umán Km. 250 Bifurcación CA-2 Occidente "A".

Por otro lado, se realizan controles mediante básculas móviles pesa-ejes.

Con el objetivo de mejorar el control del peso y las dimensiones de los vehículos de carga, el CIV dispone de un programa de implementación de 30 nuevas Estaciones de Control de Pesos y Dimensiones en puntos estratégicos de la red vial.

El PDV incorpora este programa en su lista de actuaciones con el fin de alinear todas las propuestas de mejora de la red vial en un solo Plan y facilitar así el seguimiento de su cumplimiento y sus futuras actualizaciones.

Con el objetivo de financiar el programa, se ha promovido una licitación nacional e internacional para la concesión o participación pública privada, que permita, diseñar, financiar, construir, equipar, operar y administrar las estaciones de control de pesos y dimensiones.

Se calcula que el costo de implementación del programa por el CIV sería de MQz 288 para la infraestructura y equipamiento; el costo aproximado de operación y mantenimiento anual MQz 86 anuales, esta cantidad representa aproximadamente el 10% del presupuesto para mantenimiento del año 2017 de COVIAL.

Algunos beneficios de la implementación del programa sería la reducción del costo de mantenimiento de las carreteras y los ingresos derivados de las sanciones impuestas a los vehículos sobrecargados.

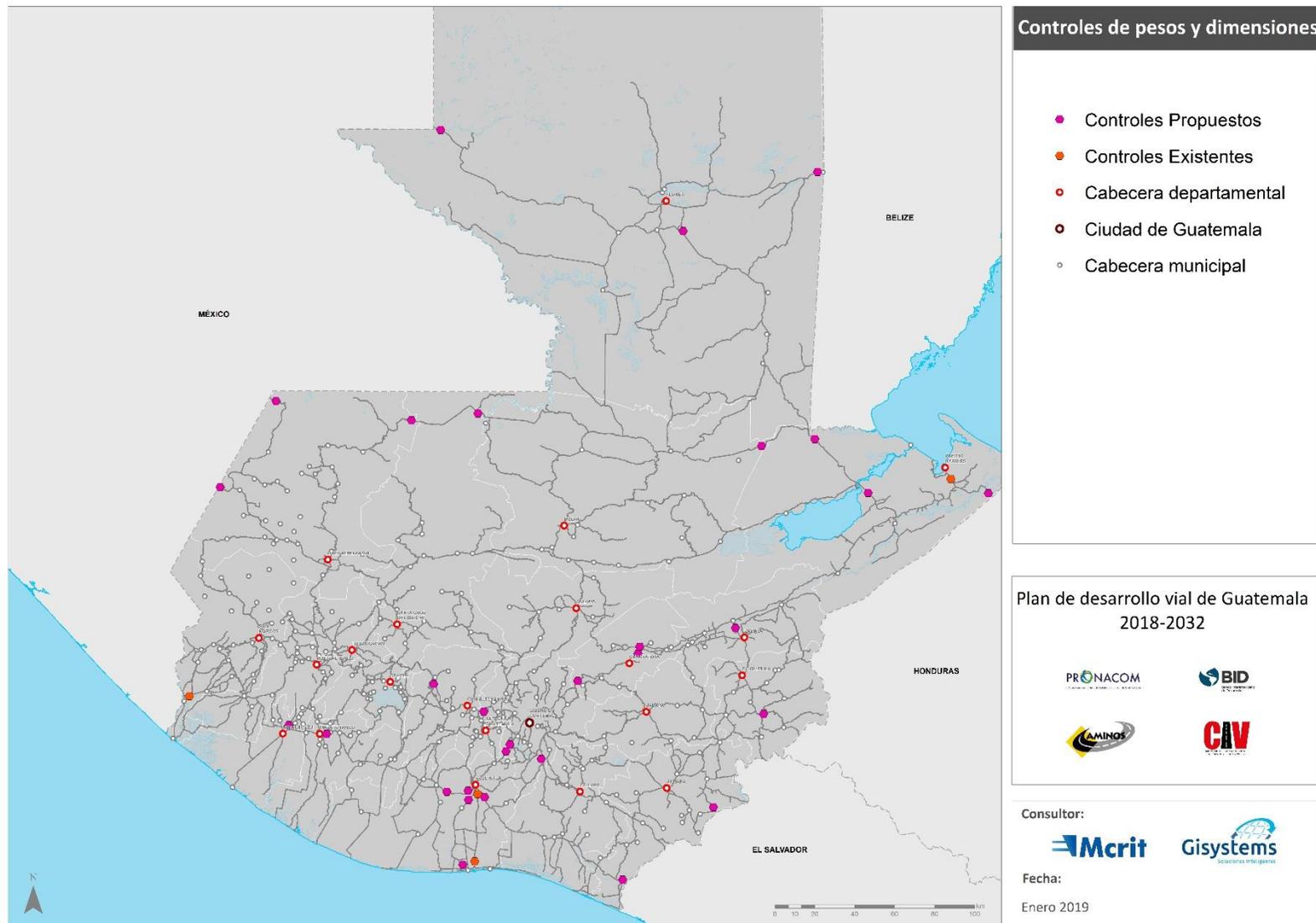


Figura 31. Localización de las estaciones de control de pesaje existentes y propuestas. Fuente: Elaboración propia

11.16 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS MEDIANTE APPS

La limitación presupuestaria de la Administración Pública junto con la mayor eficacia de la gestión privada supone una oportunidad para financiar el desarrollo de determinadas infraestructuras de transporte a través de la participación de la iniciativa a privada en su construcción, conservación y explotación.

En este programa, el PDV agrupa el programa de APPs de ANADIE, el de concesiones de la DGC y el del Plan Nacional de Transportes, además de proponer nuevos ejes viales a ser concesionados. A continuación, se indican las principales actuaciones propuestas por la DGC:

- **Vía Expres Nor-Oriente, Autopista Urbana. Libramiento de Ciudad de Guatemala:** consiste en la construcción de un tramo vial para conectar la salida al Atlántico (CA9 – Norte) con la ruta hacia El Salvador (CA1 – Oriente) con una carretera de peaje. El nuevo tramo actuará como libramiento de Ciudad de Guatemala. El tramo se comunicará con la segunda fase de la carretera privada Vía de Acceso del Sur (VAS), a la altura del kilómetro 25 de la carretera hacia El Salvador. El proyecto se encuentra en fase de estudios previos. El inversionista construirá y operará, con altos estándares de calidad, la vía durante 25 años. La inversión estimada es de US\$180.00 millones.
- **Anillo Regional:** se contempla la posibilidad de que los tramos 5 y 7 sean concesionados, además de algunas partes del tramo 6. Asimismo, parece interesante realizar una APP para el tramo 10.
- **Libramientos:** se contempla que los libramientos pertenecientes al anillo regional y los de Salamá, San Bernardino-Mazatenango-Cuyotenango, Santo Tomás de Castilla se ejecuten mediante concesión y que los libramientos de San Sebastián Retalhuleu y Cocales se ejecuten por APP.
- **Programa de control de pesos y dimensiones:** se contempla implantar el programa citado anteriormente mediante APPs.

A parte de las carreteras propuestas para concesión por la DGC, se ha realizado una selección de vías en las que se considera interesante realizar la actuación de mejora y su mantenimiento asociado a lo largo de todo el periodo de validez del PDV a través de concesiones y APPs, principalmente por el interés para el desarrollo económico y social que presenta la carretera actualmente y en el futuro.

La siguiente lista incluye las rutas o tramos que se corresponden con los criterios definidos anteriormente, es decir, que cumplan con los requisitos de interés y viabilidad. Se presentan 2 categorías de concesiones: en primer lugar, aquellas que cumplen con los requisitos mencionados y, en segundo lugar, los tramos que presentan unos aforos próximos a los requisitos mínimos y cuya correcta funcionalidad es de gran importancia para el desarrollo y comunicación del país.

Es importante destacar que existen tramos pertenecientes a carreteras diferentes que es recomendable concesionar conjuntamente al constituir un recorrido único.

En total, el PDV propone realizar la concesión de 1,496.08 km de vías ya existentes y 103. km correspondientes a nuevos libramientos previstos. El costo total de las actuaciones a ser realizadas por APP asciende a los MQz 30,026.49.

Tabla 25. : Caracterización de las actuaciones a ser realizadas mediante APP. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de actuación	Número de actuaciones concesionadas	Longitud de la red en la que se actúa (km)	Costo APP (MQz/km)
LIBRAMIENTOS	10	103.00	854..90
CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES	34		374.02
ACTUACIONES EN EJES	126	1,496.08	21,250.22
<i>Ampliar capacidad</i>	95	1,116.33	17,066.44
<i>Mejora de sección</i>	21	255.25	4,096.98
<i>Pavimentar</i>	0	0.00	0.00
<i>Mantenimiento preventivo</i>	4	62.99	1.26
<i>Mantenimiento menor</i>	1	11.80	0.47
<i>Mantenimiento mayor</i>	2	24.64	9.86
<i>Reconstrucción</i>	3	25.07	75.21
<i>Rehabilitación</i>	0	0.00	0.00
MANTENIMIENTO ANUAL 2018 - 2032	126	1,496.08	7,547.35
TOTAL			30,026.49

Primera fase de concesiones

- **CA-1 Este:** Tramo Ciudad de Guatemala-Barberena-Cuilapa -San Cristóbal y tramo Jutiapa-San Cristóbal (frontera con el Salvador). *Obs: el tramo faltante entre Cuilapa y Jutiapa es una de las propuestas de la DGC, se corresponde con el anillo regional; la concesión se recomienda hacerla conjunta.*
- **CA-1 Oeste:** Tramo Ciudad de Guatemala-San Lucas Sacatepéquez-Chimaltenango-Los Encuentros-Cuatro Caminos *en conjunto* con RN-1, tramo Cuatro Caminos-Quetzaltenango.
- **CA-2 Este:** Taxisco-El Obraje-Ciudad Pedro de Alvarado (frontera con El Salvador). *Obs: el tramo entre Escuintla y Taxisco es una de las propuestas de la DGC, se corresponde con el anillo regional; la concesión se recomienda hacerla conjunta.*
- **CA-2 Oeste:** Escuintla-Santa Lucía Cotzamalguapa-Mazatenango-Retalhuleu-El Carmen (Frontera con México) *en conjunto* con el acceso a Tecún Umán (Frontera con México)
- **CA-9 Norte:** Ciudad de Guatemala-Sanarate-El Rancho-Río Hondo-Puerto Barrios/Santo Tomás de Castilla.
- **CA-9 Sur:** Ciudad de Guatemala-Palín-Escuintla. *Obs: el tramo Escuintla-Puerto Quetzal es una propuesta de la DGC, la concesión ya ha sido otorgada.*
- **CA 10:** Río Hondo –Chiquimula-Quetzaltepeque-Padre Miquel *en conjunto* con CA-12: Padre Miguel-Anguiatú (Frontera con el Salvador).

Segunda fase de concesiones

- **CA-1 Oeste:** Cuatro Caminos-Huehuetenango-La Mesilla (Frontera con México). Es recomendable concesionarla conjuntamente con el tramo anterior.
- **CA-14:** El Rancho-Salamá-Cobán. Es recomendable concesionarla conjuntamente con la CA-9 Norte
- **CITO-180:** Retalhuleu-Quetzaltenango.

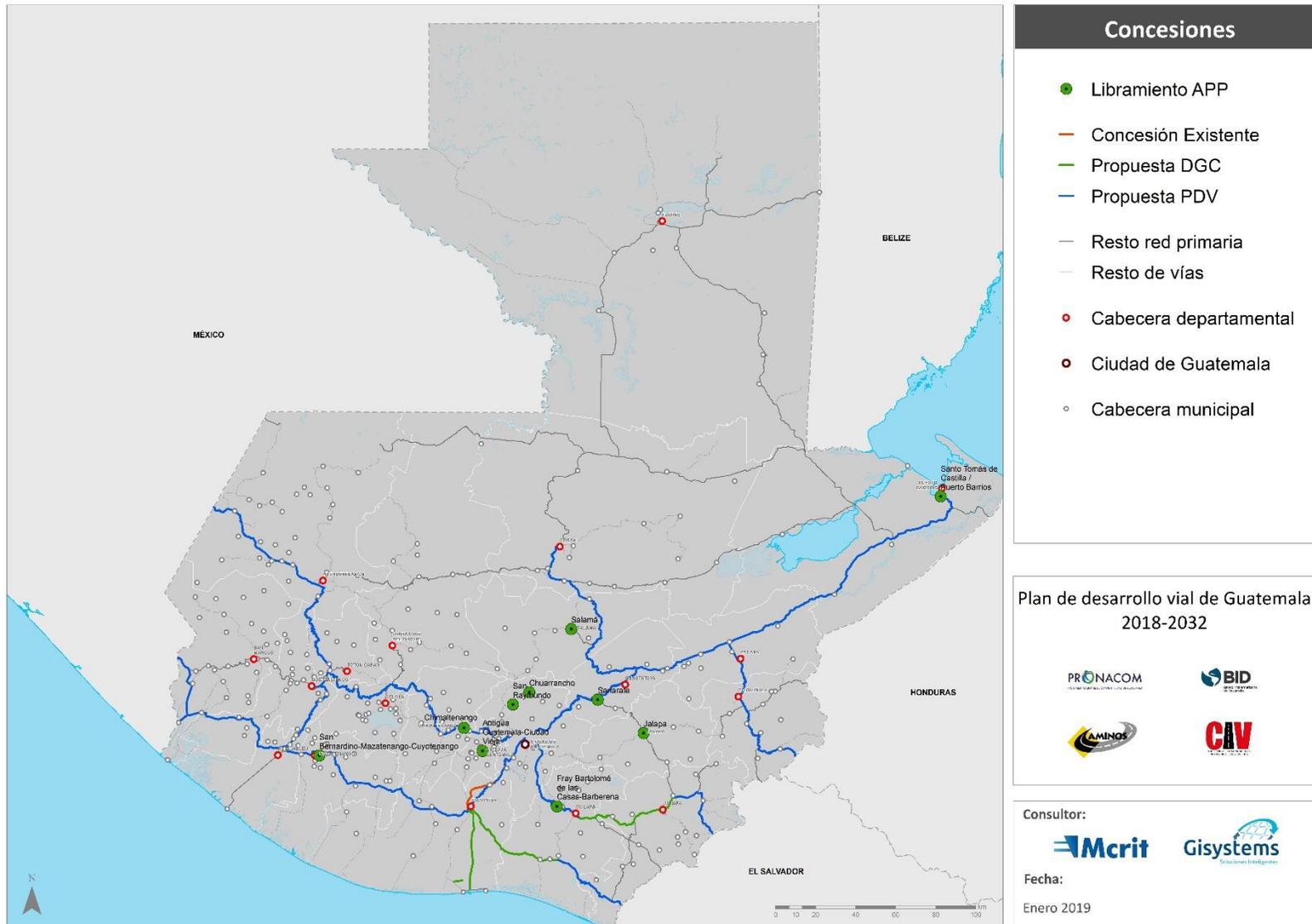


Figura 32. Propuesta de concesiones. Fuentes: Elaboración propia

11.17 PROGRAMA DE MEJORA DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL

Uno de los elementos fundamentales en la mejora de la circulación y de la seguridad vial es la mejora de la señalización, tanto vertical como horizontal, que debe orientarse hacia la identificación de la carretera y a advertir de los condicionantes existentes a lo largo del recorrido para conseguir una más fácil y segura circulación, tanto diurna como nocturna.

En el inventario realizado se clasifica el estado de la señalización de las carreteras en cuatro categorías: “bueno, regular, malo o inexistente”.

El programa detecta qué tramos de la red vial disponen de una clasificación “regular”, “mala” o “inexistente” para desarrollar un plan de actuación con el objetivo que todas las carreteras dispongan de una señalización clasificada como “buena”.

A continuación se adjunta cuál será el costo de aplicar las mejoras a la señalización vertical para conseguir un nivel de servicio óptimo:

Tabla 26. Clasificación de la red según el estado de señalización. Fuente: Elaboración propia

Estado de la señalización vertical	Longitud (km)	Costo (MQz/km)	Costo total (MQz)
Regular	4,111	0.005	20.56
Malo	1,060	0.010	10.60
Inexistente	4,791	0.025	119.78
TOTAL	9,962.44		150.93

El costo total para alcanzar un grado de señalización vertical “buena” en toda la red es 150,93 MQz.

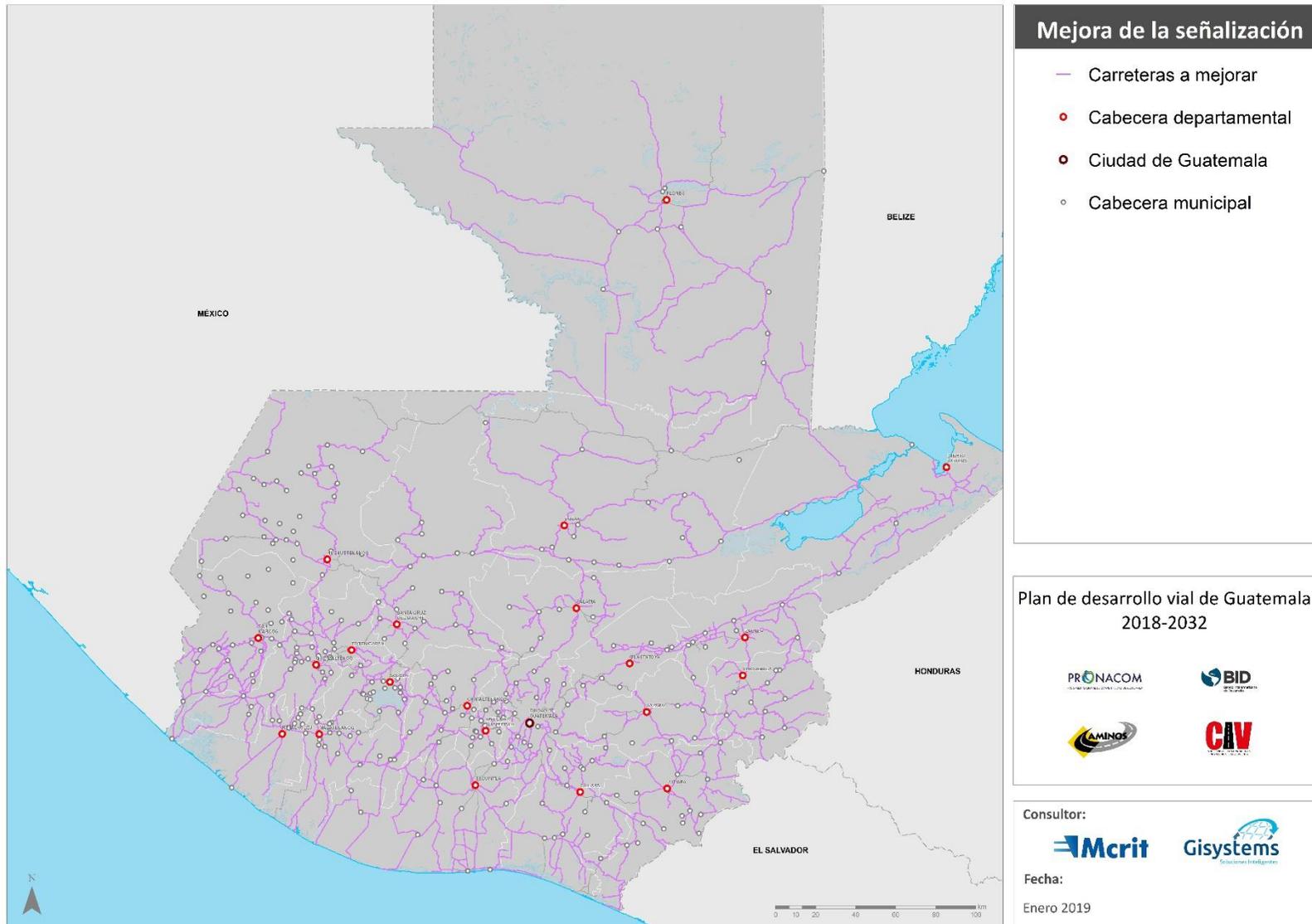


Figura 33. Carreteras que necesitan mejora de la señalización. Fuente: Elaboración propia

11.18 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE PUENTES DE LA RED VIAL

El PDV incorpora en el inventario el listado de puentes de la red vial, indicando sus características (longitud, ancho, tipo de material, etc.) y su estado actual de mantenimiento.

Ello permite identificar 238.40 metros lineales de puentes con un tipo de estructura provisional que precisan ser substituidos:

- Puente Las Cabezas: 26.5 metros lineales
- Puente San Miguel Panam: 62 metros lineales
- Puente Ocosito RN 13: 31.7 metros lineales
- Puente Motagua RD GUA 18: 52.1 metros lineales
- Puente Sumache: 66.1 metros lineales

El costo de este programa asciende a los MQz 183.57.

11.19 PROGRAMA DE OBRAS DE DRENAJE

La ejecución de un sistema de drenaje en aquellos tramos de la red vial sujetos a fuertes precipitaciones es importante para poder evacuar de manera rápida toda el agua y reducir así los impactos que ésta pueda producir tanto a las personas y objetos presentes en la carretera, como a la propia estructura de la carretera.

Por ello el PDV presenta un programa para ejecutar obras de drenaje en todas las carreteras en las que la precipitación promedio anual es elevada y el sistema de drenaje es inexistente. En total se han contabilizado 1,329.50 Km de carreteras que cumplen estas características. Asumiendo un costo unitario de 1 MQz /km, se obtiene un costo para este programa de MQz 1,329.50.

A continuación se adjunta un mapa donde se indica las carreteras que necesitan intervención en este aspecto:

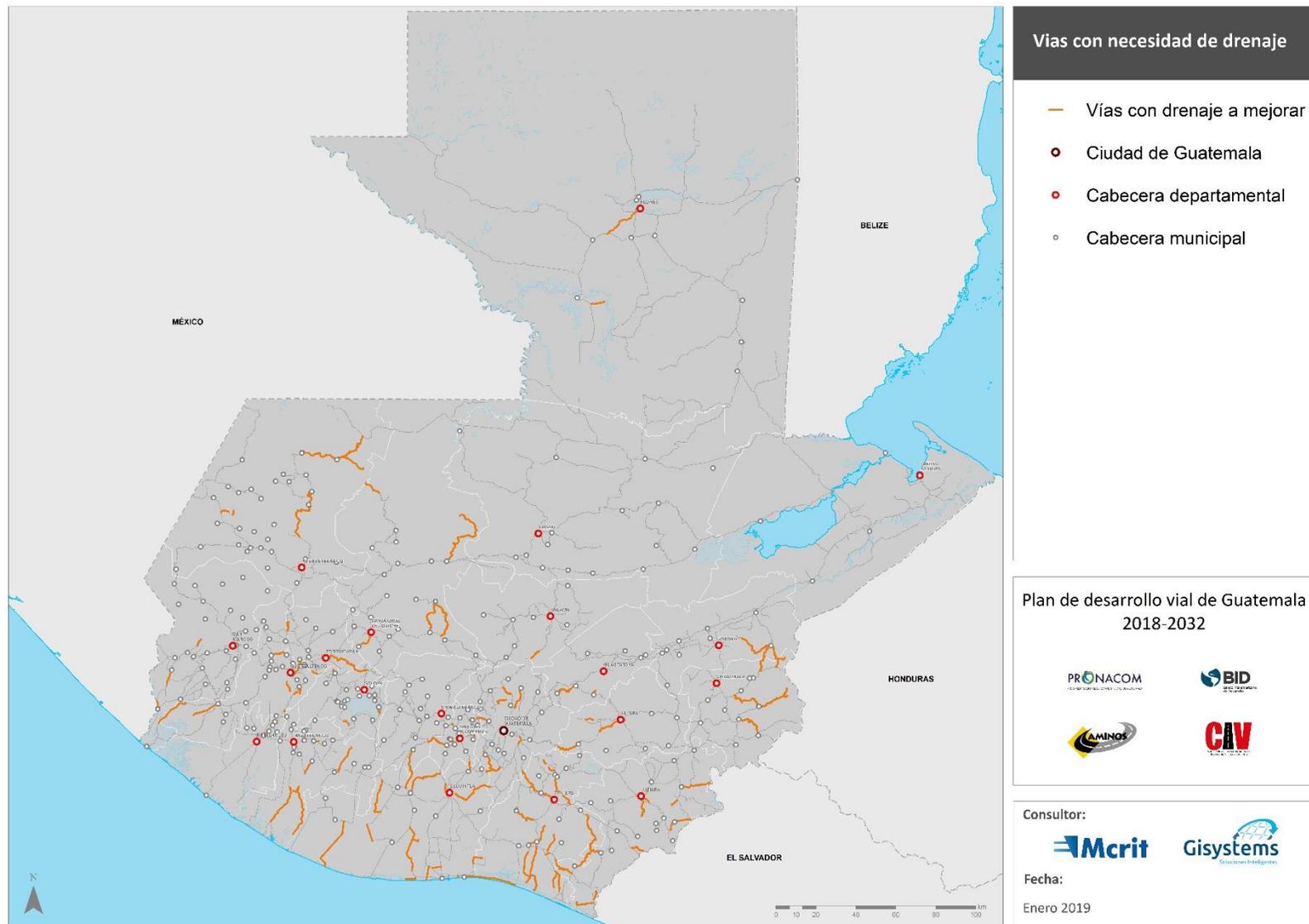


Figura 34. Carreteras dónde es necesaria la ejecución del sistema de drenaje. Fuente: Elaboración propia

11.20 PROGRAMA DE SEGURIDAD VIAL

El PDV no incorpora, por falta de datos, un listado de los tramos con mayor concentración de accidentes (TCA) sobre los que se deberían proponer actuaciones de mejora (adecuar la sección de la vía al nivel de tránsito que experimenta, implantación de elementos fiscalizadores para controlar la velocidad de circulación, de barreras protectoras en los márgenes de las rutas, entre otros) que repercutan en un incremento de la seguridad vial y en la consecuente reducción del número de accidentes viarios ocurridos.

Con el objetivo de mejorar la seguridad en la red vial se propone diseñar un Plan de Seguridad Vial que plantee diversas acciones a realizar por los agentes involucrados en prevención de accidentes viales.

Los principales agentes impulsores del Plan de Seguridad deben ser:

- PROVIAL: mediante el estudio de la localización de los hechos de tránsito con víctimas.
- DGC: mediante la ejecución de estudios que analicen las causas y corrijan los índices de siniestralidad de la red; elaborando campañas de concienciación sobre la seguridad vial.

Se definen una serie de campos en los que trabajar para la mejora de la seguridad vial:

- **Medidas de mejora del pavimento y estado general de las vías:** el principal factor para evitar accidentes es el estado de las vías, se pueden realizar actuaciones preventivas en la red que reduzcan las zonas de conflicto potencial y homogenicen las características, con el fin de facilitar la percepción por el conductor y evitar en la medida de lo posible situaciones de peligro. Las actuaciones preventivas deben tener en cuenta las carencias de seguridad que presente la vía, establecidas en función de su jerarquía.

Pueden enmarcarse dentro de los siguientes grupos:

- Señalización y balizamiento: paneles direccionales en curvas, marcas viales con resalto...
- Sistemas de contención
- Tratamiento de travesías (tramos dentro de las poblaciones)
- Iluminación
- Tratamiento de intersecciones. Mejora de visibilidad.
- Reordenación de accesos.
- Actuaciones sobre la plataforma: supresión de los estrechamientos, tratamiento de márgenes, ensanche de obras de fábrica, creación de vías de frenado, etc.
- Áreas de descanso
- Tratamiento de pavimentos: eliminación de zonas encharcadas en pavimentos, mejora del coeficiente de rozamiento, etc.
- Otras actuaciones: equipamiento de seguridad en túneles, paradas de autobús, etc.

Muchas de estas actuaciones se encuentran englobadas dentro del mantenimiento mínimo establecido.

- **Medidas de control de la velocidad en las vías:** un gran porcentaje de los accidentes ocurridos en Guatemala son causados por superar el valor máximo de velocidad permitida. Para reducir el número de hechos por esta causa se plantea implantar un sistema de control de la velocidad con el objetivo que los conductores respeten más los límites establecidos. Para ello, se propone colocar radares en los puntos de mayor concentración de accidentes así como sistemas conjuntos de semáforos y radares si la carretera cruza un núcleo urbano, que si superas la velocidad permitida el semáforo cambie a rojo.

Otro aspecto importante a destacar es el crecimiento desmesurado del número de túmulos en la red vial de Guatemala. En esta materia, Guatemala cuenta con la **Ley para la Circulación por Carreteras Libre de cualquier Tipo de Obstáculos** que regula la colocación, los permisos y las sanciones sobre la colocación de túmulos. Sin embargo, esta ley no se está cumpliendo e inventarios realizados por Gisystems demuestran que en los des de la aplicación de la ley, en 2014, el número creció de unos 4,000 túmulos a 5,800. Es necesario revertir esta situación mediante educación de la ciudadanía, jornadas de participación y consenso con los afectados para acordar medidas complementarias que ayuden a resolver el problema.

- **Programas de educación vial:** las acciones dentro de este ámbito han de ser desarrolladas principalmente por la DGC, su propósito es concienciar a la población de los peligros de la carretera si no se cumplen las normativas. Se pueden desarrollar programas de educación en las escuelas para formar a los más jóvenes, para que tenga éxito esta medida se ha de llevar a cabo en todos los colegios (zonas urbanas y rurales). Otra interesante medida es la realización de campañas de concienciación a través de los medios de comunicación mediante la creación de anuncios, carteles... que destaquen la importancia del uso del casco por parte de los motociclistas, el uso del cinturón, no utilizar el móvil durante la conducción, uso de dispositivos de retención para los niños así como el peligro de conducir bajo los efectos del alcohol y las drogas.
- **Sistemas de sanción más severos** en general, y especialmente en zonas de alta concentración de accidentes para concienciar a los conductores. Principalmente consiste en endurecer las sanciones por exceso de velocidad y en los controles de alcohol y drogas para disuadir a los conductores de este tipo de prácticas.
- **Sistema de recogida de información de accidentes:** es muy interesante conocer cuáles son los tramos de mayor accidentalidad en la red de carreteras de Guatemala para poder planificar diversas medidas en esas vías con el objetivo de reducir el índice de accidentalidad. Es recomendable desarrollar un registro a nivel nacional de los hechos de tránsito que incluya la localización, causas y vehículos/peatones involucrados en el suceso. Conocer toda esa información permitirá a COVIAL poder realizar una mejor gestión de la seguridad vial.

11.21 PROGRAMA DE CREACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS RURALES

El PDV incorpora un programa de construcción, rehabilitación y/o mejoramiento de caminos rurales. El objetivo del mismo consiste en adecuar los caminos rurales para garantizar la accesibilidad de todos los núcleos de población a las cabeceras municipales y departamentales.

La mejora de Caminos Rurales se desarrolla sobre vías que, o bien muestran una rentabilidad adecuada, o bien acceden a comunidades con importante volumen poblacional, o bien se ubican en zonas en donde la firma del Proceso de Paz Interna en la Nación obliga a los Gobiernos al cumplimiento de compromisos en la dotación de servicios de infraestructura, educación, salud, etc. que tiendan a mejorar sus índices de Desarrollo Humano.

Estos caminos se ubican mayoritariamente en los Departamentos de menor desarrollo, por lo que su mejora se convierte en una herramienta valiosa para mejorar el nivel de vida de sus poblaciones para que logren alcanzar mejores estándares sociales y económicos, a la vez que se constituyan en zonas productivas que incorporen más eficientemente sus esfuerzos y recursos para hacer de sus zonas polos del Desarrollo del país, tal cual es el espíritu de los Acuerdos de Paz firmados en 1996.

11.21.1 Creación de nuevos caminos rurales

Se propone que a lo largo del horizonte del PDV se creen cerca de 13,000 km nuevos de caminos rurales, lo que equivale a la construcción de unos 1,000 km de caminos rurales cada año. Esta ampliación de la malla de caminos rurales debe permitir el acceso de todos los núcleos de población a las cabeceras municipales y departamentales. Considerando un costo unitario de ejecución de un camino rural de 1.5 MQz /km, se obtiene un presupuesto total para este programa de MQz 19.5. Se propone que los fondos para ejecutar estos caminos rurales no provengan en su totalidad de la DGC, sino que las municipalidades carguen con el 75% de la financiación del programa. Así, el costo para la DGC sería de MQz 4,900.

En el siguiente mapa se representa la malla propuesta de caminos rurales.

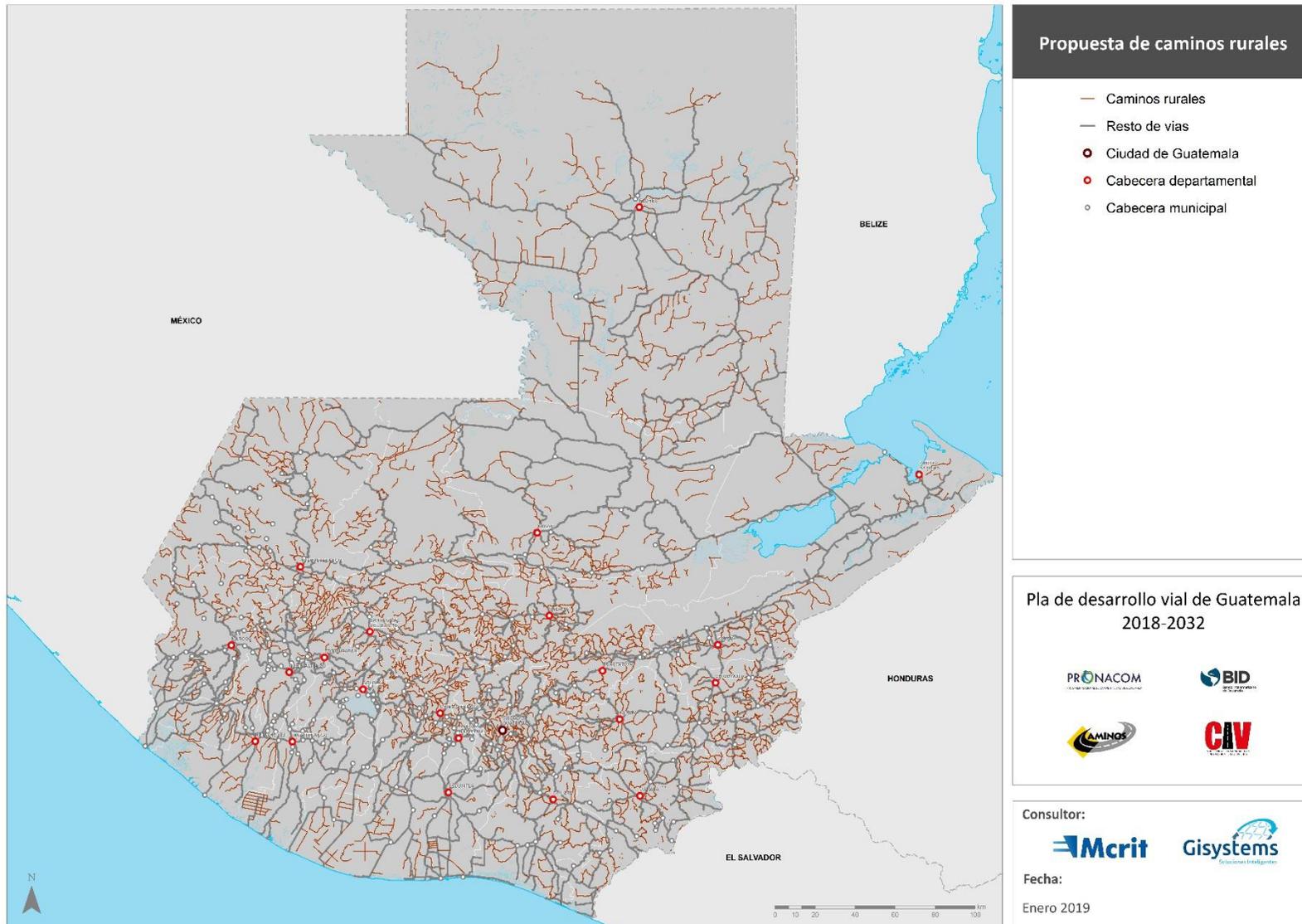


Figura 35. Propuesta de nuevos caminos rurales. Fuente: Elaboración propia

11.21.2 Mejora del mantenimiento de caminos rurales

El PDV propone la mejora del programa de mantenimiento de caminos rurales, coordinado por COVIAL, a partir de las siguientes actuaciones:

Sacar a licitación proyectos de mantenimiento de caminos rurales por estándares, es decir, que se pague mensualmente por tener el tramo licitado en buen estado, sin importar a COVIAL las cantidades que el contratista emplee.

- Implantar drenajes longitudinales y transversales que mejoren la evacuación de las aguas de escorrentía que dañan de manera importante las carreteras de terracería. En este sentido, se propone priorizar trabajos de tuberías, cunetas y cabezales.
- Realizar proyectos de estabilización de carreteras de terracería y cunetas (cal, cemento, adoquinado, encimas), por lo menos en los tramos más críticos, con el objetivo de aumentar la durabilidad de las condiciones superficiales del pavimento. Todos los años deberían contratarse cierto número de Kilómetros con estas soluciones.
- Planificar las cantidades y el presupuesto de los proyectos de mantenimiento de caminos rurales con la información que provean de los estudios de campo, pero dejar al contratista la responsabilidad de cuantificar los trabajos para su oferta y contratar por suma alzada el mantenimiento.
- El programa además contempla continuar con la política ya existente de realizar los trabajos de mantenimiento de caminos rurales mediante la utilización de mano de obra local no calificada de forma intensiva.

11.22 PARÁMETROS AMBIENTALES MÍNIMOS A CONSIDERAR

El Plan de Desarrollo Vial 2018 – 2032 contempla dentro de sus políticas de intervención, respetar el medio ambiente y favorecer el desarrollo sostenible de la red de carreteras. Por ello, se debe planificar una red vial suficiente para las necesidades de relación entre los territorios del país y con el exterior, bajo directrices técnicas homogéneas y rigurosas con el respeto ambiental, desde el proceso de diseño (estudios preliminares) hasta el detalle de cada una de sus actividades durante la fase de construcción, prosiguiendo posteriormente durante la fase de operación.

De acuerdo con el Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras nacionales (SIECA, 2004), durante el proceso de diseño geométrico de las carreteras, al igual que en todas las etapas de su desarrollo y puesta en operación, es importante identificar los potenciales impactos ambientales del proyecto y adoptar las disposiciones necesarias para evitar y mitigar sus efectos negativos, hasta donde sea posible. Las legislaciones ambientales vigentes en algunos países (incluyendo Guatemala) así lo requieren, como también lo requieren y exigen las agencias internacionales y los organismos de cooperación bilateral que apoyan el desarrollo vial de Centroamérica.

Los parámetros ambientales a considerar en las áreas de afectación vial, previo al cambio de terracería a asfalto, están establecidos en las “Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes” (Libro Azul, 2001) de la DGC. Entre estos parámetros se encuentran los siguientes:

- Protección de bosques
- Protección de fuentes de agua

- Protección contra la erosión
- Protección de zonas de amortiguamiento en áreas protegidas
- Protección de sitios y vestigio arqueológicos e históricos
- Protección y restauración del paisaje
- Selección de la ubicación de los campamentos y equipos de construcción, evitando cortar árboles, movimientos de tierra, situarse cerca de una fuente de agua, en una zona boscosa o en zonas donde se altere el paisaje. Evitar superar las intensidades máximas de sonido. Almacenar combustibles en tanques o cisternas aéreas o subterráneos debidamente protegidos, lejos de lechos de ríos, vertientes y áreas donde existan cultivos.
- Remoción de la planta del contratista al finalizar el contrato, dejando el sitio de la planta en condiciones similares o mejores ambientalmente a las del inicio.
- Apilamiento de agregados evitando su mezcla y alejados de lugares de paso de vehículos.
- Limpieza final del derecho de vía
- Habilitación y mantenimiento de disposiciones sanitarias y de limpieza
- Suministro de un sistema de iluminación en las operaciones nocturnas
- Limpia, chapeo y destronque efectuados previamente a la iniciación de los trabajos de terracería.
- Control del material de desperdicio (podrá derramarse sobre los taludes o colocarse en botaderos)
- Realizar paliativos de polvo (aplicación de uno o más riegos de un material sobre una superficie preparada de una carretera para aplacar el polvo).

12. PRESUPUESTO TOTAL DEL PDV-2018-2032

El PDV determina que la inversión total necesaria alcanza los MQz 95,816.48. Mediante el modelo de participación de operadores privadas se consigue que MQz 30,026.49 (31.3% del total) sean de participación privada. La mayor parte de la inversión de los operadores privadas se destina al programa de ampliación de capacidad de la red (con cerca de MQz 17,060), al mantenimiento a lo largo del periodo de validez del PDV (con cerca de MQz 7,500) y a la ampliación de la sección de la red (con cerca de MQz 4,100).

Todo ello permite que la DGC pueda realizar un mayor número de actuaciones con el mismo límite presupuestario. En este sentido, cerca de la mitad del presupuesto de la DGC se destinaría al programa de mantenimiento de las carreteras (que alcanza los MQz 25,091.94, el 38% del total de su presupuesto).

De manera general, considerando de manera agrupada los costos de la DGC y de los operadores privados, el 34% del total del presupuesto se destina al mantenimiento de las carreteras (con cerca de MQz 32,700). El programa de ampliación de la capacidad de la red es el segundo con mayor peso en el presupuesto total, representando el 27% (con aproximadamente MQz 26,190).

En la tabla y gráfico a seguir se puede apreciar con un mayor nivel de detalle la distribución total del presupuesto en cada uno de los programas, diferenciando en todo momento la participación de operadores privados de la de la DGC.

Como se puede comprobar el presupuesto incorpora una partida para los casos de emergencia nacional. Esta partida estaría destinada a cubrir los gastos producidos por un posible desastre natural/ambiental, como sucedió por ejemplo con la tormenta STAN en 2005 o con AGATHA en 2010.

Tabla 27. Distribución del presupuesto del PDV en los distintos programas considerados. Fuente: Elaboración propia

Acciones	Longitud (km)	Costo DGC (MQz)	Costo APP (MQz)	Costo Total (MQz)	Participación sobre el presupuesto total (%)
Ampliación de la red de vías de alta capacidad	1,701.53	9,125.91	17,066.44	26,192.35	27%
Mejora y ampliación de sección de carreteras	2,198.50	11,371.35	4,096.98	15,468.33	16%
Pavimentación	142.27	576.50	0.00	576.50	1%
Restablecimiento del PCI	7,487.34	3,073.91	86.80	3,160.71	3%
Mantenimiento 2020 - 2032	11,529.64	25,091.94	7,547.35	32,639.29	34%
Nuevos Libramientos	170.00	556.10	854.90	1,411.00	1%
Programa de nuevas carreteras	1,197.02	9,455.26	0.00	9,455.26	10%
Programa de pesos y dimensiones	0.00	0.00	374.02	374.02	0%
Programa de rehabilitación de puentes	238.40	183.57	0.00	183.57	0%
Programa de drenaje	1,329.50	1,329.50	0.00	1,329.50	1%
Mejora de señalización	9,962.44	150.93	0.00	150.93	0%
Programa de caminos rurales	13,000.00	4,875.00	0.00	4,875.00	5%
Presupuesto reservado para casos de emergencia nacional	0,00	0.00	0.00	0.00	0%
Costo total		65,789.99	30,026.49	95,816.48	100%

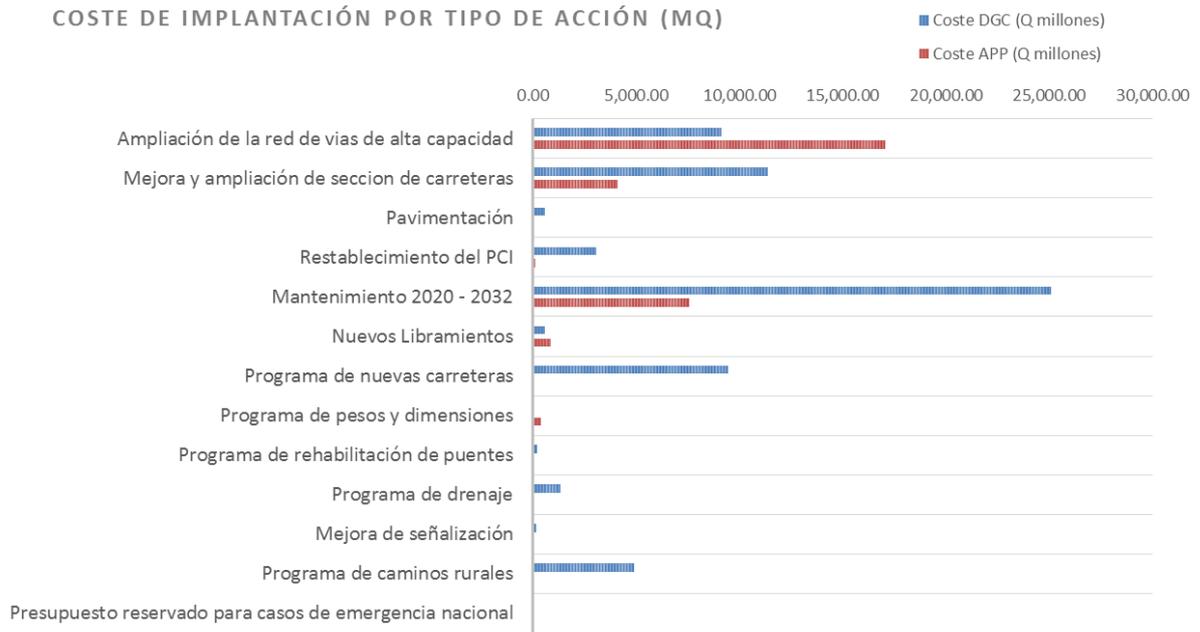


Gráfico 31. Distribución del presupuesto del PDV en los distintos programas considerados. Clasificación entre costos asociados a la DGC y costos asociados a operadores privados. Fuente: Elaboración propia

13.PROGRAMACIÓN DEL PLAN DE INVERSIÓN

Para proporcionar una mayor flexibilidad y planificar adaptando las actuaciones a los resultados obtenidos, **se ha distribuido la inversión en trienios**, lo que permite un mejor ajuste de las actuaciones a través de cinco períodos.

13.1 PROGRAMACIÓN ACTUACIONES DE LA DGC

Se dispone de una inversión inicial de MQz 3,300 que se incrementa cada año un 4%. Por tanto, el presupuesto para cada tramo corresponde a la suma de los valores de los tres años.

Se reserva un presupuesto anual para realizar el mantenimiento ordinario cada año. La inversión total necesaria para este programa es de MQz 25,091.94.

Por otro lado, existen algunos programas que no se han evaluado en el multicriterio. En estos casos la distribución de la inversión necesaria se ha distribuido en función de su importancia:

- La inversión para los nuevos libramientos se ha definido para los tres primeros períodos, al no ser una actuación costosa y repercutir muy beneficiosamente en la sociedad.
- El programa de rehabilitación de puentes es prioritario, se ha definido para los dos primeros períodos.
- El resto de actuaciones se han repartido uniformemente a lo largo de los años de vigencia del plan teniendo en cuenta el crecimiento del 4% anual del presupuesto.

A continuación se presenta cual es la distribución de la inversión de los programas no incluidos en el análisis del multicriterio.

Tabla 28. Distribución de la inversión de los programas no incluidos en el multicriterio. Fuente: elaboración propia

OTROS PROGRAMAS	P1	P2	P3	P4	P5
Nuevos Libramientos	32%	33%	35%	0%	0%
Programa de nuevas carreteras	18%	19%	20%	21%	22%
Programa de pesos y dimensiones	0%	0%	0%	0%	0%
Programa de rehabilitación de puentes	45%	55%	0%	0%	0%
Programa de drenaje	18%	19%	20%	21%	22%
Mejora de señalización	18%	19%	20%	21%	22%
Programa de caminos rurales	18%	19%	20%	21%	22%
Presupuesto reservado para casos de emergencia nacional	0%	0%	0%	0%	0%

El presupuesto restante se utiliza por tanto en las actuaciones definidas en el MOPAV (ampliar capacidad, mejora de sección, pavimentar y restablecimiento del PCI). La distribución final del total del presupuesto se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 29. Presupuesto disponible para las actuaciones definidas en el MOPAV

Período	Presupuesto total (MQz)	Gasto mantenimiento ordinario (MQz)	Gasto otros programas (MQz)	Presupuesto resto de actuaciones (MQz)
P1	10,301.28	3,911.74	3,179.83	3,209.71
P2	11,587.54	4,400.17	3,322.08	3,865.29
P3	13,034.41	4,949.59	3,349.96	4,734.85
P4	14,661.93	5,567.62	3,283.57	5,810.74
P5	16,492.68	6,262.82	3,414.91	6,814.95
TOTAL	66,077.84	25,091.94	16,550.36	24,435.54

Conociendo el valor de la inversión disponible para cada período, se selecciona el orden de actuaciones en función de su prioridad, es decir, en el período 1 del plan se llevarán a cabo aquellas medidas que han obtenido la puntuación más alta en el análisis de priorización del MOPAV hasta que la suma del costo de todas estas actuaciones alcance el presupuesto destinado para ese período.

En la imagen y tabla siguiente se presenta la distribución del presupuesto de la DGC según el programa de actuación y el trienio en el que se implanta.

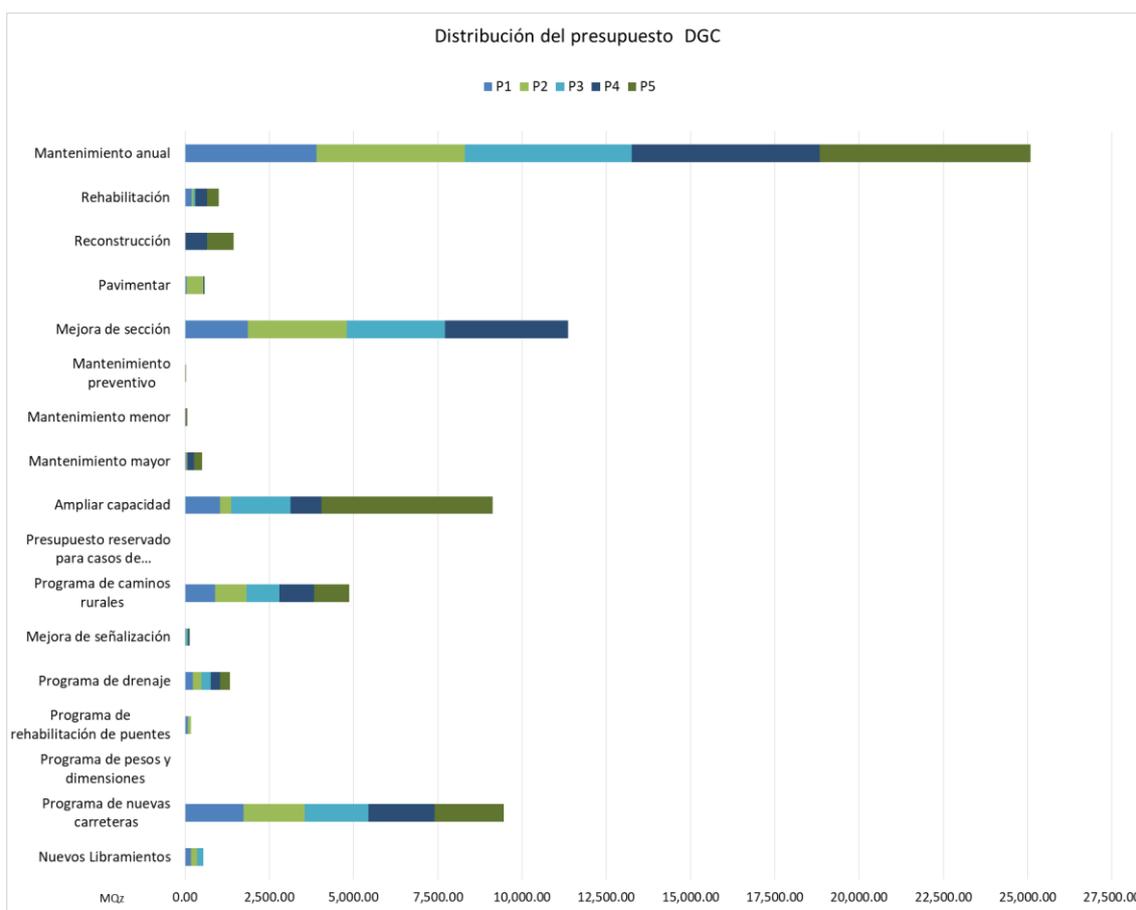


Gráfico 32. Distribución del presupuesto de la DGC por actuaciones y períodos

ACTUACIONES	P1	P2	P3	P4	P5	TOTAL
Nuevos Libramientos	178.15	185.27	192.68	0.00	0.00	556.10
Programa de nuevas carreteras	1,745.70	1,815.53	1,888.15	1,963.67	2,042.22	9,455.26
Programa de pesos y dimensiones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Programa de rehabilitación de puentes	82.61	100.96	0.00	0.00	0.00	183.57
Programa de drenaje	245.46	255.28	265.49	276.11	287.16	1,329.50
Mejora de señalización	27.87	28.98	30.14	31.35	32.60	150.93
Programa de caminos rurales	900.06	936.06	973.50	1,012.44	1,052.94	4,875.00
Presupuesto reservado para casos de emergencia nacional	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ampliar capacidad	1,046.59	326.39	1,753.78	921.77	5,077.38	9,125.91
Mantenimiento mayor	39.32	29.98	7.69	188.65	242.08	507.71
Mantenimiento menor	9.29	0.21	0.08	27.38	32.80	69.76
Mantenimiento preventivo	0.83	0.14	0.00	10.65	31.98	43.60
Mejora de sección	1,864.08	2,943.81	2,917.95	3,645.52	0.00	11,371.35
Pavimentar	52.73	503.25	0.00	20.52	0.00	576.50
Reconstrucción	0.00	0.00	0.00	655.45	790.66	1,446.11
Rehabilitación	196.86	61.50	55.35	340.79	352.23	1,006.73
Mantenimiento anual	3,911.74	4,400.17	4,949.59	5,567.62	6,262.82	25,091.94
TOTAL	10,301.27	11,587.53	13,034.39	14,661.92	16,204.86	65,789.99

El PDV incorpora como anejo la programación de las actuaciones para cada uno de los tramos del inventario.

13.2 PROGRAMACIÓN DE LAS APP

El PDV también presenta una planificación para la ejecución de las actuaciones a ser realizadas mediante APP. Así, se distribuye cada actuación en uno de los cinco períodos en función de la puntuación de cada actuación haya obtenido en el análisis de priorización del MOPAV (el criterio empleado para realizar esta distribución se presenta en la tabla siguiente).

Tabla 30. Criterio de distribución de las concesiones. Fuente: Elaboración propia

PERÍODO	RESULTADO MULTICRITERIO
P1	>19
P2	14-19
P3	10-13
P4	5-9
P5	0-4

En cuanto a los programas no considerados en el multicriterio, cabe destacar:

- Nuevos libramientos: debido a su importancia, se reparte la inversión en los tres primeros períodos.
- Programa de pesos y dimensiones: su impacto es importante en la red vial ya que repercute directamente en la disminución de los problemas que ocasiona la circulación de vehículos sobrecargados. El PDV considera que se debe de ejecutar durante los 6 primeros años del plan.

Siguiendo los criterios explicados, la inversión en concesiones queda distribuida de la siguiente forma:

Tabla 31. Distribución de la inversión en concesiones por período

PERÍODO	CONCESIONADO (MQz)
P1	2,597.16
P2	6,185.11
P3	4,634.33
P4	5,899.62
P5	3,162.92

Por otro lado, existe una partida de mantenimiento ordinario en carreteras concesionadas que asciende a MQz 7,547.35, a realizar durante el período de vigencia del PDV.

Del mismo modo que para el caso anterior, el PDV incorpora como anejo la programación de todas las actuaciones a ser realizadas mediante APP.

14. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PDV 2018-2032

La ejecución de proyectos de mejora de la red vial tiene unas consecuencias positivas evidentes sobre la economía global del país, al impulsar el sector del transporte. Ello implica mejoras en la conectividad del país, reduciendo las desigualdades y al mismo tiempo beneficiando directamente a sectores industriales, logísticos y al sector turístico.

Dichos proyectos requieren de una inversión importante y al mismo tiempo provocan impactos soportados por el usuario, por lo que es necesario evaluar su rentabilidad económica. Para ellos se emplean los índices de evaluación de proyectos habituales:

- Valor actualizado neto (VAN);
- Tasa interna de retorno (TIR);
- Índice beneficio/coste (B/C).

Para analizar la viabilidad del PDV 2018-2032 se han contabilizado los costos y beneficios derivados de la aplicación del plan.

Los costos se corresponden con la inversión realizada en la ejecución de los proyectos y en el mantenimiento anual (ordinario y extraordinario) de la red.

En relación a los beneficios, se consideran los siguientes:

- Ahorro del tiempo: debido a la mejora del estado de las carreteras del país, la velocidad de circulación se incrementa considerablemente, lo que implica reducir los tiempos de viaje.
- Economía de los costos operativos: representa el ahorro en el desgaste del vehículo.
- Reducción de la accidentalidad: la mejoría del estado del pavimento y de las secciones de las vías, implica una reducción de la accidentalidad en las carreteras.
- Reducción del consumo: el consumo de los vehículos se calcula en función de la velocidad; el consumo mínimo para vehículos livianos se da con velocidades alrededor de los 70km/h y para los vehículos pesados entre los 40-80 km/h. Debido al estado actual de la red vial guatemalteca, muchas vías presentan velocidades bajas cercanas a los valores indicados anteriormente; por ello, la mejoría de estas carreteras implica que el consumo del vehículo se incremente.

En el "AÑO 0" quedan reflejados los beneficios totales una vez se han ejecutado todas las actuaciones previstas en el PDV 2018-2032, respecto al estado de la red antes de la aplicación del plan. Dichos beneficios se presentan en la tabla y gráfico siguientes:

Tabla 32. Beneficios derivados de la aplicación del PDV en el "AÑO 0"

Acciones	Costo (MQz)
Ahorro de tiempo	6,177.75
Economía de los costos Operativos	-16.26
Reducción de la accidentalidad	4,513.98
Reducción del consumo	-2,734.07
Reducción de las emisiones	125.38

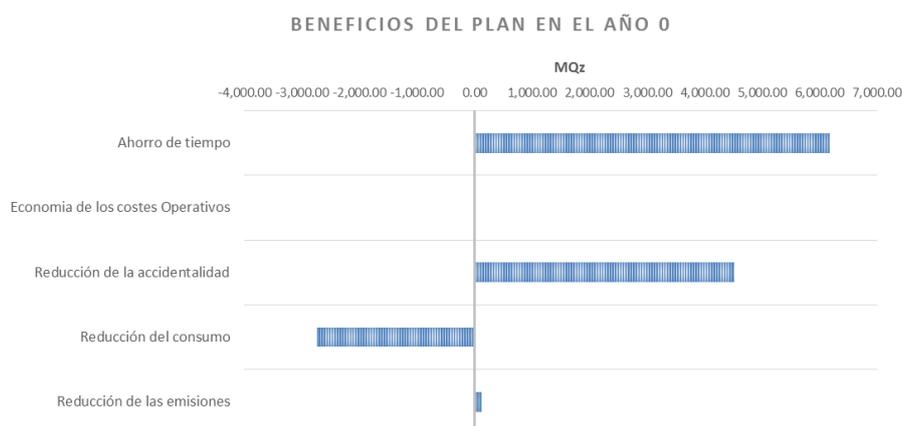


Gráfico 33. Beneficios derivados de la aplicación del PDV en el "AÑO 0"

Como se ha comentado anteriormente, la mejora de la red vial se traduce en un aumento de seguridad vial así como de las velocidades de circulación. Consecuentemente, se reduce la accidentalidad y los tiempos de viaje. Por otro lado, las características de la red actual y la mejoría de velocidades de circulación implican que el consumo de combustible una vez implantadas las propuestas sea mayor (en la situación actual las velocidades de circulación son relativamente bajas y cercanas a las que generan el mínimo consumo de combustible).

En la siguiente tabla se puede observar el balance costo-beneficio a lo largo del periodo de vigencia del PDV:

Tabla 33. Balance costo-beneficio durante el período de vigencia del plan

Año	Beneficios	Costos	Balance
2019	8,066.77	45,397.90	-37,331.13
2020	8,364.68	1,750.10	6,614.59
2021	8,691.63	2,012.61	6,679.02
2022	9,020.00	2,275.12	6,744.88
2023	9,361.05	2,537.64	6,823.42
2024	9,715.30	2,800.15	6,915.15
2025	10,083.11	3,062.67	7,020.44
2026	10,465.55	3,325.18	7,140.36
2027	10,862.82	3,500.19	7,362.63
2028	11,275.38	1,750.10	9,525.28
2029	11,703.98	2,012.61	9,691.37
2030	12,149.28	2,275.12	9,874.15
2031	12,611.56	2,537.64	10,073.92
2032	13,091.88	2,800.15	10,291.72
TOTAL	145,462.98	78,037.19	

Para el cálculo de los índices de evaluación del PDV se ha adoptado una tasa de descuento del 8% (valor habitual en estudios de este entorno y ya usados en el PDV anterior):

- Valor actualizado neto (VAN): se obtiene un valor positivo, por consiguiente, la rentabilidad es mayor a la exigida.

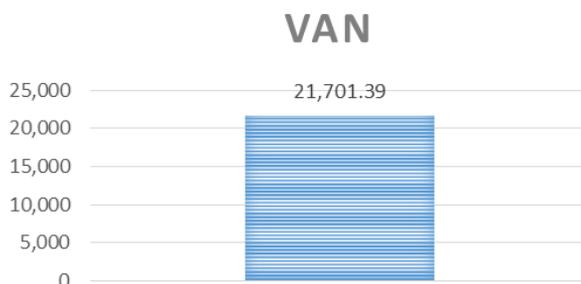


Gráfico 34. Valor del VAN sobre el total del PDV. Fuente: elaboración propia

- Tasa interna de retorno (TIR): el valor calculado es mayor al 17%; lo que indica que la rentabilidad del PDV es alta.

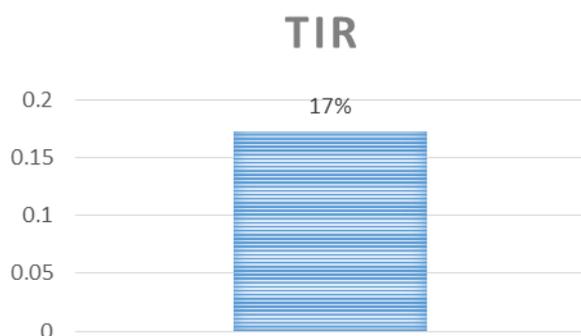


Gráfico 35. Valor del TIR calculado sobre el total del PDV. Fuente: elaboración propia

- Índice beneficio/costo (B/C): 1.36, superior a 1, por lo que el proyecto resulta viable en cuanto a la relación entre costes y beneficios.

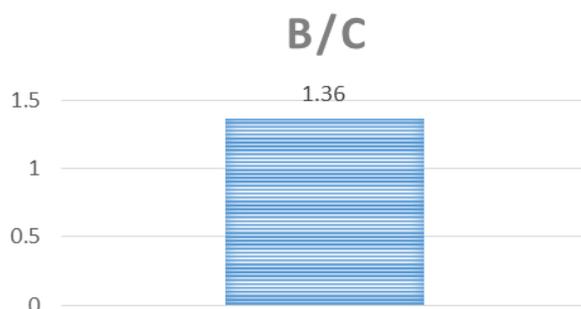


Gráfico 36. Valor del B/C calculado sobre el total del PDV. Fuente: elaboración propia

15.RECOMENDACIONES FINALES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PDV

Para garantizar la correcta implementación del PDV se recomienda:

- Control de calidad y actualización anual de las bases de datos, principalmente en lo referente al estado de la carretera, datos de tráfico y sistematización de los datos de accidentes;
- Coordinación entre actores;
- Buscar nuevas fuentes de financiación;
- Capacitación de un equipo técnico en el uso y la actualización de las herramientas;
- Seguimiento bianual del cumplimiento del plan;
- Próximos pasos: Análisis con mayor detalle de la movilidad y el tráfico en el entorno metropolitano de Ciudad de Guatemala.