

PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DE CARCHI 2019



PRESENTACIÓN

El Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador - CONGOPE, con financiamiento del BID, ha impulsado conjuntamente con el BdE el “Programa de apoyo a los gobiernos autónomos descentralizado en vialidad provincial - PROVIAL, en el marco del Programa el CONGOPE ejecutó el Componente 3: Fortalecimiento de los GAD para la gestión del patrimonio vial.

Por todos es conocido que las redes viales se constituyen en un instrumento estratégico para impulsar y fortalecer el desarrollo económico y social de una provincia, es a través de las redes viales por donde se moviliza la producción agrícola, artesanal, industrial, desde los centros de producción hacia los mercados; se interconectan poblados; se ofertan los servicios públicos, financieros, logísticos, e información; y permite a la población el acceso hacia los centros de educación y salud.

La provincia del Ecuador conforme establece la Carta Constitucional del Ecuador, artículo 263 asumió la competencia de planificar, construir y mantener el sistema vial del ámbito provincial que no incluya las zonas urbanas. Es así como parte del componente 3 de Fortalecimiento a los GAD para la gestión del patrimonio vial, el CONGOPE impulsó el diseño de los planes de desarrollo vial integral para los 23 GAD provinciales.

El enfoque de los planes está orientado para que las provincias cuenten con un instrumento que les permita priorizar las vías estratégicas para la construcción, mantenimiento y mejoramiento que debe realizar el GAD Provincial, incorporando los criterios de movilidad, equidad y accesibilidad a zonas productivas y servicios de educación y salud.

Para el logro de los resultados de los planes viales será necesario contar con una organización institucional que defina los programas con un enfoque sistémico para que los recursos humanos, tecnológicos y presupuestarios sean utilizados e invertidos con pertinencia, con nuevos enfoques y modelos de gestión.

El CONGOPE conjuntamente con el BID entrega a los 23 Gobiernos Provinciales un documento que puede ser considerado como una carta de navegación a corto, mediano y largo plazo de lo que pueden ejecutar para incrementar la competitividad territorial.

El plan consta de capítulos, el primero describe el marco legal para el ejercicio de la competencia vialidad; el segundo caracteriza a la provincial desde los macro factores; el tercero tiene que ver con los componentes físicos que pueden incidir en la implementación del plan; en el cuarto se caracteriza el sistema vial de la provincias desde sus características físicas, productivas, sociales y ambientales; en el quinto se expone el diagnóstico de la vialidad provincial desde la conectividad y accesibilidad; en el sexto se caracteriza la vialidad desde la infraestructura logística agropecuaria; el sexto capítulo hace una proyección estratégica del plan, posteriormente se realiza la caracterización estratégica y la priorización en función de criterios físicos, sociales y logísticos; el capítulo séptimo se realiza la evaluación económica de las redes viales categorizadas mediante la utilización de tecnologías innovadoras y el software hdm4; y, al final se presenta la planificación plurianual de acuerdo con la categorización vial con un horizonte de 15 años.

Estamos seguros que este documento, así como el inventario vial provincial aportará en el proceso de actualización del pdot de su provincia. El congope como instancia encargada del fortaleciendo de las capacidades institucionales y las facultades competenciales continuará su trabajo de apoyo y acompañamiento enmarcado en conformar una comunidad de aprendizaje e intercambio procesos continuos.

Finalmente queremos resaltar el apoyo brindado por el bid a través de su director y equipo técnico durante estos años, así como la permanente coordinación mantenida con el equipo del bde con el fin de que el provial concluya con éxito.

Quito, diciembre 2019

Pablo Jurado

Presidente del Congope



PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DE CARCHI



■ ÍNDICE

PLAN DE DESARROLLO VIAL INTEGRAL DE LA PROVINCIA DE CARCHI.....	1
1. INTRODUCCIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2. MARCO LEGAL	16
3. CARACTERIZACIÓN DE LA PROVINCIA	18
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PROVINCIA.....	18
3.2. DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA DE LA PROVINCIA.....	18
3.2.1. Relieve y topografía.....	18
3.2.2. Clima.....	19
3.2.3. Pluviosidad.....	19
3.2.4. Áreas naturales protegidas.....	19
3.3. DESCRIPCIÓN SOCIOCULTURAL DE LA PROVINCIA.....	19
3.3.1. Población.....	19
3.3.2. Vivienda	20
3.3.3. Servicios de Educación	20
3.3.4. Servicios de Salud.....	20
3.4. DESCRIPCIÓN ECONÓMICO-PRODUCTIVA DE LA PROVINCIA.....	21
3.4.1. Actividades económicas representativas.....	23
3.5. DESCRIPCIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA PROVINCIA	24
4. FACTORES DE INCIDENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN VIAL	24
4.1. FACTORES AMBIENTALES.....	24
4.1.1. Impactos ambientales	24
4.1.2. Riesgos climáticos	25
4.2. FACTORES DE RIESGOS	25
4.3. FACTORES ECONÓMICOS PRESUPUESTARIOS.....	27
5. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA PROVINCIA	28
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA OFERTA VIAL DE LA PROVINCIA.....	28
5.2. DESCRIPCIÓN DE LA IMPORTANCIA VIAL	30
5.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS VÍAS	31
5.3.1. Superficie de rodadura	31
5.3.2. Estado de superficie de rodadura	31
5.3.3. Uso derecho de la vía.....	32
5.3.4. Señalización Horizontal	33
5.3.5. Tipo/ Estado de la señalización vertical	33
5.3.6. Número de carriles	34
5.3.7. Climatología	35
5.3.8. Número de curvas	35
5.3.9. Distancia de visibilidad	35
5.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS PUENTES	36
5.4.1. Capa de Rodadura.....	36
5.4.2. Ancho Total	37
5.4.3. Evaluación Superestructura	38
5.4.4. Carga	39
5.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS ALCANTARILLAS.....	40
5.5.1. Tipo y Estado.....	40

■ ÍNDICE

5.5.2. Material.....	40
5.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUNETAS.....	41
5.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS TALUDES.....	42
5.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS ASOCIADOS A LAS VIAS	42
5.9. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO	43
5.10. CARACTERÍSTICAS DE LAS MINAS	44
5.11. CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS CRITICOS DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL.....	45
5.12. CARACTERÍSTICAS DE LAS NECESIDADES DE CONSERVACIÓN VIAL.....	46
5.13. CARACTERÍSTICAS ECONOMICO - PRODUCTIVAS DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL	47
5.14. CARACTERÍSTICAS SOCIALES DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL.....	48
5.14.1. Tipo de población (concentrada o dispersa).....	48
5.14.2. Población total.....	49
5.15. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL.....	49
6. DIAGNÓSTICO VIAL PROVINCIAL	51
6.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CONECTIVIDAD VIAL CON LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS JERARQUIZADOS.....	51
6.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACCESIBILIDAD A LAS ZONAS PRODUCTIVAS	52
6.3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACCESIBILIDAD DE LA POBLACIÓN A LOS SERVICIOS SOCIALES DE EDUCACION Y SALUD.....	53
7. CARACTERIZACIÓN LOGÍSTICA	54
7.1. INTRODUCCIÓN.....	54
7.1.1. Objetivo.....	54
7.1.2. Alcance.....	54
7.2. METODOLOGÍA.....	55
7.2.1. Análisis de la infraestructura logística de la provincia.....	55
7.2.2. Criterios de ponderación	60
7.2.2.1. Criterio 1: Tipo de Vía.....	60
7.2.2.2. Criterio 2: Infraestructura Logística.....	60
7.2.2.3. Criterio 3: Población.....	64
8. PROYECCIÓN ESTRATÉGICA DEL PLAN.....	65
8.1. VISIÓN	65
8.2. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	65
8.3. POLÍTICAS DE INTERVENCIÓN	66
9. CATEGORIZACIÓN ESTRATÉGICA DE EJES VIALES	67
9.1. METODOLOGÍA.....	67
9.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN LOGÍSTICA	69
9.3. CATEGORIZACIÓN VIAL	71
9.3.1. Visión Estratégica Provincial.....	71
9.3.2. Corredores Prioritarios Estratégicos	73
9.3.2.1. Corredor Prioritario Estratégico (1). El Ángel - San Gabriel.....	73

■ ÍNDICE

9.3.2.2.	Corredor Prioritario Estratégico (2). Concepción - Mira	74
9.3.3.	Corredores Secundarios.....	75
9.3.3.1.	Corredor Secundario (1). Río Mira	75
9.3.3.2.	Corredor Secundario (2). Chitan de Navarrete - Mariscal Sucre.....	76
9.3.3.3.	Corredor Secundario (3). La Paz - Pizan - E35.....	77
9.3.3.4.	Corredor Secundario (4). Monte Olivo - San Rafael - Piquiucho	77
9.3.4.	Otros.....	78
10.	BASES CONCEPTUALES DE LA GESTIÓN DE CARRETERAS	79
10.1.	ELEMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS VIALES	79
10.1.1.	Planificación	80
10.1.2.	Ciclo de proyecto.....	81
11.	CRITERIO PARA PRIORIZACIÓN - MULTICRITERIO	82
12.	ESTRATEGIA PROVINCIAL	82
12.1.	CORREDORES PRIORITARIOS ESTRATÉGICOS.....	83
12.2.	CORREDORES SECUNDARIOS	84
12.3.	OTROS: RESTO DE LA RED.....	85
13.	EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA CON HDM-4	86
13.1.	FUNDAMENTOS DE HDM-4.....	87
13.2.	METODOLOGÍA HDM-4.....	87
13.3.	PARÁMETROS DE ENTRADA DE HDM-4	88
13.3.1.	Red de carreteras	88
13.3.1.1.	Códigos y nomenclatura	89
13.3.1.2.	Características y condición del pavimento	89
13.3.1.3.	Tráfico (TPDA)	95
13.3.2.	Flota vehicular.....	96
13.3.3.	Costo de las intervenciones consideradas.....	97
14.	PLAN PLURIANUAL DE INVERSIONES - RESULTADOS HDM-4	98
14.1.	ESCENARIO DESEABLE	99
14.2.	ESCENARIO MÍNIMO.....	102
14.3.	COMPARACIÓN DE ESCENARIOS	105
14.3.1.	Corredores prioritarios estratégicos.	105
14.3.2.	Corredores secundarios.....	108
14.3.3.	Otros, resto de la red	112
14.3.4.	Red Provincial total.....	115
15.	ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES EN PUENTES	118
16.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	119
16.1.	CONCLUSIONES	119
16.2.	RECOMENDACIONES.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. División política de la Provincia.....	18
Tabla 2. Áreas de protección y conservación	19
Tabla 3 Distribución del VAB por provincia.....	21
Tabla 4 Distribución del VAB por actividad en Carchi.....	22
Tabla 5. Sectores económicos en la provincia de Imbabura (porcentaje) ..	23
Tabla 6. Población total, por sexo, urbana y rural de Carchi	24
Tabla 7. Tipos de vías.....	28
Tabla 8 Sistema vial provincia de Carchi por tipo de vía y cantón.....	29
Tabla 9 Importancia vial por cantón (km)	30
Tabla 10 Superficie de rodadura por cantón	31
Tabla 11 Estado de superficie de rodadura por cantón (km).....	32
Tabla 12 Uso derecho de la vía por cantón (km).....	32
Tabla 13 Señales verticales y su estado por cantón	34
Tabla 14 Longitud de vía en función del número de carriles (km)	34
Tabla 15 Tipo de clima por cantón en km	35
Tabla 16 N.º curvas por cantón	35
Tabla 17 Distancia de visibilidad máxima, mínima y promedio por cantón.	36
Tabla 18 N.º de puentes según capa de rodadura.....	37
Tabla 19 N.º de puentes en función del ancho total	38
Tabla 20 N.º de puentes en función de la evaluación de la superestructura.....	38
Tabla 21 N.º de puentes en función de la carga	39
Tabla 22 N.º alcantarillas según tipo y estado.....	40
Tabla 23 N.º alcantarillas según material del ducto.....	41
Tabla 24 N.º de cunetas en función del tipo y del estado.....	42
Tabla 25 N.º de taludes en función del cantón.....	42
Tabla 26 Resumen de servicios asociados a la vía	43
Tabla 27 N.º de vehículos por cantón.....	44
Tabla 28 Minas por tipo y fuente según cantón	45
Tabla 29 Puntos críticos por tipo según cantón.....	46
Tabla 30 Necesidades de conservación vial (km) según cantón	46
Tabla 31 Sectores productivos por tramos de vía según cantón (km)	48
Tabla 32 Tipo de población según cantón	48
Tabla 33 Poblaciones en función del número de habitantes	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 34 Características ambientales en km según cantón	51
Tabla 35 Accesibilidad a los asentamientos en %.....	52
Tabla 36 Accesibilidad a servicios de educación y salud por cantón en %	54
Tabla 37. Buffers y pesos de los tipos de vía. - Fuente: CONGOPE, MAGAP. Elaboración propia.....	60
Tabla 38. Pesos y multiplicadores de la infraestructura logística. - Fuente: CONGOPE, MAGAP. Elaboración propia.....	61
Tabla 39. Multiplicadores de vías próximas a poblaciones. - Fuente: CONGOPE, MAGAP. Elaboración propia.....	64
Tabla 40. Clasificación según importancia logística de las carreteras	68
Tabla 41. Características Corredor Prioritario Estratégico (1). Elaboración Propia	73
Tabla 42. Características Corredor Prioritario Estratégico (2). Elaboración Propia	74
Tabla 43. Características Corredor Secundario (1). Elaboración Propia	75
Tabla 44. Características Corredor Secundario (2). Elaboración Propia	76
Tabla 45. Características Corredor Secundario (3). Elaboración Propia	77
Tabla 46. Características Corredor Secundario (4). Elaboración Propia	78
Tabla 47. Estrategia planteada para Corredores Prioritarios Estratégicos.	83
Tabla 48. Niveles de calidad exigidos para los Corredores Prioritarios Estratégicos (umbrales de intervención).....	83
Tabla 49. Estrategia planteada para Corredores Secundarios.....	84
Tabla 50. Niveles de calidad exigidos para los Corredores Secundarios (umbrales de intervención).....	84
Tabla 51. Estrategia planteada para el Resto de la Red (Otros).	85
Tabla 52. Niveles de calidad exigidos para el Resto de la Red - Otros (umbrales de intervención).....	85
Tabla 53. Relación entre el PSI y Condición.....	91
Tabla 54. Relación entre el PSI, Condición y ESUPERF	91
Tabla 55. Relación entre el PSI, Condición, ESUPERF y VELPROM.....	92
Tabla 56. Obtención de valores de IRI en función de ESUPERF y VELPROM.....	92
Tabla 57. Relación entre el PSR y la Condición	92
Tabla 58. Relación entre el PSI, Condición y ESUPERF	93
Tabla 59. Relación entre el PSI, Condición, ESUPERF y VELPROM.....	93
Tabla 60. Obtención de valores de IRI en función de ESUPERF y VELPROM.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 61. Asignación de otros parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla I).	93
Tabla 62. Asignación de parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla II).	94
Tabla 63. Asignación de parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla III).	94
Tabla 64. Parque vehicular – características básicas y peso promedio. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE	96
Tabla 65. Parque vehicular – costos unitarios. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE	97
Tabla 66. Parque vehicular – costos unitarios. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE	97
Tabla 67. Parque vehicular – costo del tiempo. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE	97
Tabla 68. Costo de las intervenciones consideradas de conservación, mejoramiento y mantenimiento rutinario. Fuente datos suministrados por el CONGOPE.....	97
Tabla 69. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	99
Tabla 70. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	100
Tabla 71. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	102
Tabla 72. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	103
Tabla 73. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores prioritarios - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	105
Tabla 74. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores prioritarios - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	105
Tabla 75. Requerimientos presupuestales acumulados en corredores prioritarios - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	106
Tabla 76. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	107
Tabla 77. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores secundarios - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 78. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores secundarios - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4....	109
Tabla 79. Requerimientos presupuestales acumulados en corredores secundarios - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	110
Tabla 80. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	111
Tabla 81. Requerimientos presupuestales totales desglosados en otros (resto de la red)- E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	112
Tabla 82. Requerimientos presupuestales totales desglosados en otros (resto de la red) - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	112
Tabla 83. Requerimientos presupuestales acumulados en otros (resto de la red) - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	113
Tabla 84. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	114
Tabla 85. Requerimientos presupuestales totales desglosados en total Red Provincial - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	115
Tabla 86. Requerimientos presupuestales totales desglosados en total Red Provincial - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.....	116
Tabla 87. Requerimientos presupuestales acumulados en total Red Provincial - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	117
Tabla 88. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología general del proyecto. Elaboración propia.....	16
Figura 2. Población de Carchi	20
Figura 3. Distribución del VAB por sector económico en la provincia de Carchi.....	22
Figura 4. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Caracterización del Sistema Vial a partir de la BBDD homogeneizada. Elaboración propia.....	28
Figura 5. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Diagnóstico de la Red Vial Provincial. Elaboración propia.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Caracterización logística. Elaboración propia.....	55
Figura 6. Buffer de influencia de las vías de Carchi. Elaboración propia.....	57
Figura 7. Buffer de influencia de las poblaciones en la provincia de Carchi. Elaboración propia.....	59
Figura 9. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Categorización estratégica de ejes viales. Elaboración propia.....	67
Figura 9. Distribución de pesos logísticos en la provincia de Carchi. Elaboración propia.....	70
Figura 13. Categorización de la red vial de Carchi. Elaboración propia	72
Figura 12. Corredor Prioritario Estratégico (1). Elaboración propia.....	73
Figura 13. Corredor Prioritario Estratégico (2). Elaboración propia.....	74
Figura 14. Corredor Secundario (1). Elaboración propia	75
Figura 15. Corredor Secundario (2). Elaboración propia	76
Figura 16. Corredor Secundario (3). Elaboración propia	77
Figura 17. Corredor Secundario (4). Elaboración propia	78
Figura 18. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Evaluación técnico-económica con HDM-4. Elaboración propia.....	88
Figura 19. Relación de la regularidad IRI con la velocidad del vehículo en carreteras sin pavimentar. Elaboración propia a partir de Roads Economic Decision Model (RED), Modelo de Evaluación Económica de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, Banco Mundial.....	90
Figura 20. Representación algebraica de la función $v=f(IRI)$, con la identificación de los extremos, máximo y mínimo local. Elaboración propia.....	91
Figura 21. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Plan Plurianual de Inversiones. Elaboración propia.....	98
Figura 22. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	100
Figura 23. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	101
Figura 24. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	103
Figura 25. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 26. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	106
Figura 27. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	107
Figura 28. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	107
Figura 29. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	108
Figura 30. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	109
Figura 31. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	110
Figura 32. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	111
Figura 33. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	111
Figura 34. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	113
Figura 35. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	114
Figura 36. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	114
Figura 37. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	115
Figura 38. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en total Red Provincial. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	116
Figura 39. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en total Red Provincial. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 40. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.	118
Figura 41. Lógica de asignación presupuestaria para inversiones en puentes. Elaboración propia.....	119

1. INTRODUCCIÓN

La construcción del Presente Plan se desarrolló en función de lo que determina el marco constitucional normativo y de políticas vigentes en el país, así como las orientaciones del Plan Estratégico Nacional de Movilidad, lo establecido en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, especialmente en el eje de conectividad, así como la normativa reciente que se recoge en la Ley del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre.

En el Ecuador la competencia de “planificar, construir y mantener la vialidad” es compartida por el nivel central, el provincial y el municipal. El nivel central se ocupa de red vial categorizada como nacional, los municipios de las vías en áreas consolidadas (o “urbanas”), y el resto de la red vial es de competencia provincial. La Resolución 009-CNC-2014 del Consejo Nacional de Competencias regula este ejercicio compartido, especificando atribuciones de cada nivel de gobierno. La competencia de “planificar, construir y mantener la vialidad” para las provincias se expresa en la Constitución de la República, art. 263 numerales 1 y 2; el COOTAD, en su art. 42 letra b), y art. 129.

Cada nivel de gobierno asume la administración de una red, dado que la conectividad y movilidad es de carácter estratégico, cuando una vía de la red vial nacional, regional o provincial atraviese una zona urbana, la jurisdicción y competencia sobre el eje vial pertenecerá al gobierno central, regional o provincial, según el caso (Art. 8 LSNIV).

El Plan Vial es un instrumento complementario y que aporta a la consecución de las metas establecidas en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia, por tanto, el presente instrumento en una fase preliminar es un elemento complementario que coadyuva al cumplimiento de la visión de desarrollo de la Provincia.

El Plan Vial además de ser un instrumento complementario a la Planificación Territorial, es parte de un Sistema de Movilidad y Transporte, que en algunas provincias implica establecer mecanismos multimodales, conectando la red de carreteras con el transporte marítimo, fluvial y aéreo, por lo cual, el desafío será articular a futuro la elaboración e implementación del Plan Estratégico de Movilidad Provincial, como otro insumo que complementa al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, conforme lo establece la Ley del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre.

Además, de las disposiciones legales, el Plan Vial de la provincia es un elemento esencial que ayudará a atender a las necesidades estratégicas del territorio, en relación con la accesibilidad y movilidad de personas y recursos; y, atender a las condiciones de operatividad, que resulta de estudios y diseños técnicos. La conservación de una red de infraestructura implica el cumplimiento de normas y especificaciones técnicas para mantener condiciones de seguridad y operación.

El presente instrumento se ha construido sobre la base de información técnica oficial proporcionada por el Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia y el CONGOPE (Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador), así como de la recopilación de la información secundaria oficial de las distintas Instituciones Públicas. Dicho instrumento está fundamentado en la homologación, homogeneización y sistematización de los datos obtenidos en las mediciones de campo donde se identificaron y registraron las características y estado de las vías que forman el sistema vial provincial (inventarios viales). Posteriormente, tras realizar su preparación y análisis a través de software especializado (GIS y HDM-

4), se ha identificado con claridad cuándo y dónde se llevarán a cabo las intervenciones viales que requiere la provincia. De esta manera, el presente instrumento sirve como herramienta de gestión de la vialidad provincial y permitirá facilitar el desarrollo territorial y socioeconómico, fomentando la productividad y el desarrollo económico y promoviendo la movilidad humana y el transporte de productos vinculado a las estrategias para el uso productivo del suelo, en el marco de las políticas de desarrollo provincial, con proyectos viales (red vial primaria) que garanticen su sustentabilidad en el largo plazo y mejorando la capa de rodadura de la red vial secundaria y terciaria, priorizada por la comunidad.

Para llevar a cabo la articulación del presente Plan de Desarrollo Vial Integral, se han dividido las actividades en las fases que presenta la siguiente figura, las cuales se irán describiendo a lo largo del documento.

Figura 1. Metodología general del proyecto. Elaboración propia.



2. MARCO LEGAL

La Constitución de la República del Ecuador aprobada en 2008, posiciona a la planificación y a las políticas públicas como instrumentos para la consecución de los Objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir y la garantía de derechos. La Carta Magna, estipula que la planificación tiene por objeto propiciar la equidad social y territorial y promover la concertación.

El artículo 280 de la Constitución, establece que el Plan Nacional de Desarrollo es el instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos; la programación y ejecución del presupuesto del Estado; y la inversión y la asignación de los recursos públicos; y coordinará las competencias exclusivas entre el Estado central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados. Su observancia será de carácter obligatorio para el sector público e indicativo para los demás sectores

Los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial son los instrumentos de planificación previstos por la Constitución, y los Códigos Orgánicos de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización y el de Planificación y Finanzas Públicas -COOTAD y COPFP- (en vigencia desde octubre del 2010), que permiten a los Gobiernos Autónomos Descentralizados –GAD’s-, desarrollar la gestión concertada de su territorio, orientada al desarrollo armónico e integral.

Asimismo, el artículo 263.- Los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley: planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas.

El Código Orgánico de Organización territorial Autonomía y Descentralización establece en artículo 41 que los gobiernos autónomos descentralizado provinciales tendrán la responsabilidad de ejecutar las competencias

exclusivas y concurrentes reconocidas por la Constitución y la ley y en dicho marco prestar los servicios públicos, construir la obra pública provincial, fomentar las actividades provinciales productivas, así como las de vialidad, gestión ambiental, riego, desarrollo agropecuario y otras que le sean expresamente delegadas o descentralizadas, con criterios de calidad, eficacia y eficiencia, observando los principios de universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, solidaridad, interculturalidad, subsidiariedad, participación y equidad. Por otra parte, el artículo 42 establece entre las competencias exclusiva del Gobierno Provincial, la de planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas.

Según el COOTAD la estructura de planificación se ha definido en tres componentes esenciales de acuerdo con el Artículo 128 - Sistema integral y modelos de gestión. - Todas las competencias se gestionarán como un sistema integral que articula los distintos niveles de gobierno y por lo tanto serán responsabilidad del Estado en su conjunto. El ejercicio de las competencias observará una gestión solidaria y subsidiaria entre los diferentes niveles de gobierno, con participación ciudadana y una adecuada coordinación interinstitucional. El Art. 129, numeral cuarto establece que las facultades de planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya zonas urbanas, le corresponden al gobierno autónomo descentralizado provincial.

La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre en su artículo 7 define como red vial provincial, cuya competencia está a cargo de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, al conjunto de vías que, dentro de la circunscripción territorial de la provincia, no formen parte del inventario de la red vial estatal, regional o cantonal urbana.

Asimismo, la referida Ley en su artículo 17 menciona que son deberes y atribuciones de los Gobiernos Locales, en este caso del nivel provincial, elaborar e implementar el Plan Sectorial de Infraestructura del Transporte Terrestre Cantonal, Provincial o Regional y el Plan Estratégico de Movilidad, mismo que será un insumo del respectivo Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

Por otra parte, la Resolución 009, RO 413 Regulación para el ejercicio de la competencia para planificar, construir y mantener la vialidad, a favor de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, metropolitanos, municipales y parroquiales rurales.

Esta resolución expide la regulación para el ejercicio de la competencia de "Planificación, construcción y mantenimiento de la vialidad" en beneficio de los GAD provinciales, metropolitanos, municipales y parroquiales rurales. La misma, faculta a los GAD provinciales a realizar planes y proyectos para la construcción y mantenimiento de la red vial provincial, además de expedir sanciones, así como verificar el cumplimiento de la normativa sobre cargas y pesos de vehículos en la red vial provincial.

Finalmente, se estableció que los GAD parroquiales rurales, en coordinación con los GAD provinciales y/o municipales, asuman las atribuciones para proponer programas de rehabilitación de vías y puentes, y de recuperación ambiental, o realizar el mantenimiento rutinario de las vías de las redes viales provinciales y cantonales, entre otras.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA PROVINCIA

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PROVINCIA

La Provincia de Carchi tiene una extensión de 3749.60 km², que corresponde al 1.46% del territorio nacional. Se encuentra ubicada en la parte norte del Ecuador, en la zona geográfica conocida como región interandina o sierra, principalmente sobre el nudo de los Pastos al noreste, la Hoya de Chota en el sur y en los flancos externos de la cordillera occidental en el oeste. Carchi se encuentra dividida por 6 cantones: Bolívar, Espejo, Mira, Montufar, San Pedro de Huaca y Tulcán. Siendo su capital la ciudad de Tulcán.

Tabla 1. División política de la Provincia

Cantones	Superficie Km ²	Población Habitantes	División Política
Tulcán (Capital Provincial)	1,824.61	86,498	Parroquias rurales del Cantón Tulcán son El Carmelo, El Chical, Julio Andrade, Maldonado, Pieter, Santa Martha de Cuba, Tobar Donoso, Tufiño, Urbina. Tulcán es la Cabecera cantonal. González Suárez es una Parroquia urbana del Cantón Tulcán
Bolívar	384.65	14,347	Parroquias rurales del Cantón Bolívar son García Moreno, Los Andes, Monte Olivo, San Vicente de Pusir, San Rafael
Espejo	326.12	13,364	Parroquias rurales del Cantón Espejo son El Goaltal, La libertad, San Isidro. Parroquias urbanas del Cantón Espejo son El Ángel, 27 de Septiembre
Mira	551.71	12,180	Parroquias rurales del Cantón Mira son Concepción, Jijón y Caamaño, Juan Montalvo
Montufar	585.13	30,511	Parroquias rurales del Cantón Montufar son Cristóbal Colón, Chitán de Navarrete, Fernández Salvador, La Paz, Piartal. Parroquias urbanas del Cantón Montufar son González Suárez, San José
San Pedro de Huaca	77.38	7,624	Mariscal Sucre es una Parroquia rural del Cantón
TOTAL	3,749.60	164,524.00	

Fuente: INEC, VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010-Ecuador, Elaborado por: Dirección de Planificación GADPE 2011

3.2. DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA DE LA PROVINCIA

3.2.1. Relieve y topografía

La provincia de Carchi está atravesada por la cordillera de los Andes, por lo cual esta región es predominantemente montañosa. La mayor altura de la provincia se encuentra en el Volcán de Chiles (4.747 m). Se destaca además en el centro de la provincia el Páramo de El Ángel, del cual surgen los principales ríos de la provincia.

El relieve se muestra en forma de altas tierras o altiplanos y una gran depresión con dos hoyas, que forman un amplio valle en el sureste de la provincia y que continúa por tierras colombianas. Esta depresión aparece como la principal zona de asentamiento urbano y canalización de las comunicaciones. Allí se asienta su capital, Tulcán, y otras localidades menores como San Gabriel, El Ángel, Bolívar, Huaca y por ella discurre la carretera Panamericana.

3.2.2. Clima

La provincia posee varios pisos climáticos, puesto que su territorio se encuentra desde los 1.000 msnm. Por eso cuenta con temperaturas en las zonas más altas que van desde los 4° C hasta los 14° C, y en las zonas más bajas con temperaturas en un rango de los 14° C hasta 24° C, aunque alcanza temperaturas de hasta 27° C en el subtrópico fronterizo con la provincia de Esmeraldas y temperaturas inferiores a los 0° C en la cima del volcán Chiles a una altura de 4.723 msnm (PDOT Carchi, 2011). Los climas de la provincia se han clasificado de la siguiente manera:

- Clima megatérmico lluvioso: Noroccidente de la provincia.
- Clima tropical megatérmico húmedo a muy húmedo: Vertiente exterior de la Cordillera de los Andes.
- Clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo: Característico de la zona interandina, a excepción de los valles abrigados y zonas por encima de los 3.200 msnm.
- Clima ecuatorial frío de alta montaña: Por encima de los 2.900 msnm
- Clima ecuatorial mesotérmico seco: Valle del Chota

3.2.3. Pluviosidad

En la zona interandina la precipitación va desde los 750 a 1500 mm por año, lo que es beneficioso para la agricultura, la misma que se ve beneficiada también por el acceso a luz solar de la provincia, ya que dicho recurso va desde las 1000 hasta las 2000 horas de luz por año en la región interandina, mientras que en los valles se obtiene un promedio de 4800 horas de luz solar por año (PDOT Carchi, 2011).

3.2.4. Áreas naturales protegidas

La provincia Carchi cuenta con las siguientes áreas de protección y conservación:

Tabla 2. Áreas de protección y conservación

Bosques Protectores	Ha
Lomas Corazón y Bretaña	2434,7
Cerro Las Golondrinas	13.509
El Chalizo - Minas	3.871
El Hodón	4.282,5
Mirador de las Golondrinas	435
Hcda. San Francisco de Huaquer	25
TOTAL	24.557,47

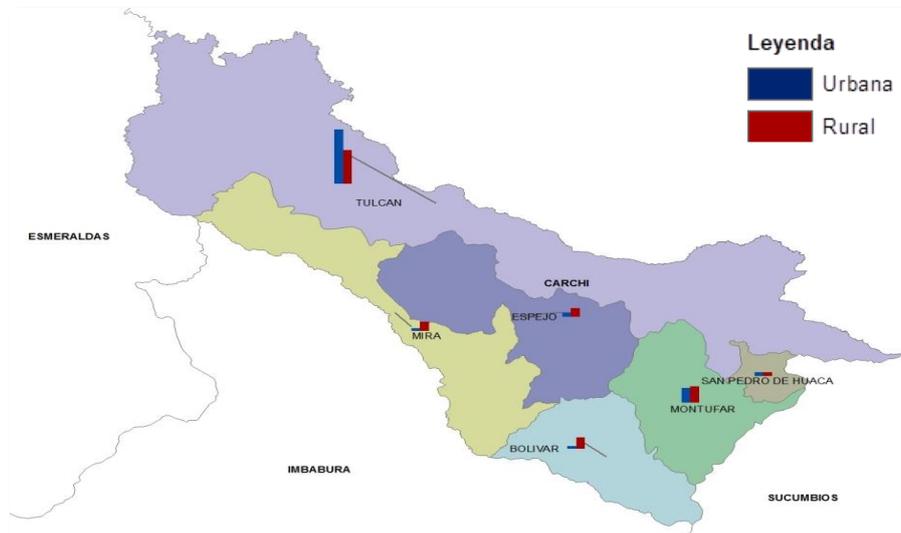
3.3. DESCRIPCIÓN SOCIOCULTURAL DE LA PROVINCIA

3.3.1. Población

La mayor cantidad de población se concentra en el cantón Tulcán en dónde 53.558 habitantes están localizados en la parte urbana del cantón; mientras que en la parte rural existen 32.940 habitantes, el segundo cantón que concentra más población es Montufar con 14.487 habitantes en la parte urbana y 16.024

habitantes en la parte rural. El cantón Bolívar es el tercer cantón que concentra población con 2.998 y 11.349 habitantes en la parte urbana y rural respectivamente. El cantón con menor concentración de población es San Pedro de Huaca con 7.624 en donde 3.765 se encuentran en la parte rural y 3.859 en la parte urbana.

Figura 2. Población de Carchi



3.3.2. Vivienda

La distribución de las viviendas en los diferentes cantones de la provincia del Carchi se presenta de la siguiente manera: el cantón Tulcán es el más representativo con el 48%, lo que indica que la mayor distribución de viviendas y de población se encuentra en este cantón. Le sigue el cantón Montufar con el 19%, el cantón Espejo y Bolívar con el 10% y los cantones Mira y San Pedro de Huaca con el 9% y 4% respectivamente.

3.3.3. Servicios de Educación

Los centros educativos en la provincia del Carchi están concentrados en la parte Sur Este de la provincia teniendo un total de 220 centros educativos. El cantón Tulcán es el cantón que más concentra centros educativos mientras que el cantón San Pedro de Huaca es el cantón con menos centros educativos. En lo que respecta a las parroquias, las parroquias con mayor cantidad de centros educativos son: Tulcán, San Gabriel y Julio Andrade con 30, 21 y 17 centros educativos; mientras que las parroquias: Chitan de Navarrete y Urbina poseen únicamente un centro educativo. Es importante mencionar que en las parroquias de la provincia del Carchi existe al menos 1 centro educativo al cual puede acceder la población.

3.3.4. Servicios de Salud

En la provincia existe un total de 84 centros de salud, concentrados en la parte Sur Este, en los cantones Tulcán, Bolívar y Mira. En cuanto a las parroquias los centros de salud se concentran en San Gabriel centros y en la parroquia Tulcán en dónde presentan 8 centros de salud, mientras que en la parroquia Huaca no posee ni un centro de salud, razón por la cual la población localizada en esta parroquia tiene la necesidad de desplazarse a parroquias cercanas para acceder a este servicio.

3.4. DESCRIPCIÓN ECONÓMICO-PRODUCTIVA DE LA PROVINCIA

Según los datos del Banco Central del Ecuador (cuentas nacionales 2016), la producción en la provincia de Carchi fue de 661,379 dólares lo cual representa el 0.7% del Valor Agregado Bruto (VAB) del total nacional, con esto se ubica como la 18ª provincia con mayor aportación nacional, como se aprecia en la siguiente tabla.

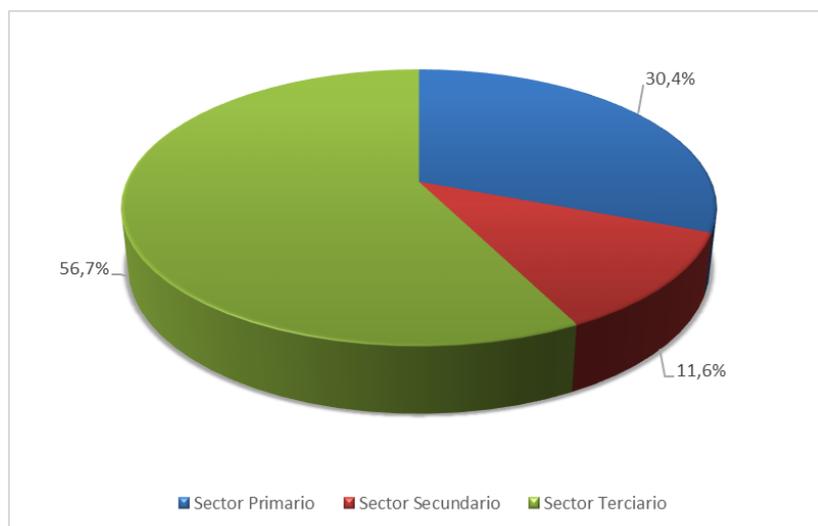
Tabla 3 Distribución del VAB por provincia.

Ranking nacional	Nivel	Provincias	Región	Valor Agregado	Participación Territorial	Participación Nacional	Nivel
1		PICHINCHA	Sierra	25,270,011	57.6%	27.5%	
2		GUAYAS	Costa	24,970,220	59.9%	27.2%	
3		MANABÍ	Costa	5,963,212	14.3%	6.5%	
4		AZUAY	Sierra	4,736,948	10.8%	5.2%	
5		LOS RÍOS	Costa	3,507,868	8.4%	3.8%	
6		EL ORO	Costa	3,198,916	7.7%	3.5%	
7		ESMERALDAS	Costa	2,929,768	7.0%	3.2%	
8		ORELLANA	Amazonía	2,720,849	45.1%	3.0%	
9		TUNGURAHUA	Sierra	2,630,034	6.0%	2.9%	
10		CHIMBORAZO	Sierra	1,950,391	4.4%	2.1%	
11		SANTO DOMINGO	Sierra	1,824,190	4.2%	2.0%	
12		IMBABURA	Sierra	1,787,245	4.1%	1.9%	
13		LOJA	Sierra	1,773,237	4.0%	1.9%	
14		COTOPAXI	Sierra	1,674,149	3.8%	1.8%	
15		SUCUMBÍOS	Amazonía	1,604,430	26.6%	1.7%	
16		SANTA ELENA	Costa	1,140,293	2.7%	1.2%	
17		CAÑAR	Sierra	1,020,290	2.3%	1.1%	
18		CARCHI	Sierra	661,379	1.5%	0.7%	
19		BOLÍVAR	Sierra	576,012	1.3%	0.6%	
20		PASTAZA	Amazonía	545,615	9.0%	0.6%	
21		MORONA SANTIAGO	Amazonía	453,256	7.5%	0.5%	
22		NAPO	Amazonía	421,864	7.0%	0.5%	
23		ZAMORA CHINCHIPE	Amazonía	289,750	4.8%	0.3%	

Fuente: Banco Central del Ecuador, 2016.

De acuerdo con el Banco Central del Ecuador, se tiene que el principal sector económico es el de servicios con el 56.7% seguido por el sector primario con el 30.4% y el sector industrial manufacturero con el 11.6%.

Figura 3. Distribución del VAB por sector económico en la provincia de Carchi



Elaboración propia a partir de datos del Banco Central del Ecuador, 2016.

Al analizar los datos proporcionados, se puede observar que las principales actividades económica son las de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Ya que este produce el 30.4% del total del VAB provincial.

Después de esta, la segunda actividad que más aporta a la economía de la provincia es el transporte, información y comunicaciones con el 13.3%.

Tabla 4 Distribución del VAB por actividad en Carchi

Ranking Nivel Carchi	Actividad	VAB	%	Sector
1	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	200.799	30,4%	Primario
2	Transporte, información y comunicaciones	87.633	13,3%	Terciario
3	Comercio	83.477	12,6%	Terciario
4	Administración pública	65.325	9,9%	Terciario
5	Construcción	62.369	9,4%	Secundario
6	Enseñanza	49.500	7,5%	Terciario
7	Salud	28.898	4,4%	Terciario
8	Actividades profesionales e inmobiliarias	25.465	3,9%	Terciario
9	Actividades financieras	15.571	2,4%	Terciario
10	Manufactura	14.399	2,2%	Secundario
11	Actividades de alojamiento y de comidas	10.254	1,6%	Terciario

12	Suministro de electricidad y de agua	8.904	1,3%	Terciario
13	Otros servicios	8.463	1,3%	-
14	Explotación de minas y canteras	320	0,0%	Primario
TOTAL		661.379	100%	

Fuente Banco Central del Ecuador, 2016

Según el Banco Central del Ecuador (cuentas nacionales, 2016), tenemos que el cantón que más genera al VAB de la provincia es el de Tulcán, puesto que este genera el 33.1%. A este le siguen el cantón de Montúfar el cual aporta el 20.1%, el cantón de Espejo con el 18.6% del VAB provincial.

3.4.1. Actividades económicas representativas

Todos los cantones a excepción de Tulcán realizan principalmente actividades agrícolas, tal y como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 5. Sectores económicos en la provincia de Imbabura (porcentaje)

Cantón	Sector primario	Sector secundario	Sector terciario
Bolívar	59.2%	1.7%	38.9%
Espejo	62.6%	4.3%	32.6%
Mira	51.2%	14.4%	34.1%
Montúfar	39.2%	6.8%	53.4%
Huaca	41.9%	21.9%	36.0%
Tulcán	17.1%	14.3%	66.8%

Fuente: Banco Central del Ecuador, 2016.

En el cantón Bolívar destacan productos como: misceláneo de ciclo corto, misceláneo de cereales y maíz.

En el cantón Espejo destacan tres productos principales: raíces y tubérculos, misceláneo de cereales y misceláneo de ciclo corto.

En el cantón Mira se tiene como tres principales productos a: raíces y tubérculos, maíz y misceláneo de ciclo corto. Dentro de este cantón las vías que predominan son aquellas de tipo Otro, en esta vía se destacan los tres productos principales mencionados anteriormente.

El cantón Montufar tiene como producto principal raíces y tubérculos. Dentro de los segundos productos destacan raíces y tubérculos; mientras que en los terceros productos se observan principalmente frutales.

En el cantón Huaca destacan productos como: Frutales, maíz, misceláneo de cereales, misceláneo de ciclo corto, raíces y tubérculos y caña de azúcar.

En el cantón Tulcán tiene como producto principal maíz dentro del producto número 1. Dentro de los segundos y terceros productos destacan raíces y tubérculos. Mención especial merece este cantón, en el que las actividades quedan más diversificadas, dedicándose a la Agricultura (17%), Transporte (17%), Comercio (16%), Construcción (12%) y Administración Pública (10%).

3.5. DESCRIPCIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS DE LA PROVINCIA

Según el Censo de población y vivienda 2010, la población del país es de 14.483,499 habitantes y la Provincia Carchi tiene una población total de 164.524 habitantes, lo que representa el 1.14% de la población total del país. Así mismo, Carchi tiene una población total rural de 82.029 habitantes que representa el 49,86% y una población urbana de 82.495 habitantes equivalente al 50,14%, lo que implica que se trata de una Provincia urbana, pero una gran cantidad de población rural.

En lo que respecta a la distribución de la población por sexo, se sabe que, del total de población provincial, 81.155 son hombres y 83.369 son mujeres.

Tabla 6. Población total, por sexo, urbana y rural de Carchi

Sexo	Urbano	% Urbano	Rural	% Rural	Total
Hombre	40,037	49.36	41,118	50.64	81,115
Mujer	42,458	50.93	40,911	49.07	83,369
Total	82.495	50.14	82.029	49.86	164,524

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Censo de Población y Vivienda 2010.

4. FACTORES DE INCIDENCIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN VIAL

4.1. FACTORES AMBIENTALES

La correcta implementación del Plan de Vialidad de la Provincia debe apuntar a garantizar la resiliencia y sostenibilidad de los proyectos que se planifiquen y ejecuten. Es vital identificar el riesgo derivado de las amenazas naturales, antrópicas y del calentamiento global antropogénico, que podrían afectar las intervenciones en vialidad. Por tanto, es necesaria la observación de los siguientes factores:

4.1.1. Impactos ambientales

Se enmarca en la reducción de los impactos ambientales, causados por los procesos de construcción, uso de la estructura y por el ambiente en donde se desarrollan las intervenciones de vialidad. La implementación del Plan Vial considerará lineamientos y políticas que no atenten contra el ambiente. La construcción vial debe tener una responsabilidad con el ambiente en favor de minimizar los recursos, previniendo la degradación ambiental, y proporcionando un ambiente saludable, en función de los siguientes elementos:

- Las obras de infraestructura generan fragmentación de los ecosistemas, reduciendo el hábitat original de las especies (Gascón, 2000). Por lo tanto, es necesario considerar estrategias integrales que logren recuperar el estado de los ecosistemas o que definan lineamientos para que algunos de los ecosistemas frágiles no sean fragmentados.
- Analizar los impactos en el medio biofísico (por ejemplo, en el agua, suelo y biodiversidad) y sus estrategias (como medidas para disminuir el nivel de impacto).

4.1.2. Riesgos climáticos

El cambio climático afecta y afectará el entorno, lo cual repercutirá en las vías. Por lo tanto, la planificación y localización de las vías, debe pensarse considerando los impactos que el cambio climático genera sobre la infraestructura misma, y también sobre el entorno relacionado con las vías, en especial los ecosistemas aledaños.

La implementación de las intervenciones de obra debe enmarcarse en la definición de los riesgos frente a desastres naturales. En este sentido, entender la vulnerabilidad de las vías y definir medidas efectivas de adaptación implica considerar aspectos que hacen parte del entorno de la vía, los cuales pueden modificar la vulnerabilidad del territorio y de la infraestructura del sector. Sirvan como ejemplo los cambios en el uso del suelo debido a los procesos de urbanización o agrícola o la deforestación en las cuencas donde están construidas las vías. Hay que resaltar que el ordenamiento territorial bien hecho puede ayudar en gran medida a reducir las vulnerabilidades a un costo mucho más razonable que las soluciones estructurales de intervención física que muchas veces son inapropiadas, insuficientes, degradables y en ocasiones aumentan el riesgo para algunas zonas en el futuro.

Por ello, las intervenciones viales que se derivarán del presente instrumento se aplicarán en función de:

- Análisis de los riesgos climáticos y los problemas asociados a ellos como deslizamiento de masas o inundaciones, etc.
- Emisiones de gases de efecto invernadero, para ello se debe tomar en cuenta la funcionalidad logística de la vía.

Por otra parte, la aplicación del Plan Vial en una lógica de contribución directa con el desarrollo territorial se sujeta a que las intervenciones viales tengan los respectivos análisis socio – ambientales en función de, al menos, los siguientes elementos:

- Descripción del proyecto, duración, alternativas y tecnología, inversión total, descripción de actividades.
- Recursos naturales del área que serán aprovechados, materia prima, insumos, y producción que demande el proyecto.
- Generación de residuos, ruido, almacenamiento y manejo de insumos, posibles accidentes y contingencias.
- Consideraciones ambientales e identificación de los impactos "clave".
- Formulación de medidas de mitigación y prevención, que reduzcan o eviten los impactos negativos clave identificados.
- Matriz de identificación de impactos ambientales.

4.2. FACTORES DE RIESGOS

La vialidad dentro de un territorio es considerada como una línea vital para su sobrevivencia. Es un elemento esencial que se debe proteger frente a la ocurrencia de eventos adversos que puedan generar emergencias o desastres. Según la

Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos¹, la mayoría de infraestructuras existentes en el Ecuador presentan serias deficiencias de comportamiento, al ser requeridas por acciones no permanentes (como aquellas generadas por una amenaza natural) tanto en el análisis y diseño, como en la construcción y mantenimiento. Muchas de las obras de infraestructura que se constituyen como logros de desarrollo para nuestros pueblos, han sido erigidas con altos niveles de vulnerabilidad, respondiendo a una ausencia de políticas para la gestión del riesgo en las instituciones nacionales.

La ocurrencia de desastres y sus impactos debe procurar a la reflexión sobre la importancia de tomar conciencia sobre la falta de prevención y mitigación previa al evento. Valorar los costos de daños por desastre permite evitar la generación de riesgos futuros. Los costos tras haber ocurrido un desastre pueden ser abordados desde los costos de infraestructura, patrimonio y bienes perdidos; los costos de atención del desastre y rehabilitación inmediata; los costos de programas de rehabilitación del sistema; y los costos de reconstrucción.

También se debe considerar el lucro cesante por no poder utilizar la infraestructura, dependiendo de la magnitud de los daños. El tiempo que demore en poder utilizarse la infraestructura implicará pérdidas. De ello surgen los conceptos de riesgo aceptado y de riesgo aceptable. Debido a que no es económicamente factible construir proyectos totalmente invulnerables, siempre habrá el riesgo de sufrir daños. Por ello se debe definir el nivel de riesgo aceptable. Las normativas de construcción actual especifican que las infraestructuras deben diseñarse y construirse para soportar ciertos niveles de amenazas naturales.

Para mitigar el riesgo por eventos naturales al que puede verse sometido un proyecto de infraestructura vial, debe cuantificarse ese riesgo y sus componentes, a fin de diseñar una estrategia para enfrentarlo. El estudio de amenazas describe el tipo, naturaleza, características y potencial de las amenazas, llegando a una cuantificación de diferentes niveles de amenaza con diferentes probabilidades de ocurrencia. El estudio de detección de vulnerabilidad es un estudio donde se definen las debilidades del proyecto ante diferentes niveles de amenazas, e incluso las medidas de mitigación posibles para lograr que el anteproyecto supere los diferentes niveles de amenaza bajo criterios de riesgo aceptable. La definición de las medidas de protección o mitigación ayudarán a mejorar la estimación de costos del proyecto. Este tipo de estudios requiere, por lo general, de un equipo multidisciplinario que esté familiarizado con esos aspectos.

Respecto a las amenazas, los aspectos mínimos que se deben considerar son el historial de eventos peligrosos en el área, informes sobre ocurrencias de desastres pasados, evaluaciones de amenazas y vulnerabilidades del área, evaluaciones del riesgo y mapas disponibles, estudios de impactos luego del desastre, recopilaciones sobre experiencias y lecciones aprendidas.

En lo que respecta a las vulnerabilidades, lo fundamental que se debe incorporar en el estudio son los efectos que tiene la ocurrencia de cada amenaza sobre el proyecto la solidez del proyecto para resistir todas las amenazas, el nivel y tipo de amenaza que debe tener el proyecto para sobrevivir sin ningún daño y las medidas de protección que se deban implementar, el nivel de daños técnicos y económicos reparables y las medidas de protección a implementarse por tipo de amenaza, el

¹ SECRETARÍA TÉCNICA DE GESTIÓN DE RIESGOS. Guía para la incorporación de la variable riesgo en la gestión integral de nuevos proyectos de Infraestructura. MCSIE, STGR, PNUD. Quito.

nivel y tipo de amenaza que debe el proyecto sobrevivir sin llegar al colapso aunque sufra daños irreparables, los costos y beneficios de las medidas de mitigación en términos económicos y de calidad de vida.

La detección temprana de amenazas y vulnerabilidades en fases de operación es crucial para garantizar la propia supervivencia de los proyectos que se implementen a raíz del presente Plan Vial. Con ello puede estudiarse el problema, encontrar su solución y aplicarla antes de que la amenaza se desencadene y genere un desastre. A veces la construcción del proyecto genera nuevas amenazas y vulnerabilidades, como es el caso de las vías y carreteras que generan trabajos de corte y relleno realizados de manera deficiente generando laderas que, con el tiempo, durante la fase de operación se vuelven inestables, creando una nueva amenaza ante la cual la vía es muy vulnerable. En el caso de puentes, la inspección y mantenimiento adecuado permite incrementar la vida útil de los elementos estructurales del mismo, de sus apoyos y de sus estribos, ante amenazas de desbordamiento de ríos, erosión de estribos y de los propios elementos estructurales resistentes del puente.

4.3. FACTORES ECONÓMICOS PRESUPUESTARIOS

Las acciones que se desprenden del Plan Vial deben incorporar un análisis de los factores económicos y presupuestarios del Gobierno Provincial para garantizar su implementación y sostenibilidad. Es prelativo analizar los proyectos que se deriven bajo un enfoque técnico, político y con procesos participativos. Sin embargo, el análisis de la capacidad de financiamiento del Gobierno Provincial es lo que permitirá tomar decisiones en los distintos espacios respecto a las obras que se van a ejecutar en los periodos correspondientes y, en el caso de que los recursos sean insuficientes, determinar otras fuentes de financiación de la vialidad para la atención de la ciudadanía y el desarrollo de la provincia.

El Gobierno Provincial, durante la implementación del Plan vial en sus dos fases, propenderá a un manejo administrativo-financiero coherente con el desarrollo territorial, para lo cual, los gastos del GAD Provincial deben priorizarse según se indica dentro de la normativa nacional. Es necesario tener un análisis de los gastos permanentes del GADP, como son los gastos en personal, operativos-activos fijos y gastos no permanentes. Realizando este análisis se determina el monto para la inversión pública para los periodos futuros. Esto se vinculará a la programación plurianual y anual del Gobierno Provincial, con el fin de que toda la inversión pública se maneje con el mismo techo presupuestario, sabiendo que **el promedio de asignaciones del GAD Provincial de Carchi es de 14,439,288.51 dólares.**

Con el fin de que se determine la sostenibilidad financiera del plan vial, se debe realizar flujo de ingresos plurianual y gastos (inversión, mantenimiento, reparación, etc.). Para el flujo de ingresos es pertinente mencionar lo que se indica en el reglamento del Código de Planificación y Finanzas Públicas en el Art. 99, último inciso, numeral uno: “En el caso de los gobiernos autónomos descentralizados, el techo de certificaciones presupuestarias plurianuales para inversión será como máximo lo correspondiente a inversiones de las transferencias asignadas por ley, del Estado Central del año anterior al que se certifica. Dicho techo deberá ser aprobado por el órgano legislativo correspondiente.”.

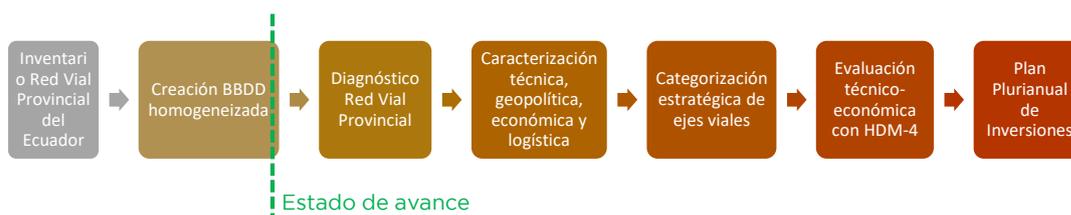
A esto se añade la necesidad de ser más cautos en la generación y programación de estudios y obras viales, para aprovechar al máximo el presupuesto institucional a distribuir. Lo que se pretende es mejorar la eficiencia de la gestión vial, para lo cual es necesario realizar evaluaciones económicas de las vías en función de los

costos de la provincia, para aprovechar al máximo los recursos a distribuir que, en el caso del Gobierno Provincial, son de un 60% del monto de asignaciones totales².

5. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA VIAL DE LA PROVINCIA

En primer lugar, es preciso recordar la metodología general del proyecto y sus fases y poder contextualizar el presente apartado. En la siguiente figura se observa la contextualización de las diferentes etapas del proyecto de una manera global. La caracterización del Sistema Vial de la provincia, cuyo análisis y resultados se exponen en este apartado, se ha realizado a partir de la BBDD homogeneizada conformada a partir del Inventario de la Red Vial Provincial. Por tanto, en este apartado, se realiza una descripción del contenido de dicha BBDD.

Figura 4. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Caracterización del Sistema Vial a partir de la BBDD homogeneizada. Elaboración propia.



5.1. DESCRIPCIÓN DE LA OFERTA VIAL DE LA PROVINCIA

En la provincia del Carchi se registró un total de 1,680.60 km, de los cuales 715.92 km corresponden a vías con tipo de interconexión Asentamiento Humano – Asentamiento Humano, 86.34 km tienen el tipo de interconexión Cantón – Cantón, 10.59 km corresponden a vías con tipo de interconexión Otro, 631.83 km son vías de tipo Parroquia Rural – Parroquia Rural, 177.69 km son vías con interconexión Vía Estatal – Asentamiento Humano, 11.47 km son de tipo Vía Estatal – Cabecera Cantonal y 46.76 km son vías de tipo Vía Estatal – Cabecera Parroquial.

Tabla 7. Tipos de vías

Tipo de vía	Longitud (km)
ASENTAMIENTO HUMANO A ASENTAMIENTO HUMANO	715,9
CANTON A CANTON	86,3
ESTATAL CON ASENTAMIENTO HUMANO	177,7
ESTATAL CON CABECERA CANTONAL	11,5
ESTATAL CON CABECERA PARROQUIAL	46,8
OTROS	10,6
PARROQUIA RURAL A PARROQUIA RURAL	631,8
	1680,6

² En referencia a la información proporcionada por los Gobiernos Provinciales en el SIGAD - SENPLADES

El cantón con mayor cantidad de kilómetros, es el cantón Montufar con 386.68 km, localizados en la parroquia San Gabriel con 174.40 km, levantados principalmente en vías con tipo de interconexión Asentamiento Humano - Asentamiento Humano, Cabecera Parroquial Rural - Asentamiento Humano y vías de tipo Parroquia Rural - Parroquia Rural.

Por otro lado, el cantón con menor cantidad de km levantados es el cantón San Pedro de Huaca con 70.39 km, dónde la parroquia Huaca es en la cual más km se registraron con 43.45 km, levantados principalmente en vías de tipo Parroquia Rural - Parroquia Rural.

En el cantón Bolívar se registra un total de 327.85 km, siendo la parroquia Bolívar la que más registra kilometraje con 88.67, de estos km; 45.01 km son vías con interconexión Parroquia Rural - Parroquia Rural, 18.56 km son de tipo Cabecera Parroquial Rural - Asentamiento Humano, 18.59 km son vías con tipo de interconexión Vía Estatal - Asentamiento Humano y 6.51 km son vías de tipo Asentamiento Humano - Asentamiento Humano.

El cantón Espejo registra 253.81 km, de los cuales 93.17 km se localizan en la parroquia La Libertad, de estos km; 40.23 km tienen como tipo de interconexión Asentamiento Humano - Asentamiento Humano, 39.94 km son de tipo Parroquia Rural - Parroquia Rural, 10.17 km son vías de tipo Cabecera Parroquial Rural - Asentamiento Humano, 1.61 km son vías de tipo Cantón - Cantón y 1.21 km corresponden a vías con tipo de interconexión Otro.

Finalmente, en el cantón Mira se registró 277.61 km, siendo la parroquia Mira, la parroquia con más km levantados, en esta parroquia la mayor cantidad de km se registra en vías de tipo Asentamiento Humano - Asentamiento Humano, Vía Estatal - Asentamiento Humano y vías de tipo Parroquia Rural - Parroquia Rural.

Tabla 8 Sistema vial provincia de Carchi por tipo de vía y cantón

Tipo de vía	Cantón						Total
	Bolívar	Espejo	Mira	Montufar	San Pedro de Huaca	Tulcán	
Cantón a cantón	-	21.7	-	37.1	5.22	22.32	86.34
Parroquia Rural a parroquia Rural	180.63	103.99	68.88	115.08	42.85	120.4	631.83
Asentamiento humano a Asentamiento Humano	103.31	102.28	132.24	185.87	21.96	170.27	715.92
Estatal con Cabecera Cantonal	-	5.17	1.2	5.11	-	-	11.47
Estatal con Asentamiento humano	33.84	11.92	68.5	23.47	0.28	39.68	177.69
Estatal con Cabecera Parroquial	9.28	7.55	-	20.05	-	9.89	46.76
Otros	0.79	1.21	6.79	-	0.09	1.71	10.59
TOTAL	327.85	253.8	277.6	386.68	70.39	364.27	1680.6

5.2. DESCRIPCIÓN DE LA IMPORTANCIA VIAL

En la provincia del Carchi, se registran 1,595.83 km que conducen a una vía alterna, 67.10 km conducen a plantas de tratamiento, 103.16 km son vías que conducen a rellenos sanitarios, 595.55 km son vías que conducen a proyectos sociales, 52.17 km a proyectos estratégicos, 11.92 km a proyectos de seguridad nacional y 810.17 km son vías que conducen a proyectos productivos.

La mayor cantidad de km que conducen a una vía alterna se registran en el cantón Montufar con un total de 386.68 km, localizados en su mayoría en la parroquia San Gabriel en vías con tipo de interconexión Asentamiento Humano – Asentamiento Humano y en vías que conectan la Cabecera Parroquia Rural – Asentamiento Humano.

En cuanto a las vías que conducen a plantas de tratamiento, se registra la mayor cantidad de km igualmente en el cantón Montufar en la parroquia San Gabriel en vías de tipo Asentamiento Humano – Asentamiento Humano principalmente.

En lo que respecta a los km de vías que conducen a un relleno sanitario, la mayor cantidad de km se registra en el cantón Tulcán con 54.68 km en la parroquia Tulcán en vías cuyo tipo de interconexión corresponde a Asentamiento Humano – Asentamiento Humano y vías de tipo Parroquia Rural – Parroquia Rural.

Los kilómetros de vía que llevan a proyectos sociales se localizan en mayor cantidad en el cantón Montufar (255.33 km) y Bolívar (200.57 km), principalmente en vías cuyo tipo de interconexión corresponde a Asentamiento Humano – Asentamiento Humano y vías de tipo Parroquia Rural – Parroquia Rural.

Por otro lado, las vías que conducen a proyectos estratégicos, se localizan en el cantón Montufar con un total de 34.01 km en las parroquias San Gabriel y Piartal, en vías cuyo tipo de interconexión Asentamiento Humano – Asentamiento Humano y vías de tipo Parroquia Rural – Parroquia Rural.

La mayor cantidad de km que conducen a proyectos de seguridad nacional se localizan en el cantón Tulcán con 11.92 km en las parroquias Tulcán y Julio Andrade, levantados en vías cuyo tipo de interconexión corresponde a Parroquia Rural – Parroquia Rural.

Finalmente, la mayor cantidad de km de vía que conducen a proyectos productivos se encuentran en el cantón Montufar con 316.47 km, en las parroquias La Paz y San Gabriel en vías con tipo de interconexión Parroquia Rural – Parroquia Rural.

Tabla 9 Importancia vial por cantón (km)

Importancia vial	Cantón						Total
	Bolívar	Espejo	Mira	Montufar	San Pedro de Huaca	Tulcán	
Vía alterna a la red estatal	327.85	173.41	273.23	386.68	70.39	364.27	1595.83
Planta tratamiento agua potable	5.87	-	-	46.5	-	14.73	67.1
Rellenos sanitarios	-	8.87	-	36.57	3.05	54.68	103.17
Proyectos sociales	200.57	13.04	-	255.33	30.94	95.66	595.54

Proyectos estratégicos	-	-	-	34.01	5.6	12.56	52.17
Proyectos de seguridad nacional	-	-	-	-	-	11.92	11.92
Proyectos productivos	206.53	50.87	4.37	316.47	44.9	187.02	810.16
TOTAL	740.82	246.19	277.6	1075.56	154.88	740.84	-

5.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS VÍAS

5.3.1. Superficie de rodadura

El sistema vial de la Provincia de Carchi posee en su mayoría una superficie de empedrado con 1,070.99 km, la superficie del resto de vías son 254.61 km de lastre, 152.37 km pavimento flexible, 127.69 km de suelo natural, 65.55 km mixto, 5.22 km de doble tratamiento bituminoso y un 4.18 km de adoquín.

Al analizar la superficie de rodadura en cada uno de los cantones, se encontró que en el cantón Bolívar la superficie de rodadura que predomina es empedrada con 1,84.05 km.

En el cantón Espejo, la superficie que predomina es empedrado con 140.39 km, los cuales se encuentra en mayor cantidad en la parroquia La Libertad con 51.48 km. El cantón Mira tiene mayor superficie de lastre con 125.69 km.

El cantón Montufar posee una superficie de empedrado con 301.70 km. El cantón San Pedro de Huaca posee en mayor cantidad una superficie de empedrado con 58.54 km. Finalmente, en el cantón Tulcán la mayor cantidad de superficie de rodadura corresponde a empedrado con 315.72 km.

Tabla 10 Superficie de rodadura por cantón

Cantón	Adoquín	DTB	Empedrado	Lastre	Mixto	Pavimento flexible	Suelo natural
Bolívar	-	-	184.05	82.38	21.3	15.75	24.38
Espejo	-	-	140.39	32.22	32.8	25.49	22.92
Mira	3.56	-	70.6	125.69	-	43.35	34.41
Montufar	-	-	301.7	1.56	6.19	32.51	44.72
San Pedro de Huaca	0.62	5.21	58.54	-	-	4.74	1.27
Tulcán	-	-	315.72	12.76	5.26	30.53	-
TOTAL	4.18	5.21	1071	254.61	65.55	152.37	127.7

5.3.2. Estado de superficie de rodadura

En la Provincia de Carchi, la mayor cantidad de vías presentan una superficie de rodadura que se encuentran en estado regular con 1,148.17 km, seguido de 515.82 km de vías en mal estado y finalmente 16.61 km de vías en buen estado.

Al analizar la superficie de rodadura en cada uno de los cantones, se encontró que en el cantón Bolívar la mayor cantidad de vías se encuentran en estado regular con 244.05 km en este estado, las cuales se encuentran en mayor número en la parroquia Bolívar con 82.28 km. En el cantón Espejo, la mayor cantidad de vías se

encuentran en estado regular con 136.69 km en este estado. El cantón Mira, posee una mayor cantidad de vías en estado regular con 185.64 km en este estado. El cantón Montufar en su mayoría cuenta con vías en estado regular con 282.65 km. El cantón San Pedro de Huaca en su mayoría cuenta con vías en estado regular con 45.13 km. Finalmente, en el cantón Tulcán la mayor cantidad de vías se encuentran en estado regular con 254.02 km.

Tabla 11 Estado de superficie de rodadura por cantón (km)

Cantón	Bueno	Malo	Regular	Total
Bolívar	-	83.8	244.05	327.85
Espejo	4.48	112.63	136.69	253.8
Mira	11.51	80.46	185.64	277.61
Montufar	-	104.03	282.65	386.68
San Pedro de Huaca	0.62	24.64	45.13	70.39
Tulcán	-	110.26	254.02	364.28
TOTAL	16.61	515.82	1148.18	1680.60

5.3.3. Uso derecho de la vía

El uso de derecho de vía en la Provincia de Carchi, en su mayoría, corresponde a agrícola con 1,196.44 km, seguido de pastos con 276.56 km, maleza con 182.57 km, bosque con 18.36 km y finalmente el uso destinado a infraestructura con 6.69 km.

Al analizar el uso de derecho de las vías en cada uno de los cantones, se encontró que en el cantón Bolívar el mayor uso es agrícola con 243.86 km. En el cantón Espejo el mayor uso es agrícola con 122.96 km, de los cuales. En el cantón Mira el mayor uso es agrícola con 194.37 km. En el cantón Montufar el uso es agrícola con 316.85 km. En el cantón San Pedro de Huaca la mayoría de uso es agrícola con 69.86 km. Finalmente, en el cantón Tulcán, la mayor cantidad de uso es agrícola con 248.53 km.

Tabla 12 Uso derecho de la vía por cantón (km)

Cantón	Agrícola	Bosque	Infraestructura	Maleza	Pastos
Bolívar	243.86	0.31	-	50.27	33.42
Espejo	122.96	8.98	-	46.88	74.98
Mira	194.37	9.07	6.69	50.16	17.32
Montufar	316.85	-	-	6.64	63.19
San Pedro de Huaca	69.86	-	-	-	0.53
Tulcán	248.53	-	-	28.61	87.13
TOTAL	1196.43	18.36	6.69	182.56	276.57

5.3.4. Señalización Horizontal

La señalización horizontal en la Provincia de Carchi, en su mayoría cuenta con vías continuas sin tachas, con 46.39 km; seguido de vías segmentadas con tachas, con 29.28 km; y finalmente, vías continuas con tachas, con 18.22 km.

Al analizar la señalización horizontal de las vías en cada uno de los cantones, se encontró que el cantón Bolívar, cuenta con vías continuas sin tachas con 4.15 km, los cuales se encuentran en regular estado y en la parroquia San Vicente de Pusir. El cantón Espejo, cuenta con vías continuas sin tachas con 20.32 km, los cuales se encuentran en mal estado, y en mayor número en la parroquia La Libertad con 11.38 km. Las vías levantadas en el cantón Mira, en su mayoría cuenta con vías segmentadas con tachas, con 29.28 km; las cuales se encuentran en estado regular y en mayor número en la parroquia Juan Montalvo con 14.71 km.

El cantón Montufar contiene en su mayoría vías continuas con tachas, con 11.89 km; las cuales se encuentran en mal estado y en la parroquia La Paz. El Cantón San Pedro de Huaca contiene en su mayoría vías continuas sin tachas, con 2.29 km; las cuales se encuentran en estado regular y en la parroquia Huaca. Finalmente, el cantón Tulcán, en su mayoría cuenta con vías continuas sin tachas, con 6.32 km, las cuales se encuentran en mal estado y en la parroquia Pioter.

5.3.5. Tipo/ Estado de la señalización vertical

En la provincia de Carchi, se registró un total de 1,444 señales verticales, de las cuales 318 son de tipo informativa, 909 son preventivas y 217 corresponden a señales regulatorias. De las señales informativas, 12 se encuentran en buen estado, 17 en mal estado y 289 son señales en estado regular. De las señales preventivas 76 están en buen estado, 44 en mal estado y 789 en estado regular. Y de las señales regulatorias, 7 se encuentran en buen estado, 13 en mal estado y 197 en estado regular.

El cantón con mayor cantidad de señales verticales es el cantón Mira, con un total de 543 señales, de las cuales, 64 son informativas, 413 son preventivas y 66 son señales regulatorias. De las señales informativas, 8 se encuentran en buen estado, 3 en mal estado y 53 en estado regular. De las señales preventivas, 76 se encuentran en buen estado, 4 en mal estado y 333 en estado regular. Y de las señales regulatorias, 5 se encuentran en buen estado, 2 en mal estado y 59 en estado regular.

Por otro lado, el cantón con menor cantidad de señales verticales es San Pedro de Huaca, con un total de 76 señales verticales, de estas 18 son informativas, 36 son preventivas y 22 son señales regulatorias. De las señales informativas, 2 se encuentran en buen estado y 16 en estado regular. De las señales preventivas 4 se encuentran en mal estado y 32 en estado regular, y de las señales regulatorias 1 está en buen estado, 2 en mal estado y 19 en estado regular.

En el cantón Bolívar, se registró un total de 139 señales verticales, de las cuales 33 corresponden a señales informativas, 79 a señales preventivas y 27 son regulatorias. De las señales informativas 1 se encuentra en buen estado, 1 en mal estado y las 31 restantes son señales en estado regular. De las señales preventivas el total están en estado regular. De las señales regulatorias 1 se encuentra en mal estado y las 26 restantes se encuentran en estado regular.

En el cantón Espejo el total de señales registradas es de 191, de estas; 45 son señales informativas, 128 son preventivas y 18 son regulatorias. De las señales informativas 1 se encuentra en mal estado y 44 en estado regular. De las

preventivas 1 se encuentra en mal estado y 127 en estado regular. Y de las regulatorias las 18 se encuentran en estado regular.

En el cantón Montufar se registraron 207 señales verticales, de las cuales 49 son informativas, 112 son señales preventivas y 46 son señales regulatorias. De las señales informativas 1 se encuentra en buen estado, 4 en mal estado y 44 en estado regular. De las señales preventivas 21 se encuentran en mal estado y 91 en estado regular. Y de las señales regulatorias 3 se encuentran en mal estado y 43 en estado regular.

Finalmente, en el cantón Tulcán, se registró 288 señales, de las cuales 109 son informativas, 141 preventivas y 38 son regulatorias. De las señales informativas 8 se encuentran en mal estado y 101 en estado regular. De las señales preventivas 14 en mal estado y 127 en estado regular y de las señales regulatorias 1 se encuentra en buen estado, 5 en mal estado y 32 en estado regular.

Tabla 13 Señales verticales y su estado por cantón

Cantón	Informativas			Preventivas			Regulatorias			Total
	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	
Bolívar	1	1	31	-	-	79	-	1	26	139
Espejo	-	1	44	-	1	127	-	-	18	191
Mira	8	3	53	76	4	333	5	2	59	543
Montufar	1	4	44	-	21	91	-	3	43	207
San Pedro de Huaca	2	-	16	-	4	32	1	2	19	76
Tulcán	-	8	101	-	14	127	1	5	32	288
TOTAL	12	17	289	76	44	789	7	13	197	1444

5.3.6. Número de carriles

El número de carriles que presenta la red vial provincial de Carchi en su mayoría es un carril con sentido bidireccional con 1502.01 km. Por último, también cuenta con 178.59 km de dos carriles en sentido bidireccional.

Tabla 14 Longitud de vía en función del número de carriles (km)

Cantón	Un carril bidireccional	Dos carriles bidireccionales
Bolívar	323.7	4.15
Espejo	224.5	29.3
Mira	230.7	46.91
Montufar	338.23	48.45
San Pedro de Huaca	51.14	19.25
Tulcán	333.74	30.53
TOTAL	1502.01	178.59

5.3.7. Climatología

En lo que se refiere al clima en la red vial provincial de Carchi se obtuvo que predominó con un 43.63% el clima seco-nublado. En menor porcentaje se encuentra el clima lluvioso con un 14.8%.

Tabla 15 Tipo de clima por cantón en km

Cantón	Lluvioso	Seco-nublado	Seco
Bolívar	1.61	49.18	277.07
Espejo	10.61	192.01	51.18
Mira	36.66	240.94	-
Montufar	68.68	139.34	178.66
San Pedro de Huaca	20.83	20.01	29.55
Tulcán	110.27	91.83	162.16
TOTAL %	14.8	43.63	41.57

5.3.8. Número de curvas

El número total de curvas que posee la red vial provincial de 14058, la mayoría de las curvas se ubican en las redes viales de los cantones Tulcán y Montufar con un 22.89 y 22.38%, respectivamente. El cantón con menor porcentaje de curvas es San Pedro de Huaca con 617 curvas que equivalen al 4.39% del total general.

Tabla 16 N.º curvas por cantón

Cantón	# curvas	%
Bolívar	2749	19.55
Espejo	2175	15.47
Mira	2153	15.32
Montufar	3146	22.38
San Pedro de Huaca	617	4.39
Tulcán	3218	22.89
TOTAL	14058	100

5.3.9. Distancia de visibilidad

La distancia promedio de visibilidad para la red vial provincial de Carchi por cantón es la que aparece en la tabla siguiente. La máxima varía desde 80 hasta 100 metros y la mínima desde 30 a 60.

Tabla 17 Distancia de visibilidad máxima, mínima y promedio por cantón

Cantón	Máximo	Mínimo	Promedio
Bolívar	100	30	58
Espejo	100	40	61
Mira	100	30	64
Montufar	80	60	71
San Pedro de Huaca	80	60	72
Tulcán	80	60	60

5.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS PUENTES

5.4.1. Capa de Rodadura

La provincia Carchi cuenta con un total de 91 puentes distribuidos en 6 cantones, en términos generales el material predominante en las capas de rodadura es el hormigón, ya que 65 de estos puentes contienen este material, posteriormente le siguen los que tienen lastre que son 19 puentes y finalmente asfalto que consta de 7 puentes.

En el cantón Bolívar predomina el hormigón como capa de rodadura, de su total de 12 puentes, 8 constan de este material, los cuales predominan principalmente en vías de tipo de interconexión entre Cabecera Parroquial Rural – Asentamiento Humano. De los puentes restantes existen 3 con lastre y únicamente 1 con asfalto.

El cantón Espejo cuenta con 6 puentes de los cuales 4 tienen hormigón como capa de rodadura. En este mismo cantón se observan 2 puentes con lastre y no existe ninguno que contenga asfalto.

El cantón Mira tiene un total de 14 puentes de los cuales 10 tienen hormigón en la composición de su capa de rodadura, la mayor parte de estos se encuentra en vías con tipo de interconexión Vía E estatal – Asentamiento Humano. Los 4 restantes contienen lastre y no existe ninguno con asfalto.

Montufar es el cantón que cuenta con la mayor cantidad de puentes, al igual que en la mayor parte del cantón el hormigón es el material predominante en cuanto a capas de rodadura, ya que 25 de los 33 puentes existentes contienen este material, de los 8 restantes 5 contienen lastre y 3 son asfaltados. Dentro de la categoría predominante la mayor parte de puentes se encuentran ubicados en la parroquia La Paz, en vías con tipo de interconexión Vía E estatal – Cabecera Parroquial.

Dentro del cantón San Pedro de Huaca se observa la presencia de 3 puentes de los cuales 2 tienen lastre como capa de rodadura, y 1 tiene asfalto.

En el cantón Tulcán al igual que en la mayor parte de la provincia el hormigón es el material predominante dentro de la composición de las capas de rodadura ya que de los 23 puentes presentes 18 contienen este material. Adicionalmente también dentro del cantón se observan 3 puentes con lastre y 2 con asfalto.

Tabla 18 N.º de puentes según capa de rodadura

Cantón	Asfalto	Hormigón	Lastre	Total
Bolívar	1	8	3	12
Espejo	-	4	2	6
Mira	-	10	4	14
Montufar	3	25	5	33
San Pedro de Huaca	1	-	2	3
Tulcán	2	18	3	23
TOTAL	7	65	19	91

5.4.2. Ancho Total

La provincia Carchi consta con un total de 91 puentes distribuidos en 6 cantones, 35 de estos puentes tienen un ancho total de entre 5 y 7m, 33 de entre 3 y 5m, 13 de entre 7 y 9m, 7 tienen un ancho mayor a los 9 m y los 3 restantes tienen un ancho total correspondiente al rango de entre 1 y 3m.

En el cantón Bolívar de los 12 puentes presentes, 5 tienen un ancho total de entre 5-7m, 3 corresponden al rango de entre 3-5m, 3 tienen un ancho de entre 7-9m y el 1 restante corresponde a un ancho total mayor a los 9m.

En el cantón Espejo de los 6 puentes presentes, 5 tienen un ancho de calzada correspondiente al rango de 3-5m, y el 1 restante tiene un ancho de entre 5-7m.

En el cantón Mira de los 14 puentes presentes, 7 tienen anchos de calzada de entre 3-5m; 5 tienen un ancho total de entre 5-7m y los 2 restantes tienen un ancho total dentro del rango de entre 1-3m.

Montufar es el cantón que cuenta con la mayor cantidad de puentes dentro de la provincia, 13 de sus 33 puentes tienen un ancho total dentro del rango de 5-7m, 8 corresponden al rango de entre 3-5m, 7 tienen un ancho total de entre 7-9m, 4 tienen aún ancho total mayor a los 9m y el 1 puente restante se encuentra dentro del rango de 1-3m.

En el cantón San Pedro de Huaca existen 3 puentes, 2 tienen un ancho total de entre 3-5m y el 1 restante corresponde a la categoría de entre 5-7m.

En el cantón Tulcán se observa la presencia de 23 puentes, 10 de ellos tienen un ancho total correspondiente al rango de 5-7m, 8 se encuentran dentro de la categoría de entre 3-5m, 3 corresponden al rango de entre 7-9m y los 2 restantes tienen un ancho total mayor a los 9m.

Tabla 19 N.º de puentes en función del ancho total

Cantón	Ancho total					Total
	1 a 3	3 a 5	5 a 7	7 a 9	>9	
Bolívar	-	3	5	3	1	12
Espejo	-	5	1	-	-	6
Mira	2	7	5	-	-	14
Montufar	1	8	13	7	4	33
San Pedro de Huaca	-	2	1	-	-	3
Tulcán	-	8	10	3	2	23
TOTAL	3	33	35	13	7	91

5.4.3. Evaluación Superestructura

La provincia Carchi consta con un total de 91 puentes distribuidos en 6 cantones, 71 del total de estos puentes tienen su superestructura en estado regular, 14 están en buen estado y 6 se encuentran en mal estado.

En el cantón Bolívar de un total de 12 puentes, 9 tienen su superestructura en estado regular, 2 de ellos se encuentran en mal estado y solamente 1 se mantienen en buen estado.

En el cantón Espejo existe un total de 6 puentes de los cuales 3 tienen su superestructura en buen estado, 2 se mantienen en estado regular y 1 está en mal estado.

Dentro del cantón Mira 10 de sus 14 puentes tienen superestructura en buen estado, de los 4 restantes existen 3 en estado regular y 1 en mal estado.

El cantón Montufar cuenta con la presencia de 33 puentes, de los cuales 31 tienen su superestructura en estado regular y 2 la tienen en mal estado.

En el cantón San Pedro de Huaca cuenta con la presencia de 3 puentes los cuales tienen su superestructura en estado regular.

El cantón Tulcán cuenta con la presencia de 23 puentes, todos tienen su superestructura en estado regular.

Tabla 20 N.º de puentes en función de la evaluación de la superestructura

Cantón	Evaluación superestructura		
	Bueno	Malo	Regular
Bolívar	1	2	9
Espejo	3	1	2

Mira	10	1	3
Montufar	-	2	31
San Pedro de Huaca	-	-	3
Tulcán	-	-	23
TOTAL	14	6	71

5.4.4. Carga

La provincia Carchi consta con un total de 91 puentes distribuidos en 6 cantones, 52 del total de estos puentes soportan una carga de entre 30-45 Ton; 37 puentes soportan entre 15-30 Ton, mientras que los 2 restantes soportan cargas de más de 45 Ton.

En el cantón la Bolívar 7 de los 12 puentes existentes soportan cargas de entre 15-30 Ton; de los 5 puentes restantes 4 pertenecen a la categoría de entre 30-45 Ton y 1 soporta más de 45 Ton.

En el cantón Espejo 5 de los 6 puentes presentes soportan cargas de entre 30-45 Ton, el 1 restante soporta de entre 15-30 Ton.

En el cantón Mira 12 de los 14 puentes soportan cargas de entre 30-45 Ton, los 2 restantes soportan de entre 15-30 Ton.

En el canón Montufar 19 de los 33 puentes existentes soportan cargas de entre 15-30 Ton, mientras que los 14 puentes restantes soportan cargas máximas de entre 30-45 Ton.

En el cantón San Pedro de Huaca existen únicamente 3 puentes los cuales soportan cargas de entre 15-30 Ton.

El cantón Tulcán cuenta con un total de 23 puentes de los cuales 17 soportan cargas de entre 30-45Ton, 5 soportan entre 15-30Ton y hay solo 1 que soporta más de 45 Ton.

Tabla 21 N.º de puentes en función de la carga

Cantón	Carga			
	1 a 15	15 a 30	30 a 45	45 a 60
Bolívar	1	6	4	1
Espejo	1	-	5	-
Mira	1	1	12	-
Montufar	-	19	14	-
San Pedro de Huaca	-	3	-	-
Tulcán	-	5	17	1
TOTAL	3	34	52	2

5.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS ALCANTARILLAS

5.5.1. Tipo y Estado

La Provincia de Carchi tiene un total de 2,566 alcantarillas, de las cuales 2,228 son de tipo circular y 338 son de tipo cajón. En las alcantarillas tipo circular existe un mayor número de alcantarillas que se encuentran en estado regular (2,131), seguido de alcantarillas en buen estado (59) y en mal estado (38). En las alcantarillas de tipo cajón de igual manera hay un mayor número de alcantarillas que se encuentran en estado regular (331), seguido de alcantarillas en buen estado (7) y en mal estado ninguna. El cantón que presenta más alcantarillas es Tulcán con 714 alcantarillas, de las cuales 684 son de tipo circular y 30 son de tipo cajón, el cantón que continúa es Montufar con 619 alcantarillas, de las cuales 538 son de tipo circular y 81 son de tipo cajón, el cantón que prosigue es Espejo con 394 alcantarillas, de las cuales 331 son de tipo circular y 63 son de tipo cajón. El cantón Bolívar es el siguiente con 351 alcantarillas, de las cuales 269 son de tipo circular y 82 son de tipo cajón. El siguiente cantón es Mira con 305 alcantarillas, de las cuales 230 son de tipo circular y 75 son de tipo cajón y el cantón con menos alcantarillas es San Pedro de Huaca con 183 alcantarillas, de las cuales 176 son de tipo circular y 7 son de tipo cajón.

Las parroquias que más destacan son San Gabriel con 205 alcantarillas, de las cuales 185 son de tipo circular y 20 son de tipo cajón, también destaca la parroquia Julio Andrade (Orejuela) con 204 alcantarillas, de las cuales 195 son de tipo circular y 9 son de tipo cajón, le sigue la parroquia La Paz con 170 alcantarillas, de las cuales 128 son de tipo circular y 42 son de tipo cajón. Y la parroquia La Libertad (Alizo) con 153 alcantarillas, 132 son de tipo circular y 21 son de tipo cajón. El estado predominante actual de las alcantarillas tipo cajón de la Provincia de Carchi es regular y de igual manera las alcantarillas tipo circular la mayoría se encuentran en estado regular.

Tabla 22 N.º alcantarillas según tipo y estado

Cantón	Bueno		Malo	Regular		Total
	Cajón	Circular	Circular	Cajón	Circular	
Bolívar	1	13	4	81	252	351
Espejo	-	14	8	63	309	394
Mira	6	32	7	69	191	305
Montufar	-	-	6	81	532	619
San Pedro de Huaca	-	-	1	7	175	183
Tulcán	-	-	12	30	672	714
TOTAL	7	59	38	331	2131	2566

5.5.2. Material

La Provincia de Carchi tiene en total 2,566 alcantarillas, de las cuales 1,867 son de material de hormigón, 667 son de material metálico y 32 son de material de PVC. A nivel cantonal el que presenta un mayor número de alcantarillas es Tulcán (714) en las que 529 son de material de hormigón, 183 son de material metálico y 2 son de material PVC. EL siguiente cantón es Montufar (619), en las que 497 son de

material de hormigón, 106 son de material metálico y 16 son de material de PVC. El cantón que prosigue es Espejo (394), en las que 236 son de material de hormigón, 151 son de material metálico y 7 son de material de PVC.

El siguiente cantón es Bolívar (351), de estas 351 alcantarillas, 291 son de material de hormigón 57 son de material metálico y 3 son de material de PVC. El cantón que sigue es Mira con 305 alcantarillas, de las cuales 166 son de material de hormigón, 135 son de material metálico y 4 son de material de PVC y el cantón San Pedro de Huaca con 183 alcantarillas, de las cuales 148 son de material de hormigón y 35 son de material metálico. A nivel parroquial las parroquias que presentan un mayor número de alcantarillas de material de hormigón primero están San Gabriel con 161 alcantarillas de este material, seguido de Julio Andrade (Orejuela) con 157 alcantarillas de material de hormigón, le sigue la parroquia La Paz con 155 alcantarillas de este material, siguen las parroquias La Libertad y García Moreno con 91 alcantarillas cada una y la parroquia Bolívar con 82 alcantarillas de este material.

Tabla 23 N.º alcantarillas según material del ducto

Cantón	Hormigón	Metálica	PVC	Total
Bolívar	291	57	3	351
Espejo	236	151	7	394
Mira	166	135	4	305
Montufar	497	106	16	619
San Pedro de Huaca	148	35	-	183
Tulcán	529	183	2	714
TOTAL	1867	667	32	2566

5.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS CUNETAS

La Provincia de Carchi tiene un total de 123 cunetas, de las cuales la mayoría son cunetas de tipo V (25), seguido de cunetas en L (84), cunetas tipo canal (12) y al final cunetas tipo suelo lateral (2). En las cunetas en V, no hay ninguna en buen estado. La mayoría de las cunetas en L se encuentran en estado regular y las cunetas tipo canal de igual manera se encuentran, la mayoría, en estado regular. A nivel provincial el 20.33% de las cunetas de Carchi son cunetas de tipo V, las cunetas en L son el 68.29%, las cunetas tipo canal son el 9.76% y las cunetas tipo suelo lateral son el 1.63%.

El cantón de Mira presenta 14 cunetas, de las cuales 8 son cunetas tipo V, 6 cunetas son tipo L y se encuentran en estado malo (4) y regular (2). Le sigue el cantón Bolívar con 13 cunetas, 7 son de tipo canal y se encuentran en estado regular, 4 son tipo L y también se encuentran en estado regular, el resto son tipo V. El cantón de Montufar es el que más cunetas tiene con 44, la mayoría de tipo L y en estado regular. En el cantón de Espejo hay 21 cunetas y la mayoría son de tipo V en estado regular. En los cantones de San Pedro de Huaca y Tulcán hay 16 y 15 cunetas respectivamente la mayoría de tipo L.

Tabla 24 N.º de cunetas en función del tipo y del estado

Cantón	Canal		En L			En V		Suelo lateral	Total
	Bueno	Regular	Bueno	Malo	Regular	Malo	Regular	Malo	
Bolívar	-	7	-	-	4	2	-	-	13
Espejo	-	3	-	-	8	-	10	-	21
Mira	-	-	-	4	2	7	1	-	14
Montufar	1	1	17	-	21	-	4	-	44
San Pedro de Huaca	-	-	-	-	15	-	1	-	16
Tulcán	-	-	-	1	12	-	-	2	15
TOTAL	1	11	17	5	62	9	16	2	123

5.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS TALUDES

En la provincia Carchi existe únicamente 1 tipo de talud que es el talud intervenido, este en su mayoría se encuentra en estado regular. Únicamente en el cantón Tulcán, parroquia Pioter, en una vía con tipo de interconexión entre Cabecera Parroquial Rural - Asentamiento Humano se observa la presencia de talud en mal estado.

Tabla 25 N.º de taludes en función del cantón

Cantón	Intervenido		Total
	Malo	Regular	
Bolívar	-	11	11
Espejo	-	17	17
Mira	-	24	24
Montufar	-	21	21
San Pedro de Huaca	-	10	10
Tulcán	1	22	23
TOTAL	1	105	106

5.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS SERVICIOS ASOCIADOS A LAS VIAS

En la provincia Carchi los servicios asociados a la vía son los siguientes: Policía, Servicios de Educación, Servicios de Salud y Servicios Públicos. El único cantón que cuenta con todos los servicios es Mira.

Los servicios que se encuentran presentes en absolutamente todos los cantones son los de educación y de salud, por otro lado, el que menos se encuentra es el servicio público el cual únicamente está presente en el cantón Mira.

A nivel provincial el más común es el servicio educativo, de este tipo se pueden encontrar 124 establecimientos, de los cuales la mayor parte se encuentra en el cantón Tulcán.

Tabla 26 Resumen de servicios asociados a la vía

Servicios asociados a las vías	Policia	Servicios de Educación	Servicios de Salud	Servicios Públicos
Bolívar	-	22	13	-
Espejo	-	9	6	-
Mira	1	19	11	1
Montufar	1	28	9	-
San Pedro de Huaca	-	6	1	-
Tulcán	1	35	6	-
TOTAL	3	119	46	1

5.9. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO

En el conteo realizado en la provincia de Carchi se registraron un total 69,179 vehículos, de los cuales 50,384 eran vehículos livianos, 5,634 eran buses, 12,995 eran vehículos de 2 ejes, 166 eran vehículos de 3 ejes y no se registraron vehículos de 4 ejes, ni de 5 ejes. El cantón que presenta mayor transitabilidad de vehículos es Montufar con 25,586 vehículos, de los cuales 18,196 eran livianos, 1,988 eran buses, 5,402 eran vehículos de 2 ejes. Le sigue el cantón Espejo con 13,548 vehículos, de los cuales 10,354 eran livianos, 1,781 eran vehículos de 2 ejes, 1,413 eran buses. El siguiente cantón es Tulcán con 12,249 vehículos, de los cuales 8,699 eran livianos, 2,693 eran vehículos de 2 ejes, 803 eran buses y 54 eran vehículos de 3 ejes.

El cantón que sigue es San Pedro de Huaca con 7,403 vehículos contabilizados, de los cuales 4,933 fueron livianos, 1,638 eran vehículos de 2 ejes y 832 eran buses. Sigue el cantón Mira con 5,958 vehículos que se contaron, en los que 5,040 eran livianos, 644 eran vehículos de 2 ejes y 274 eran buses y el último cantón Bolívar donde se registraron 4,435 vehículos, de los cuales 3,162 eran livianos, 837 eran vehículos de 2 ejes, 324 eran buses y 112 eran vehículos de 3 ejes. Las parroquias que más destacan primera esta la parroquia Fernández Salvador con 8,485 vehículos contabilizados, de los cuales 5,887 eran livianos, 1,657 eran vehículos de 2 ejes y 941 eran buses. Otra parroquia que también destaca es El Ángel con 6,712 vehículos que se registraron, de los cuales 5,193 fueron livianos, 837 eran vehículos de 2 ejes y 682 eran buses. Sigue la parroquia Piartal con 6,002 vehículos que se contaron, de los cuales 4,555 eran livianos, 891 eran vehículos de 2 ejes y 556 eran buses, y la última parroquia que presenta una transitabilidad alta es la parroquia Mariscal Sucre con 5,114 vehículos contados, de los cuales 3,261 son livianos, 1,241 son vehículos de 2 dos ejes y 612 son buses. La provincia de Carchi presenta una transitabilidad vial en donde el 72.83% son vehículos livianos, el 18.78% son vehículos de 2 ejes, el 8.14% son buses y el 0.23% son vehículos de 3 ejes, en esta provincia no se registraron vehículos de 4 ejes, ni de 5 ejes.

Tabla 27 N.º de vehículos por cantón

Cantón	Veh. Livianos	Buses	Veh. 2 ejes	Veh. 3 ejes	Total
Bolívar	3162	324	837	112	4435
Espejo	10354	1413	1781	-	13548
Mira	5040	274	644	-	5958
Montufar	18196	1988	5402	-	25586
San Pedro de Huaca	4933	832	1638	-	7403
Tulcán	8699	803	2693	54	12249
TOTAL	50384	5634	12995	166	69179
TOTAL %	72.83	8.14	18.78	0.24	100

5.10. CARACTERÍSTICAS DE LAS MINAS

En la provincia de Carchi existen 22 minas de las cuales 16 que representan el 72.7% su fuente de explotación son las canteras y el 27.3% son los ríos. En cuanto al tipo de mina 15 de ellas son no concesionadas.

En el cantón Bolívar existen 3 minas no concesionadas ubicadas en la parroquia de San Vicente de Pusir de las cuales 2 de ellas que representan el 66.7% su fuente de explotación son los ríos y una restante que corresponde a las canteras.

En el cantón Espejo hay 2 minas una concesionada que se dedica a la explotación en canteras y otra no concesionada a la explotación en ríos.

Las 4 minas que están dentro del cantón Mira están distribuidas en 3 parroquias, la fuente de explotación principal son los ríos con el 75% de igual manera representa el mismo porcentaje a minas no concesionadas. La cabecera cantonal tiene el 50% de las minas con respecto al cantón es decir 2 las que no están concesionadas.

En la parroquia San Gabriel del cantón Montufar existen dos minas concesionadas y una no concesionada donde la fuente de explotación son las canteras.

En San Pedro de Huaca existen dos minas no concesionadas donde su fuente de explotación son las canteras, estas están ubicadas en la parroquia Mariscal Sucre y Huaca.

En la capital provincial, cantón Tulcán existen 8 minas, 3 concesionadas y 5 no concesionadas, en la cabecera cantonal existen 4, en Julio Andrade 3 y en Urbina 1, en todas estas la explotación se realiza de canteras.

El cantón Tulcán tiene el mayor número de minas con el 36.36% y los cantones Espejo y San Pedro de Huaca el 9.09%.

Tabla 28 Minas por tipo y fuente según cantón

Cantón	Concesionada		No concesionada		Total %
	Río	Cantera	Río	Cantera	
Bolívar	-	-	2	1	13.64
Espejo	-	1	1	-	9.09
Mira	1	-	2	1	18.18
Montufar	-	2	-	1	13.64
San Pedro de Huaca	-	-	-	2	9.09
Tulcán	-	3	-	5	36.36
TOTAL	1	6	5	10	-

5.11. CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS CRÍTICOS DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL

La provincia de Carchi presenta un total de 57 puntos críticos, de los 11 son de origen geológico, 13 de origen hidrogeológico, 30 por necesidad de mantenimiento y 3 por diseño geométrico. Los puntos críticos de origen geológico se muestran en mayor proporción en el cantón Bolívar y en la parroquia de Los Andes, en vías que interconectan parroquias rurales principalmente. Los puntos críticos de origen hidrogeológico se presentan principalmente en el cantón Espejo y en el cantón Mira, en las parroquias de San Isidro y Jijón y Caamaño, en vías que interconectan parroquias rurales entre sí y asentamientos humanos entre sí principalmente. Los puntos críticos originados por necesidad de mantenimiento se localizan, en mayor proporción, en los cantones Espejo, Mira y Montufar, en las parroquias de San Isidro, Jijón y Caamaño y San Gabriel, en vías que interconectan parroquias rurales entre sí, en vías que interconectan asentamientos humanos entre sí y en vías que conectan estatales con asentamientos humanos respectivamente.

La provincia muestra que principalmente en tres cantones se exponen puntos críticos, en Bolívar (16), Montufar (15) y Mira (11). En el cantón Bolívar, la parroquia San Vicente de Pusir es aquella que mayor puntos críticos muestra, sobretodo puntos críticos de tipo geológico localizados en vías que interconectan Parroquias rurales. Dentro del cantón Montufar el mayor tipo de puntos críticos que se presentan son generados por necesidad de mantenimiento; y se localizan, en mayor proporción, en la parroquia San Gabriel, en vías que interconectan asentamientos humanos.

El cantón Bolívar muestra que en mayor parte presenta puntos críticos de origen geológico (6); dentro de este cantón la parroquia que mayor proporción de puntos críticos muestra es la parroquia de San Vicente de Pusir (2), de origen geológico, que se localizan, principalmente, en vías que interconectan parroquias rurales.

Además de las parroquias ya mencionadas, las parroquias que muestran una cantidad de puntos críticos considerables son Los Andes (5), El Goaltal (4) y La Paz (5), donde la mayoría de ellos, de origen geológico y de necesidad de mantenimiento, se localizan en vías que interconectan parroquias rurales entre sí, estatales con asentamientos humanos y estatales con cabeceras parroquiales rurales.

Tabla 29 Puntos críticos por tipo según cantón

Cantón	Hidrogeológicos	Diseño geométrico	Geológicos	Mantenimiento
Bolívar	-	-	6	10
Espejo	3	1	-	5
Mira	5	-	-	6
Montufar	2	1	4	8
San Pedro de Huaca	2	1	-	1
Tulcán	1	-	1	-
TOTAL	13	3	11	30

5.12. CARACTERÍSTICAS DE LAS NECESIDADES DE CONSERVACIÓN VIAL

La provincia de Carchi muestra que, de los 1,680 km de vías levantados, 1,148 km de vialidad requieren un mantenimiento periódico, 16 un mantenimiento Rutinario y 515 km necesitan rehabilitación. La mayor cantidad de kilometraje de la vialidad que requiere mantenimiento periódico se localiza en los cantones de Bolívar (244), Montufar (282) y Tulcán (254). Los cantones en los que mayor cantidad de kilómetros requieren un mantenimiento rutinario son los de Mira (11) y Espejo (4). La vialidad que requiere rehabilitación se encuentra principalmente en los cantones de Espejo (112), Montufar (104) y Tulcán (110).

Las parroquias que muestran un kilometraje mayor con necesidad de mantenimiento periódico son Bolívar (82), Concepción (58) y Julio Andrade (100), en vías que conectan asentamientos humanos entre sí y parroquias rurales entre sí principalmente.

Las parroquias que poseen mayor kilometraje con necesidad de mantenimiento rutinario son Juan Montalvo (6) y Mira (4), en vías que conectan asentamientos humanos entre sí principalmente.

Las parroquias que presentan un kilometraje con mayor necesidad de rehabilitación son las parroquias de La Libertad (49) en vías que interconectan parroquias rurales, Mira (57) en vías que interconectan asentamientos humanos, San Gabriel (55) en vías que interconectan asentamientos humanos entre sí y Tulcán (41) en vías que interconectan cantones entre sí.

Tabla 30 Necesidades de conservación vial (km) según cantón

Cantón	Mantenimiento periódico	Mantenimiento rutinario	Rehabilitación
Bolívar	244.05	-	83.8
Espejo	136.69	4.48	112.63
Mira	185.64	11.51	80.46

Montufar	282.65	-	104.03
San Pedro de Huaca	45.13	0.62	24.64
Tulcán	254.02	-	110.26
TOTAL	1148.17	16.61	515.82

5.13. CARACTERÍSTICAS ECONOMICO - PRODUCTIVAS DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL

En la provincia del Carchi se registran los siguientes productos: leche, maíz, papa, aguacate, fréjol, arveja, cebada, quinua, avena y eucalipto (producción de madera). La mayoría de estos productos se encuentran en vías de tipo Asentamiento Humano - Asentamiento Humano y Parroquia Rural - Parroquia Rural.

En el cantón Bolívar se registran los siguientes principales productos: leche, aguacate, fréjol y arveja. Localizados principalmente en vías de tipo Parroquia Rural - Parroquia Rural y Asentamiento Humano - Asentamiento Humano.

En el cantón Espejo, se registra la leche y la papa como los principales productos, los cuales presentan mayor volumen de producción en vías de tipo Parroquia Rural - Parroquia Rural.

Por otro lado, en el cantón Mira, los productos que se registran son: leche, maíz y fréjol. Estos productos presentan mayor volumen en vías cuyo tipo de interconexión corresponde a Asentamiento Humano - Asentamiento Humano.

En el cantón Montufar, la leche y la papa son los principales productos; estos productos se presentan en vías de tipo Asentamiento Humano - Asentamiento Humano, Cabecera Parroquia Rural - Asentamiento, Parroquia Rural - Parroquia Rural, Vía Estatal - Asentamiento Humano, Vía Estatal - Cabecera Cantonal/Parroquial, en dónde las vías de tipo Parroquia Rural - Parroquia Rural son las que mayor volumen de producción presentan.

En el cantón San Pedro de Huaca, el principal producto es la leche, productos que predomina en todas las vías con tipo de interconexión Asentamiento Humano - Asentamiento Humano, Cabecera Parroquial Rural - Asentamiento Humano, Cantón - Cantón, Otros, Parroquia Rural - Parroquia Rural, Vía Estatal - Asentamiento Humano.

Finalmente, en el cantón Tulcán al igual que en el cantón San Pedro de Huaca, el principal producto es la leche, productos que predomina en todas las vías con tipo de interconexión Asentamiento Humano - Asentamiento Humano, Cabecera Parroquial Rural - Asentamiento Humano, Cantón - Cantón, Otros, Parroquia Rural - Parroquia Rural, Vía Estatal - Asentamiento Humano.

Tabla 31 Sectores productivos por tramos de vía según cantón (km)

Cantón	Agricultura	Agro-ganadería	Ganadería	Sin determinar
Bolívar	74.67	253.18	4.12	-
Espejo	-	244.17	2.62	5.51
Mira	26.28	248.71	-	-
Montufar	-	379.96	-	6.72
San Pedro de Huaca	-	70.39	-	-
Tulcán	-	349.58	8.77	5.92
TOTAL	100.95	1545.99	15.51	18.15

5.14. CARACTERÍSTICAS SOCIALES DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL

5.14.1. Tipo de población (concentrada o dispersa)

En la provincia de Carchi se localizan un total de 174 asentamientos humanos relacionados con la vialidad de competencia provincial de los cuales 80 son poblaciones de tipo concentrado y 94 de tipo disperso.

La mayor cantidad de poblaciones de tipo concentrada se localizan en los cantones de Bolívar (19) en vías que interconectan parroquias rurales, Espejo (11) en vías que interconectan parroquias rurales, Mira (12) en vías que interconectan asentamientos humanos y Montufar (24) en vías que interconectan parroquias rurales. Los asentamientos humanos de tipo disperso se localizan en mayor parte en los cantones de Bolívar (11), Montufar (23) y Tulcán (40) en vías que interconectan parroquias rurales principalmente.

Las parroquias que poseen mayor cantidad de poblaciones de tipo concentrada son Cristóbal Colón (7), en vías que interconectan parroquias rurales; la parroquia de La Libertad (6) en vías que interconectan parroquias rurales y la parroquia de San Gabriel (7) en vías que conectan estatales con asentamientos humanos.

Las parroquias que poseen mayor cantidad de poblaciones de tipo dispersa son Julio Andrade (18), San Gabriel (10) y Tulcán (10) en vías que interconectan asentamientos humanos entre sí, estatales con asentamientos humanos y parroquias rurales entre sí, principalmente.

Tabla 32 Tipo de población según cantón

Cantón	Concentrada	Dispersa	Asentamientos identificados	Población	Nº viviendas
Bolívar	19	11	30	17690	3533
Espejo	11	7	18	7765	1555
Mira	12	7	19	3130	737
Montufar	24	23	47	20645	3652

San Pedro de Huaca	6	6	12	6130	1180
Tulcán	8	40	48	14610	2904
TOTAL	80	94	174	69970	13561

5.14.2. Población total

En la provincia de Carchi existen 174 asentamientos humanos relacionados con la vialidad de competencia provincial donde los cantones que mayor presencia de poblaciones son Bolívar (30), Montufar (47) y Tulcán (48).

En el cantón Bolívar 12 poblaciones poseen menos de 240 habitantes, sobretodo en vías que interconectan parroquias rurales; 5 poblaciones poseen entre 240 y 500 habitantes en vías que interconectan parroquias rurales entre sí. Además, el cantón muestra 7 poblaciones con 1000 o más habitantes, sobretodo en vías que interconectan parroquias rurales.

Dentro del cantón Montufar existen 17 poblaciones que poseen menos de 240 habitantes, sobretodo en vías que interconectan parroquias rurales entre sí; 17 poblaciones poseen entre 240 y 500 habitantes en vías que interconectan parroquias rurales entre sí. Además, el cantón muestra 3 poblaciones entre 400 y 1,000 habitantes, sobretodo en vías que interconectan cantones entre sí y parroquias rurales entre sí principalmente.

En el cantón Tulcán 23 poblaciones poseen menos de 240 habitantes, sobretodo en vías que conectan cabeceras parroquiales rurales con asentamientos humanos y en vías que interconectan parroquias rurales entre sí; 18 poblaciones poseen entre 240 y 500 habitantes en vías que interconectan asentamientos humanos entre sí y parroquias rurales entre sí. Además, el cantón muestra 7 poblaciones con 500 o más habitantes, sobretodo en vías que interconectan parroquias rurales.

Tabla 33 Poblaciones en función del número de habitantes

Cantón	≤240	240 a 500	500 a 1000	>1000
Bolívar	12	7	7	4
Espejo	7	6	4	1
Mira	16	2	1	-
Montufar	17	21	7	2
San Pedro de Huaca	4	4	3	1
Tulcán	23	21	3	1

5.15. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ENTORNO DEL SISTEMA VIAL PROVINCIAL

La provincia de Carchi muestra 2,372 kilómetros de vías que conducen a proyectos de participación ciudadana, proyectos de evaluación de riesgos, riesgos potenciales, reservas naturales, pueblos de indígenas y actividades ambientales. Existen cerca de 184 km de vías que conducen a proyectos de participación ciudadana, 196 km que conducen a proyectos de evaluación de riesgos, 489 km de vías que conducen a riesgos potenciales, 196 km de vías que conducen a reservas naturales, 304 km de vías que conducen a pueblos indígenas, 942 km que

conducen a proyectos de reforestación y 61 km de vías que conducen a actividades ambientales.

Los cantones que poseen mayor presencia de kilómetros que conducen a proyectos de participación ciudadana son Bolívar (61) y Montufar (87), sobretodo en vías que conectan parroquias rurales de las parroquias de San Vicente de Pusir (21), García Moreno (25) y Cristóbal Colón (20), y vías que interconectan cabeceras parroquiales rurales con asentamientos humanos de la parroquia de San Gabriel (30).

La mayoría de kilómetros que conducen a proyectos de evaluación de riesgos se localizan en vías que conectan estatales con asentamientos humanos e interconectan estatales de las parroquias de La Paz (21) y Tufiño (33), de los cantones de Montufar (66) y Tulcán (84).

El cantón que posee mayor presencia de kilómetros que conducen a riesgos potenciales es Montufar (128), sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos de la parroquia de San Gabriel (62). Otro cantón que posee una cantidad considerable de kilómetros que conducen a riesgos potenciales es Bolívar (141), sobretodo en vías que interconectan parroquias rurales de la parroquia de Bolívar (51).

El cantón que poseen mayor presencia de kilómetros que conducen a reservas naturales es Montufar (97) sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos de la parroquia de San Gabriel (69).

El cantón que poseen mayor presencia de kilómetros que conducen a pueblos indígenas es Montufar (194) sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos de la parroquia de San Gabriel (121).

Los cantones que poseen mayor presencia de kilómetros que conducen a proyectos de reforestación son Montufar (228) sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos de la parroquia de San Gabriel (102), Bolívar (176) sobretodo en vías que interconectan parroquias rurales de la parroquia de Bolívar (49), principalmente.

Los cantones que poseen mayor presencia de kilómetros que conducen a actividades ambientales son Montufar (32) sobretodo en vías que interconectan asentamientos humanos de la parroquia de La Paz (21), Bolívar (28) sobretodo en vías que interconectan parroquias rurales de la parroquia de Bolívar (22), principalmente.

Tabla 34 Características ambientales en km según cantón

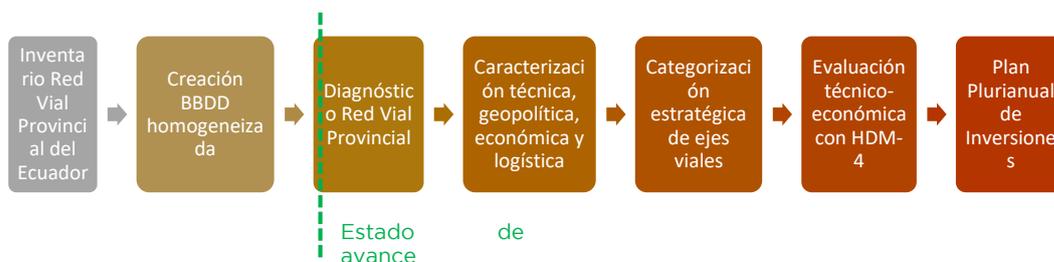
Cantón	Participación ciudadana	Evaluación de riesgos	Riesgos potenciales	Reservas naturales	Pueblos indígenas	Reforestación	Actividades ambientales
Bolívar	61.58	34.69	141.13	-	81.05	176.24	28.82
Espejo	-	-	29.09	55.22	6.62	154.65	-
Mira	-	-	64.57	4.37	-	159.93	-
Montufar	87.82	66.19	128.97	97.69	194.39	228.91	32.54
San Pedro de Huaca	6.49	10.82	15.69	10.82	22.19	46.62	-
Tulcán	27.56	84.45	109.58	28.23	-	175.79	-
TOTAL	183.45	196.15	489.03	196.33	304.25	942.14	61.36

6. DIAGNÓSTICO VIAL PROVINCIAL

En el presente apartado, se describen los resultados del diagnóstico de la Red Vial Provincial que se ha llevado a cabo. Esta etapa forma parte de la metodología global del proyecto, ya que permite conocer de forma precisa el estado actual de la Red, lo que permite contextualizar y enmarcar las necesidades futuras.

El diagnóstico de la Red Vial Provincial se realiza a partir de la homogeneización y homologación de la BBDD de inventario de la Red Vial Provincial. Para contextualizar esta fase de forma global en el conjunto del proyecto, puede observarse la siguiente figura.

Figura 5. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Diagnóstico de la Red Vial Provincial. Elaboración propia.



6.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CONECTIVIDAD VIAL CON LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS JERARQUIZADOS

En la provincia de Carchi, 678.73 km de vías se han catalogado como medianamente accesibles a los centros poblados, lo cual corresponde al 87%; 91.89 km de vías se han clasificado como accesibles, representando un 12%; y 8.67 km de vías han sido denominadas como inaccesibles por su capa de rodadura y estado, lo cual corresponde al 1%. Por lo tanto, se concluye que en la provincia existe una conectividad median entre poblados, dado el porcentaje de vías encontrado en esta categoría.

En el cantón Bolívar se observa que existen vías medianamente accesibles y accesibles, con un 92% y 8%, respectivamente; destacando la parroquia Bolívar con el mayor kilometraje en vías de accesibilidad media (33.21 km).

En el cantón Espejo, la mayoría de ellas corresponden a la categoría medianamente accesible (36.56 km), seguidas por las de tipo accesible (14.70 km). Destaca las parroquias El Ángel y El Goaltal con el mayor kilometraje en vías medianamente accesibles; mientras que se aprecia que ninguna parroquia tiene vías inaccesibles.

En el cantón Mira, se aprecia la existencia de vías medianamente accesibles y accesibles, las cuales sumadas hacen 100.68 km y 18.64 km, respectivamente. Sobresalen las parroquias Jijón y Caamaño y Concepción con la mayor cantidad de vías medianamente accesibles.

En el cantón Montufar existen 161.15 km de vías medianamente accesibles (85%), 19.16 km de vías inaccesibles (10%) y 8.67 km de vías accesibles (5%). San Gabriel es la parroquia que mayor número de km de vías medianamente accesibles tiene en este cantón; mientras que Fernández Salvador, La Paz y Piartal no poseen vías inaccesibles.

En el cantón San Pedro de Huaca se observa que existen vías medianamente accesibles y accesibles con kilometrajes de 39.11 km y 5.84 km, respectivamente. La parroquia Huaca es aquella con el kilometraje más alto en vías de accesibilidad media.

Y, por último, el cantón Tulcán posee un 90% de vías medianamente accesibles y un 10% de inaccesibles. Dentro de las medianamente accesibles, destaca la parroquia Julio Andrade con el mayor kilometraje.

Tabla 35 Accesibilidad a los asentamientos en %

Cantón	Accesibles	Medianamente Accesibles	Inaccesibles
Bolívar	8	92	-
Espejo	29	71	-
Mira	16	84	-
Montufar	5	85	10
San Pedro de Huaca	13	87	-
Tulcán	-	90	10

6.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACCESIBILIDAD A LAS ZONAS PRODUCTIVAS

La provincia de Carchi cuenta en su mayoría con vías con una alta producción con 1028.74 km, seguido de vías con una media producción con 358.72 km y finalmente con vías con una baja producción con 293.14 km. De las vías con producción alta, 98.88 km son accesibles, 40.56 km son inaccesibles y 889.30 km son medianamente accesibles.

Al analizar la producción y conectividad en cada uno de los cantones, se encontró que en el cantón Bolívar la mayor cantidad de vías tienen una producción baja con 154.15 km, en los cuales, la mayoría son medianamente accesibles con 154.15 km y se encuentran en mayor número en la parroquia Bolívar con 35.66 km. Las vías del cantón Espejo en su mayoría tienen una producción alta con 189.47 km; de estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 162.25 km, y se encuentran en mayor número en la parroquia La Libertad con 69.15 km. Las vías del cantón Mira en su mayoría tienen una producción media con 102.43 km; de

estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 73.65 km, y se encuentran en mayor cantidad en la parroquia Concepción con 30.68 km.

Las vías del cantón Montufar en su mayoría tienen una alta producción con 287.11 km; de estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 238.44, y se encuentran en mayor número en la parroquia San Gabriel con 118.58 km. Las vías del cantón San Pedro de Huaca en su mayoría tienen una alta producción con 56.04 km; de estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 54.14 km, y se encuentran en mayor número en la parroquia Huaca con 38.38 km. Finalmente, las vías del cantón Tulcán en su mayoría tienen una alta producción con 318.08 km; de estas vías, la mayor cantidad son medianamente accesibles con 287.83 km, y se encuentran en mayor número en la parroquia Orejuela con 99.11 km.

6.3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACCESIBILIDAD DE LA POBLACIÓN A LOS SERVICIOS SOCIALES DE EDUCACION Y SALUD

En la provincia de Carchi se puede apreciar que el 85% corresponde a vías de tipo medianamente accesible hacia los servicios analizados, el 14% hace referencia a las vías accesibles y el 1% restante son vías inaccesibles. Por lo tanto, se concluye que, en términos generales, esta provincia está calificada con una accesibilidad media a los servicios ofertados. A continuación, se realizará un análisis a nivel cantonal.

El cantón Bolívar muestra que existen vías de tipo medianamente accesibles en un 85%, sumando 107.78 km; con un 12% se encuentran las vías accesibles y un 3% las inaccesibles. García Moreno, Monte Olivo y Los Andes son las parroquias que destacan por su cantidad de km en vías medianamente accesibles hacia los servicios.

Espejo posee el 66% de vías medianamente accesibles y el 34% son accesibles. La parroquia que destaca es El Ángel, por tener los valores más altos de kilometraje en accesibilidad media. Este cantón no posee vías inaccesibles.

En el cantón Mira se identificó vías de tipo medianamente accesible (112.33 km - 83%), accesible (20.10 km - 15%) e inaccesible (2.96 km - 2%). La parroquia Concepción es la que mayor kilometraje posee en este cantón en cuanto a la categoría medianamente accesible.

Montufar muestra ser un cantón en donde destaca la accesibilidad media a sus servicios con un porcentaje del 86%; mientras que el 12% son vías accesibles y el 2% son inaccesibles. La parroquia San Gabriel es la que mayormente destaca por su alto kilometraje y la parroquia Cristóbal Colón es la que posee las vías inaccesibles en este cantón.

En el cantón San Pedro Huaca se aprecia que existe un 83% de vías medianamente accesibles y un 17% de accesibles. Este cantón no posee vías inaccesibles. La parroquia con el mismo nombre es la que tiene el mayor número de km en cuanto a vías medianamente accesibles.

Dentro de uno de los cantones más importantes de la provincia, Tulcán, se observa que los porcentajes de vías medianamente accesibles y accesibles son del 90% y 10%, respectivamente; mientras que no existen vías inaccesibles hacia centros de salud y educación. Dentro de las medianamente accesibles, la mayor cantidad de km pertenece a la parroquia Julio Andrade.

Tabla 36 Accesibilidad a servicios de educación y salud por cantón en %

Cantón	Accesibles	Medianamente Accesibles	Inaccesibles
Bolívar	12	85	3
Espejo	34	66	-
Mira	15	83	2
Montufar	12	86	2
San Pedro de Huaca	17	83	-
Tulcán	10	90	-

7. CARACTERIZACIÓN LOGÍSTICA

7.1. INTRODUCCIÓN

El proceso productivo de una determinada área, provincia o país está sujeto a múltiples variables. Influyen los costes de distribución, comercialización, generales, administración, etc. De esta forma, uno de estos factores más relevantes es el coste de distribución de las materias primas, productos en proceso y productos finales, a través de la red de transporte existente (fluvial, ferroviaria, carretera, etc.). Estos costes de distribución dependen de los vehículos de transporte, de las instalaciones fijas de procesamiento y distribución, así como de la calidad de la red de transporte existente. Por poner un ejemplo de la repercusión de estos costes, en Martínez y Barea (2001), se argumenta que alrededor del 60% del coste total de producción de productos lácteos y derivados, se debe a costes logísticos.

Se debe reflexionar entonces sobre la necesidad de establecer una red de transporte eficiente, donde la infraestructura desempeñe un papel facilitador y no un obstáculo para alcanzar objetivos.

Se presenta en este sentido una oportunidad de “modelar” la red de transporte existente, de forma que se minimicen los costes de distribución, aumentando los beneficios de los agentes privados y particulares y favoreciendo el desarrollo económico.

7.1.1. Objetivo

El objetivo de este análisis es obtener una categorización de la red de carreteras provinciales atendiendo a criterios de productividad logística. Dicha priorización la marcarán los criterios aplicados y desarrollados en este documento.

7.1.2. Alcance

A partir de la información sobre la infraestructura logística de la provincia, se realizará una sistematización para poder evaluar la importancia asociada que deben tomar las vías y poder diseñar así una estrategia provincial que produzca un mejoramiento de la conectividad de la producción, así como un incremento de la competitividad de las provincias.

La elaboración de la Estrategia Provincial irá orientada a la definición de corredores o ejes viales estratégicos, categorizados de la siguiente manera:

- Estratégicos
- Secundarios
- Otros (resto de la red)

7.2. METODOLOGÍA

En primer lugar, es preciso recordar la metodología general del proyecto y sus fases y poder contextualizar el presente apartado. De forma resumida, hasta este momento se han llevado a cabo los siguientes procesos: inicialmente se realizó un Inventario de la Red Vial Provincial del Ecuador; a partir de este inventario de atributos físicos, económico-productivos, sociales y ambientales, se realizó una BBDD (Base de Datos) homologada, de manera que se estableció la misma estructura entidad-relación y diccionario de datos de forma homogeneizada; por último, se realizó un diagnóstico de la Red Vial Provincial, para evaluar el estado actual de la misma. Llegados a este punto, para cumplir con los objetivos del proyecto, es necesario abordar la fase de **Caracterización técnica, geopolítica, económica, social y logística de la Red Vial Provincial** (en adelante caracterización logística), con el objetivo de satisfacer los lineamientos de la Estrategia Provincial. En la siguiente figura, se describe el estado de avance de la metodología global del proyecto en cuanto al presente apartado.

Figura 6. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Caracterización logística. Elaboración propia.



Esta fase se realiza principalmente a partir de análisis GIS y viaja a través de varias etapas operativas, las cuales se describen a continuación.

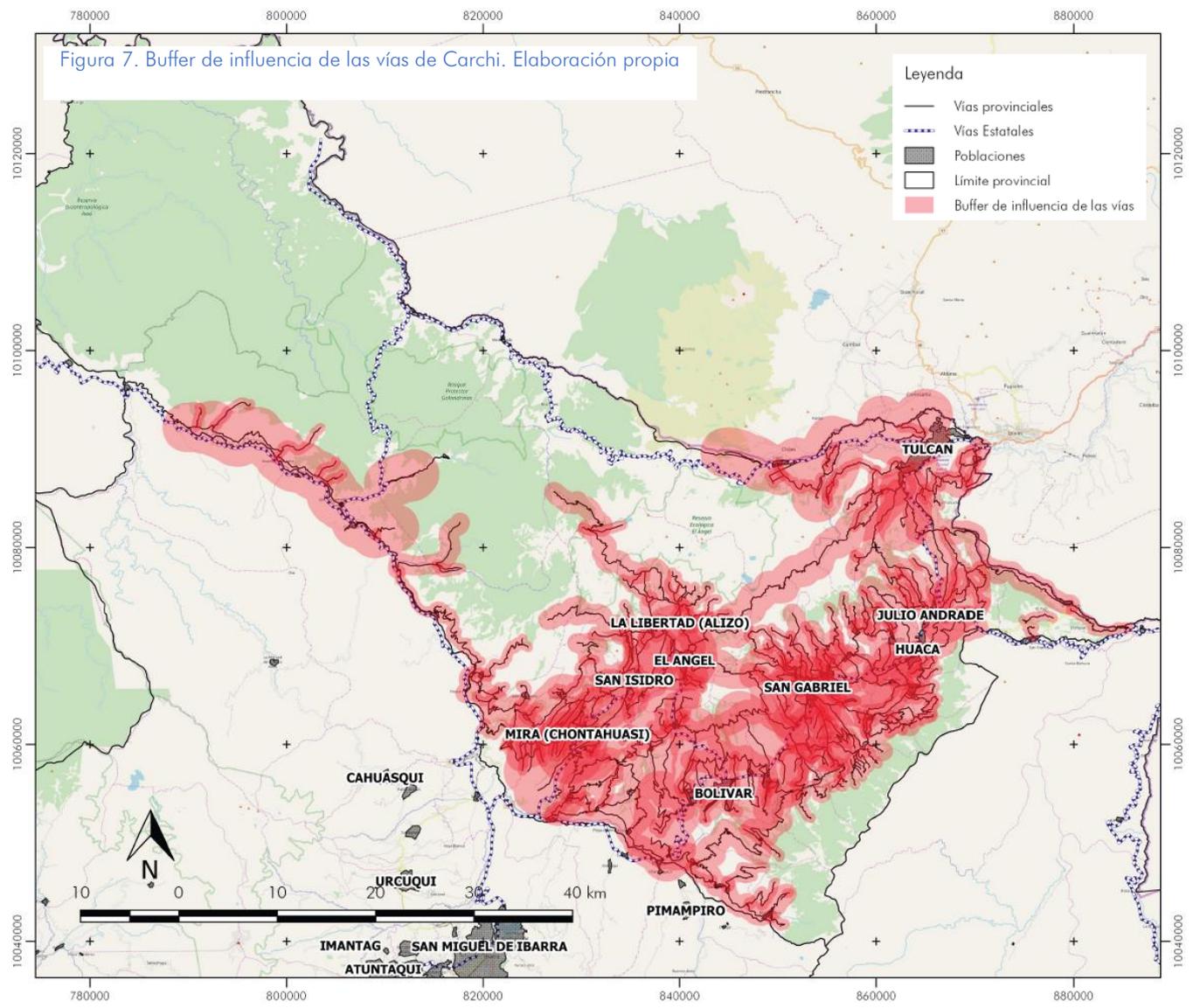
7.2.1. Análisis de la infraestructura logística de la provincia

En primer lugar, se realiza un análisis de la información de partida, facilitada por CONGOPE, con información del MAGAP y de otras Instituciones Públicas del Ecuador. Dicha información se encuentra en formato shape, por lo que la metodología debe enfocarse en esta dirección, a través de análisis GIS.

Además, la falta de número de viajes, rutas y orígenes y destinos georreferenciados de la malla productiva llevó a la determinación de que el método óptimo para la caracterización logística de las vías debe de ser mediante una asignación por vinculación geográfica de la cantidad de actividades/infraestructuras logísticas a cada tramo homogéneo, dato de partida producto de la categorización técnica y geopolítica. Con esto se consigue un conteo que, después de ser ponderado, otorga un peso logístico a cada tramo.

Para ello, es necesario previamente realizar una homogeneización de la información atributiva asociada a la información geométrica de las vías. Esto facilita las operaciones vectoriales entre capas.

A continuación, se procede a dividir los archivos de las vías de las provincias en función de su tipología, para poder crear buffers de influencia atendiendo precisamente a esta categorización. Es decir, a mayor importancia de la vía, mayor deberá ser el radio de influencia de esta. Posteriormente, a partir de estas nuevas capas vectoriales se crea otra con la unificación de todos los buffers para cada provincia. Los criterios establecidos se exponen en el apartado sucesivo. El resultado puede observarse en la siguiente figura, para un mayor detalle consultar los mapas recogidos en el anexo 3 “Mapas”.



Posteriormente, se crean nuevas capas vectoriales atendiendo a los indicadores productivos de cada actividad/infraestructura. Estos indicadores productivos se encuentran en parte de la información inicial (tanto áreas de explotación como volumen/cantidad de producción/almacenamiento). Los criterios para establecer el peso de cada actividad se encuentran expuestos en el apartado sucesivo.

Las infraestructuras como puertos de carga, puertos fluviales, aeropuertos y estaciones de transporte, se analizan de manera independiente ya que, la influencia de estos depende del volumen de pasajeros/mercancías transportados. En este tipo de instalaciones se producen rupturas de carga de mercancía que llega de muchos orígenes y se distribuye a múltiples destinos. Es por ello por lo que se establecen buffers de influencia a partir de esta información. Para el análisis de la información de poblaciones también se realiza un estudio independiente a nivel nacional, lo que permite establecer influencia de poblaciones de provincias colindantes. Los criterios establecidos se muestran en el apartado sucesivo. El resultado se muestra en la siguiente figura, para mayor detalle consultar los mapas recogidos en el Anexo 3 “Mapas”.

Una vez creadas y homogeneizadas todas las capas vectoriales, se procede a la creación de la matriz logística (como tabla atributiva asociada a la información geométrica de los tramos) mediante operaciones de relaciones espaciales entre las capas.

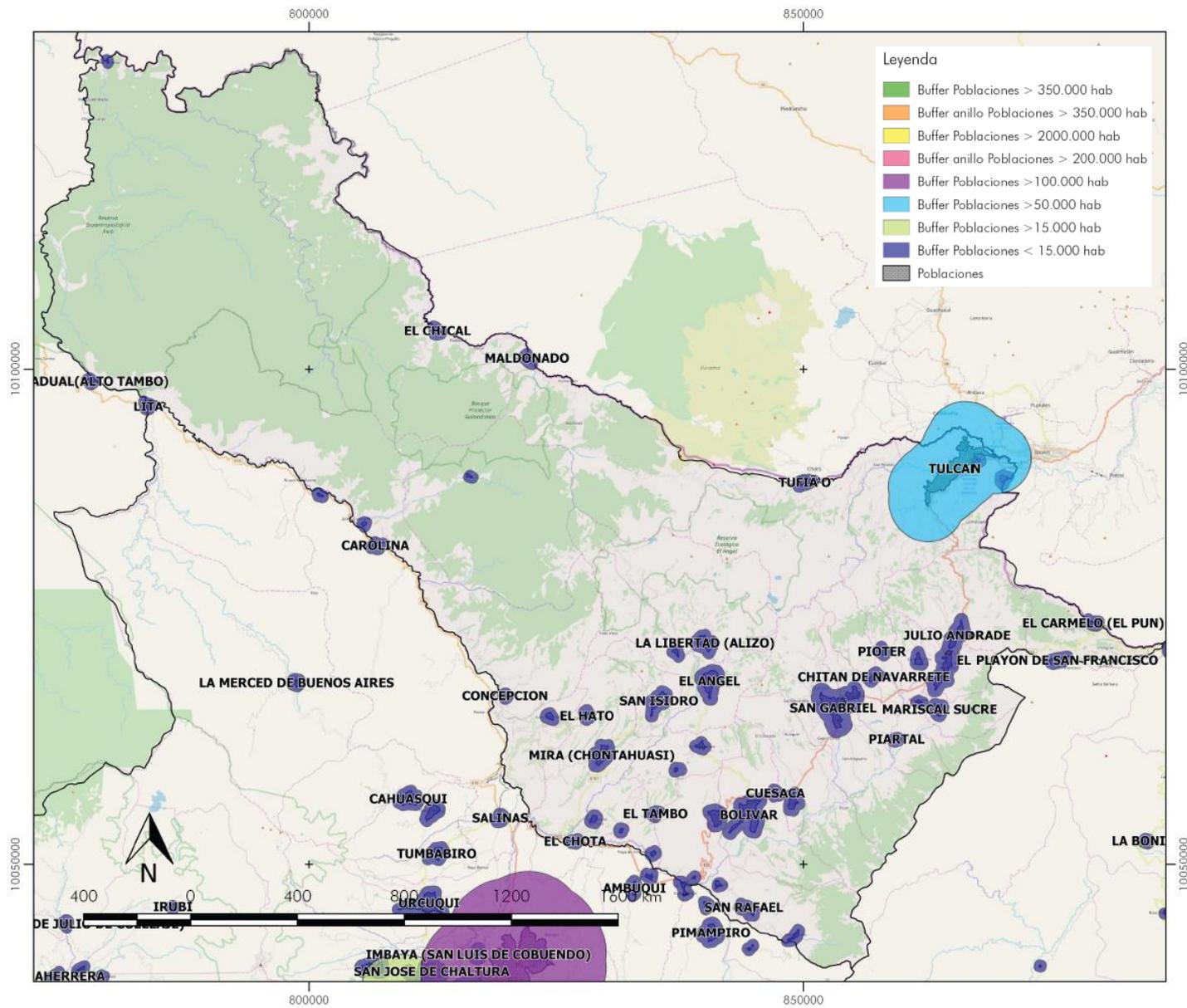
Los resultados se exportan a Excel, donde se asignan los pesos logísticos necesarios para la obtención del vector de categorización logística de cada tramo. Todo ello se denomina Matriz Multicriterio. Con la Matriz Multicriterio es posible analizar los tramos de vías resultantes de la homogeneización de la base de datos, atendiendo a cada criterio. Para ello se emplea la siguiente formulación conceptual:

$$IL_{tr} = C_{tr} \times \sum_{i,j} \left\{ K_i \times M_j \times \frac{e_{tri}}{e_{Ti}} \right\}$$

Donde:

- IL_{tr} = Peso logístico del tramo **tr**.
- C_{tr} = Coeficiente por tipo de carretera.
- K_i = Peso logístico de la actividad/infraestructura **i**
- M_j = Indicador de producción **j**
- e_{tri} = Conteo de actividades/infraestructuras del tipo **i** asociadas al tramo **tr**.
- e_{Ti} = Conteo total de actividades del tipo **i**.

Figura 8. Buffer de influencia de las poblaciones en la provincia de Carchi. Elaboración propia



7.2.2. Criterios de ponderación

7.2.2.1. Criterio 1: Tipo de Vía

La tipología de la vía atiende a un criterio de clasificación meramente administrativo y define las vías como red de comunicación entre provincias, cantones, parroquias y/o asentamientos humanos de diversa índole y población. Es por este motivo, que se ha estimado conveniente utilizar esta clasificación para establecer las áreas de influencia de las vías, cuya explicación se llevará a cabo en el capítulo siguiente. En la siguiente tabla se recoge la clasificación de las vías, con un código asignado, así como los buffers de influencia que se han establecido para la asignación geométrica de atributos logísticos. Los buffers de influencia se han establecido atendiendo a criterios cualitativos. También se aprecia el peso (influencia) establecido para cada tipo de vía.

Tabla 37. Buffers y pesos de los tipos de vía. - Fuente: CONGOPE, MAGAP.
Elaboración propia

ID tipo Vía	Tipo de Vía	Buffer influencia (m)	PESO (%)
1	INTERCONEXIÓN PROVINCIA - PROVINCIA	5000	30%
2	INTERCONEXIÓN CANTÓN - CANTÓN	1500	10%
3	INTERCONEXIÓN PARROQUIA - PARROQUIA	1000	8%
4	INTERCONEXIÓN CABECERA PARROQUIAL - ASENTAMIENTO HUMANO	500	6%
5	INTERCONEXIÓN ASENTAMIENTO HUMANO - ASENTAMIENTO HUMANO	500	5%
6	INTERCONEXIÓN VIA ESTATAL - CABECERA CANTONAL	3500	25%
7	INTERCONEXIÓN VIA ESTATAL - CABECERA PARROQUIAL	2500	15%
8	INTERCONEXIÓN VIA ESTATAL - ASENTAMIENTO HUMANO	2500	15%
9	OTRAS	200	1%

7.2.2.2. Criterio 2: Infraestructura Logística

Se trata de la información logística recopilada, enviada por CONGOPE, que ha sido analizada y homogeneizada para poder efectuar las operaciones oportunas para su correcta inclusión en la matriz logística. Se ha realizado una distinción de cada una de ellas atendiendo a la producción de cada elemento. La agrupación se ha realizado estableciendo los indicadores productivos que incluía la información de partida. Esta información se muestra en la siguiente tabla, donde se pueden observar los campos:

- Actividad: Nombre de la actividad/infraestructura logística numerada por orden de ejecución.
- Indicador Productivo: clasificación de la infraestructura atendiendo al volumen/tamaño de producción.
- Código: Código de identificación asignado para la simplificación de la ejecución de la matriz logística.
- Peso actividad: Peso otorgado a la actividad infraestructura logística, sobre 100.

- Multiplicador indicador productivo: Coeficiente de ponderación por tamaño productivo.

Tabla 38. Pesos y multiplicadores de la infraestructura logística. - Fuente: CONGOPE, MAGAP. Elaboración propia.

ACTIVIDAD	INDICADOR PRODUCTIVO	CÓDIGO	PESO ACTIVIDAD	MULTIPLICADOR INDICADOR PRODUCTIVO
01.CENSO PALMICULTOR	PEQUEÑO	pal_peq	4,00%	0,25
	MEDIANO	pal_med		0,5
	GRANDE	pal_gran		1
02.CATASTRO BANANERO	MUY PEQUEÑO	ban_mpeq	4,00%	0,1
	PEQUEÑO	ban_peq		0,25
	MEDIANO	ban_med		0,5
	GRANDE	ban_gran		0,75
	MUY GRANDE	ban_mgran		1
03.CATASTRO FLORÍCOLA	PEQUEÑO	flo_peq	4,00%	0,25
	MEDIANO	flo_med		0,5
	GRANDE	flo_gran		1
04.CENSO PORCÍCOLA	PEQUEÑO	por_peq	4,00%	0,25
	MEDIANO	por_med		0,5
	GRANDE	por_gran		0,75
	MUY GRANDE	por_mgran		1
05.CENSO AVÍCOLA	MUY PEQUEÑO	avi_mpeq	4,00%	0,1
	PEQUEÑO	avi_peq		0,25
	MEDIANO	avi_med		0,5
	GRANDE	avi_gran		0,75
	MUY GRANDE	avi_mgran		1
06.AGROTURISMO	UNIDAD	agt_ud	0,00%	1
07.CANASTA	UNIDAD	can_ud	1,00%	1
08.FERIA	UNIDAD	fer_ud	1,00%	1

09.TIENDA	UNIDAD	tien_ud	0,50%	1
10.VENTA EN FINCA	UNIDAD	vfin_ud	0,50%	1
11.ACOPIO GANADO	UNIDAD	agan_ud	1,00%	1
12.ACOPIO LECHE	Información disponible no	alech_ndis	1,00%	0,1
	PEQUEÑO	alech_peq		0,25
	MEDIANO	alech_med		0,5
	GRANDE	alech_gran		0,75
	MUY GRANDE	alech_mgran		1
13.ALIMENTOS BALANCEADOS	MUY PEQUEÑO	albal_mpeq	0,50%	0,1
	PEQUEÑO	albal_peq		0,25
	MEDIANO	albal_med		0,5
	GRANDE	albal_gran		0,75
	MUY GRANDE	albal_mgran		1
14.FAENAMIENTO	UNIDAD	faen_ud	1,00%	1
15.EXTRACTORA ACEITE	PEQUEÑO	exac_peq	2,00%	0,25
	MEDIANO	exac_med		0,5
	GRANDE	exac_gran		1
16.INDUSTRIA LACTEA	MUY PEQUEÑO	ilech_mpeq	2,00%	0,1
	PEQUEÑO	ilech_peq		0,25
	MEDIANO	ilech_med		0,5
	GRANDE	ilech_gra		0,75
	MUY GRANDE	ilech_mgran		1
17.INGENIO AZUCARERO	MUY PEQUEÑO	inaz_mpeq	2,00%	0,1
	PEQUEÑO	inaz_peq		0,25
	MEDIANO	inaz_med		0,5
	GRANDE	inaz_gran		0,75

	MUY GRANDE		inaz_mgran		1
18.MOLINO EMPRESARIAL	MUY PEQUEÑO		mole_mpeq	2,00%	0,1
	PEQUEÑO		mole_peq		0,25
	MEDIANO		mole_med		0,5
	GRANDE		mole_gran		0,75
	MUY GRANDE		mole_mgran		1
19.INSEMINACION ARTIFICIAL	PEQUEÑO		insar_peq	1,00%	0,25
	MEDIANO		insar_med		0,5
	GRANDE		insar_gran		1
20.PILADORA	MUY PEQUEÑO		pila_mpeq	3,50%	0,1
	PEQUEÑO		pila_peq		0,25
	MEDIANO		pila_med		0,5
	GRANDE		pila_gran		0,75
	MUY GRANDE		pila_mgran		1
21.PASTOS Y FORRAJES	Información disponible	no	pyfo_ndis	0,50%	0,1
	PEQUEÑO		pyfo_peq		0,25
	MEDIANO		pyfo_med		0,5
	GRANDE		pyfo_gran		0,75
	MUY GRANDE		pyfo_mgran		1
22.AEROPUERTOS	UNIDAD		aero_ud	5,00%	1
23.MERCADOS URBANOS	UNIDAD		murb_ud	2,00%	1
24.ESTACION PESAJE	UNIDAD		epes_ud	0,50%	1
25.ESTACION PEAJE	UNIDAD		epea_ud	0,00%	1
27.FERIA GANADERA	UNIDAD		fgan_ud	1,00%	1
28.PASOS FRONTERIZOS	UNIDAD		pfro_ud	1,00%	1
30.PUERTO FLUVIAL	UNIDAD		pflu_ud	3,00%	1
31.ALMACENES SINAGAP	UNIDAD		asin_ud	2,00%	1

33.CONEXION ESTATAL	RED	UNIDAD	cest_ud	8,00%	1
34.CENTRO SALUD		UNIDAD	csal_ud	8,00%	1
35.CENTRO EDUCACION		UNIDAD	cedu_ud	8,00%	1
36.SERVICIOS SOCIALES		UNIDAD	ssoc_ud	5,00%	1
26.ESTACION TRANSPORTE		UNIDAD	etra_ud	4,00%	1
29.PUERTO CARGA		UNIDAD	pcar_ud	5,00%	1

7.2.2.3. Criterio 3: Población

Otro criterio relevante, por su influencia en la matriz logística, es la concentración de población en núcleos urbanos. Se ha de tener en cuenta, que se trata de centros de generación de viajes, y ocupan una posición predominante como origen y destino de los procesos productivos de las provincias y del país. Las vías cercanas a las concentraciones de población se han de priorizar, debido a la existencia y/o potencialidad de tráfico de mercancías y pasajeros. Es por ello que, se han establecido unos buffers variables de influencia de los núcleos urbanos, proporcionales a la población, distinguiendo las siguientes categorías:

- Categoría 1: Poblaciones > 350.000 habitantes. Buffer interior y buffer exterior.
- Categoría 2: Poblaciones > 200.000 habitantes. Buffer interior y buffer exterior.
- Categoría 3: Poblaciones > 100.000 habitantes. Buffer único.
- Categoría 4: Poblaciones > 50.000 habitantes. Buffer único.
- Categoría 5: Poblaciones > 15.000 habitantes. Buffer único.
- Categoría 6: Poblaciones < 15.000 habitantes. Buffer único.

Tabla 39. Multiplicadores de vías próximas a poblaciones. - Fuente: CONGOPE, MAGAP. Elaboración propia

Código	Vías	Multiplicador del Peso Logístico
pob_1a	vías cercanas* a Poblaciones > 350.000 habitantes	1,00
pob_2a	vías cercanas a Poblaciones > 200.000 habitantes	0,60
pob_1b	vías en las proximidades de Poblaciones > 350.000 habitantes	0,70
pob_2b	vías en las proximidades de Poblaciones > 200.000 habitantes	0,50

pob_3	vías cercanas a Poblaciones >100.000 habitantes	0,40
pob_4	vías cercanas a Poblaciones >50.000 habitantes	0,30
pob_5	vías cercanas a Poblaciones >15.000 habitantes	0,20
pob_6	vías cercanas a Poblaciones <15.000 habitantes	0,10

*Entendiendo como cercanas aquellas incluidas en un radio interno de influencia, y como próximas aquellas situadas entre este primer radio interno y otro externo.

Paralelamente, se crearon nuevas capas vectoriales atendiendo a los indicadores productivos de cada actividad/infraestructura. Estos indicadores productivos se encontraron en parte de la información inicial (ya fuera como áreas de explotación o como volumen/cantidad de producción/almacenamiento). Para aquellas actividades que no disponían de indicadores productivos, pero sí de volúmenes o áreas, se estableció una categorización lógica (Recogida en la tabla del capítulo anterior).

Las infraestructuras como puertos de carga, puertos fluviales, aeropuertos y estaciones de transporte, se analizaron independientemente ya que, se consideró que la influencia de estos dependía del volumen de pasajeros/mercancías transportados. En este tipo de instalaciones se producen rupturas de carga de mercancía que llega de muchos orígenes y se distribuye a múltiples destinos. Es por ello por lo que se han establecido unos buffers de influencia a partir de esta información (siempre que se dispusiera de ella).

8. PROYECCIÓN ESTRATÉGICA DEL PLAN

8.1. VISIÓN

De contar con los recursos necesarios en 2023 el Gobierno Provincial contará con un sistema vial provincial de calidad, eficiente, sostenible y seguro, que brinde una adecuada integración y articulación territorial, que apoye al desarrollo productivo, económico y social de la provincia, que sea equitativo y ambientalmente sostenible, que sea confiable y asegure una rápida accesibilidad a todos los ciudadanos, y principalmente que sea constituya como el eje fundamental del modelo de desarrollo económico de la provincia.

8.2. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

- Elevar la calidad del servicio del sistema vial provincial, garantizando una operación adecuada, elevando, en promedio, la calidad del servicio de las vías y redes viales cantonales / parroquiales.
- Mejorar la competitividad provincial mediante la reducción de costos de transporte y tiempos de viaje, así como brindando una mayor accesibilidad a las zonas de producción. Priorizar corredores y ejes viales productivos, así como su interconexión a mercados.
- Brindar mayor accesibilidad e integración interna, mejorando la cobertura de la red vial provincial, principalmente a zonas de menor desarrollo y a centros de servicios mejorando su inclusión social.

- Conservar el patrimonio vial provincial mediante políticas de conservación vial que otorgue prioridad al mantenimiento preventivo, considerando que éste es una actividad eficaz para la preservación de las inversiones efectuadas y garantizar una transitabilidad adecuada en la red vial provincial.
- Reducir el impacto ambiental del sistema vial provincial y de las intervenciones nuevas en proyectos de inversión en la provincia.
- Mejorar el nivel de seguridad en la red vial provincial, mediante una señalización y demarcación adecuada para prevenir la accidentabilidad.

8.3. **POLÍTICAS DE INTERVENCIÓN**

- Eficiencia del servicio. - mejorar la calidad del servicio y brindar accesibilidad a centros poblados y centros de producción, así como reducir los costos de transporte, lo que favorece la actividad económica y el desarrollo provincial.
- Racionalizar y jerarquizar los distintos ejes viales estratégicos en que debe estructurarse el sistema vial provincial.
- Apoyo a las actividades económicas y productivas de la provincia. - Mejorar los accesos a las áreas para utilizar sus recursos naturales, facilitar el traslado de insumos y productos de los procesos productivos incluyendo las actividades turísticas. Apoyar el desarrollo de corredores productivos y comerciales de la provincia.
- Desarrollo armónico del territorio. - apoyo a la organización del espacio físico provincial por medio de la malla vial y corregir la descompensación que aun existan. Mejorar y aumentar el número de puntos de unión con la red vial estatal, lo que integra la provincia en el conjunto territorial nacional. Mejorar la accesibilidad de los núcleos de población potenciando la función de centros poblados de suministro de servicios, así como a la capital provincial y centros más importantes.
- Inclusión y equidad social. - aproximando la sociedad rural a la urbana e intentando cambiar la tendencia de la evolución de la población en los últimos tiempos mediante una accesibilidad adecuada. Contribuir a la mejora de la calidad de vida favoreciendo su integración física e integración provincial, regional y nacional. Mejorar la seguridad vial en el conjunto del sistema vial provincial.
- Organización y gestión. - elaborar un instrumento de gestión que permita al Gobierno Provincial, ordenar y planificar actuaciones estratégicas mediante programas de inversiones acorde con la necesidad de la provincia.
- Empleo de tecnologías acordes con las necesidades y requerimientos. - mejoramiento del sistema vial provincial, acorde con los niveles de tráfico existente y su proyección respecto a la dinámica provincial. Adecuar las características geométricas de las calzadas y la superficie de rodadura de las vías al tráfico y las limitaciones que pueda imponer la topografía.
- Medio Ambiente. - integrar los intereses económicos, sociales y ambientales en la gestión vial de la provincia, pilares que deben reforzarse mutuamente para garantizar el desarrollo sostenible. Reducir los impactos negativos que se

puedan producir con los nuevos proyectos viales especialmente en espacios naturales protegidos.

9. CATEGORIZACIÓN ESTRATÉGICA DE EJES VIALES

9.1. METODOLOGÍA

En primer lugar, es preciso recordar la metodología general del proyecto y sus fases para poder contextualizar el presente apartado. De forma resumida, hasta este momento se han llevado a cabo los siguientes procesos: inicialmente se realizó un Inventario de la Red Vial Provincial del Ecuador; a partir de este inventario de atributos físicos, económico-productivos, sociales y ambientales, se realizó una BBDD (Base de Datos) homologada, de manera que se estableció la misma estructura entidad-relación y diccionario de datos de forma homogeneizada; posteriormente se realizó un diagnóstico de la Red Vial, para evaluar el estado actual de la misma; por último, a partir de análisis GIS, se realizó una caracterización técnica, geopolítica, económica y logística, con el objetivo de evaluar la importancia global (peso) de cada una de las vías y tramos viales que conforman la Red. Llegados a este punto, en la presente fase se llevará a cabo una categorización estratégica de ejes viales, agrupando las vías en tres grupos específicos (corredores prioritarios estratégicos, corredores secundarios y otras vías), para poder llevar a cabo la Estrategia Provincial y satisfacer los lineamientos estratégicos y políticas de inversión. En la siguiente figura, se describe el estado de avance de la metodología global del proyecto en cuanto al presente apartado.

Figura 9. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Categorización estratégica de ejes viales. Elaboración propia.



La matriz multicriterio elaborada (descrita en el apartado anterior), ha asignado a cada tramo homogéneo de la red provincial un peso logístico en función de los criterios previamente indicados. Esto supone la caracterización técnica, geopolítica, económica, social y logística de la red vial (en adelante caracterización logística) y sirve como base para la categorización de la red vial.

Con los resultados obtenidos de la caracterización de la red vial se clasifican las carreteras de acuerdo con su importancia logística en:

- Importancia logística muy alta
- Importancia logística alta
- Importancia logística media
- Importancia logística baja
- Importancia logística muy baja

Esta importancia logística se define por la comparación del valor de peso logístico de cada carretera con el máximo a nivel provincial. Para el cálculo de este máximo se excluyen los valores extremos de peso logístico, es decir, aquellos que son significativamente mayores que el resto. Estos valores extremos constituyen la clasificación “importancia logística muy alta” y su comparación con el valor máximo representativo de la provincia será mayor al 100%.

Tienen una importancia logística alta aquellas carreteras cuyo peso logístico suponga un 100-75% del valor máximo provincial. Un 75-50% para las de importancia logística media, 50-25% para importancia logística baja y menos del 25% para importancia logística muy baja.

Al realizarse esta comparación a nivel provincial, el rango de peso logístico que incluye cada una de las categorías varía en función de la provincia estudiada, ya que el valor máximo de peso logístico es diferente.

En el caso concreto de la provincia de Carchi la clasificación ha sido establecida de la siguiente forma:

Tabla 40. Clasificación según importancia logística de las carreteras

Importancia logística	Peso logístico	%
Muy alta	4000 - 1000	+ 100
Alta	1000 - 200	100 - 75
Media	200 - 100	75 - 50
Baja	100 - 50	50 - 25
Muy baja	50 - 0	25 - 0

Además de la importancia logística, para la categorización de la red, se sigue el criterio de cohesión territorial. La cohesión territorial puede definirse como un principio para las actuaciones públicas, encaminadas a lograr objetivos como la cohesión social y la justicia espacial (acceso equitativo a servicios y equipamientos). Se busca la coherencia interna del territorio y una mejor conectividad con territorios vecinos.

En base a todo lo descrito anteriormente la red vial se categoriza en:

- Corredores prioritarios
- Corredores secundarios
- Otros

Los corredores prioritarios atienden sobre todo a una visión estratégica, tanto a nivel provincial como estatal. Se consideran corredores prioritarios aquellos que facilitan la conexión entre diferentes provincias y fomentan la articulación del territorio. Se busca, por tanto, la conexión entre cabeceras cantonales, entre sí y con la capital provincial, fomentando la intercantonalidad y la inclusión de otras poblaciones de menor importancia. Además, se incluirán dentro de los corredores prioritarios las vías de prioridad logística media - muy alta que supongan un corredor logístico, así como los accesos a puertos y aeropuertos.

Los corredores secundarios satisfacen el criterio de equidad social y procuran que la mayoría de la población tenga acceso a los servicios básicos. Están constituidos por carreteras de prioridad media – muy baja, conectan las poblaciones dispersas con cabeceras parroquiales u otras localidades para mejorar el acceso a servicios básicos.

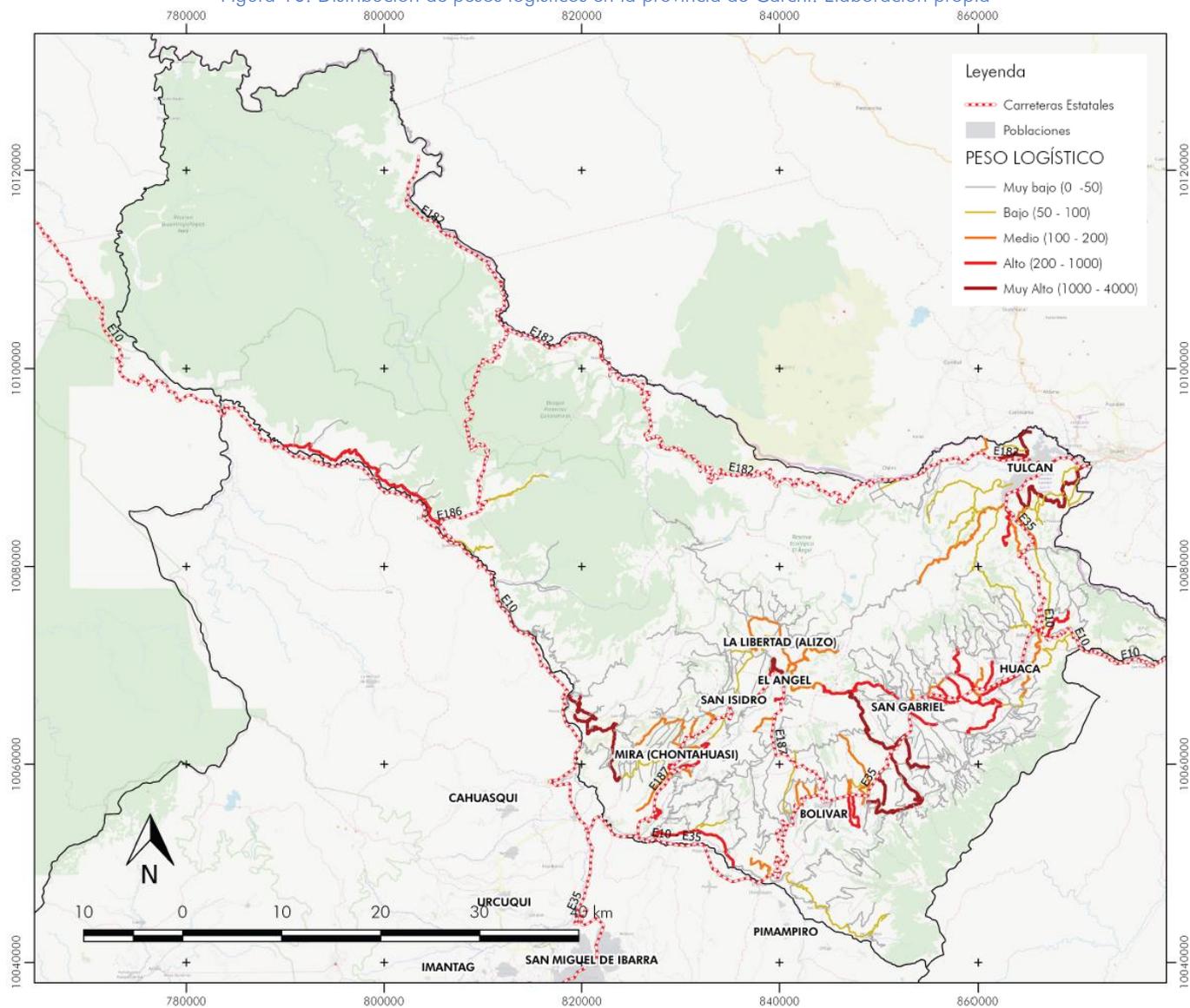
9.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN LOGÍSTICA

En base a lo expuesto en la metodología se procede al análisis de los resultados obtenidos en la caracterización logística.

La red provincial de la provincia de Carchi se concentra en sobre las vías estatal E-35 en su paso por la provincia, tiene una distribución homogénea de pesos logísticos, encontrándose las carreteras de importancia alta y muy alta en las inmediaciones de las cabeceras cantonales y la capital provincial (Tulcán). Sobre estas vías se ubican las principales actividades productivas, localizándose en las cabeceras cantonales las industrias y los centros de distribución y almacenamiento. Cabe destacar la vía que discurre paralela a la estatal E-10 en el cantón Mira, la cual dispone de una importancia logística alta.

En la siguiente figura se muestra el mapa de calor generado, para un mayor detalle consultar los mapas recogidos en el Anexo 3 “Mapas”.

Figura 10. Distribución de pesos logísticos en la provincia de Carchi. Elaboración propia



9.3. CATEGORIZACIÓN VIAL

9.3.1. Visión Estratégica Provincial

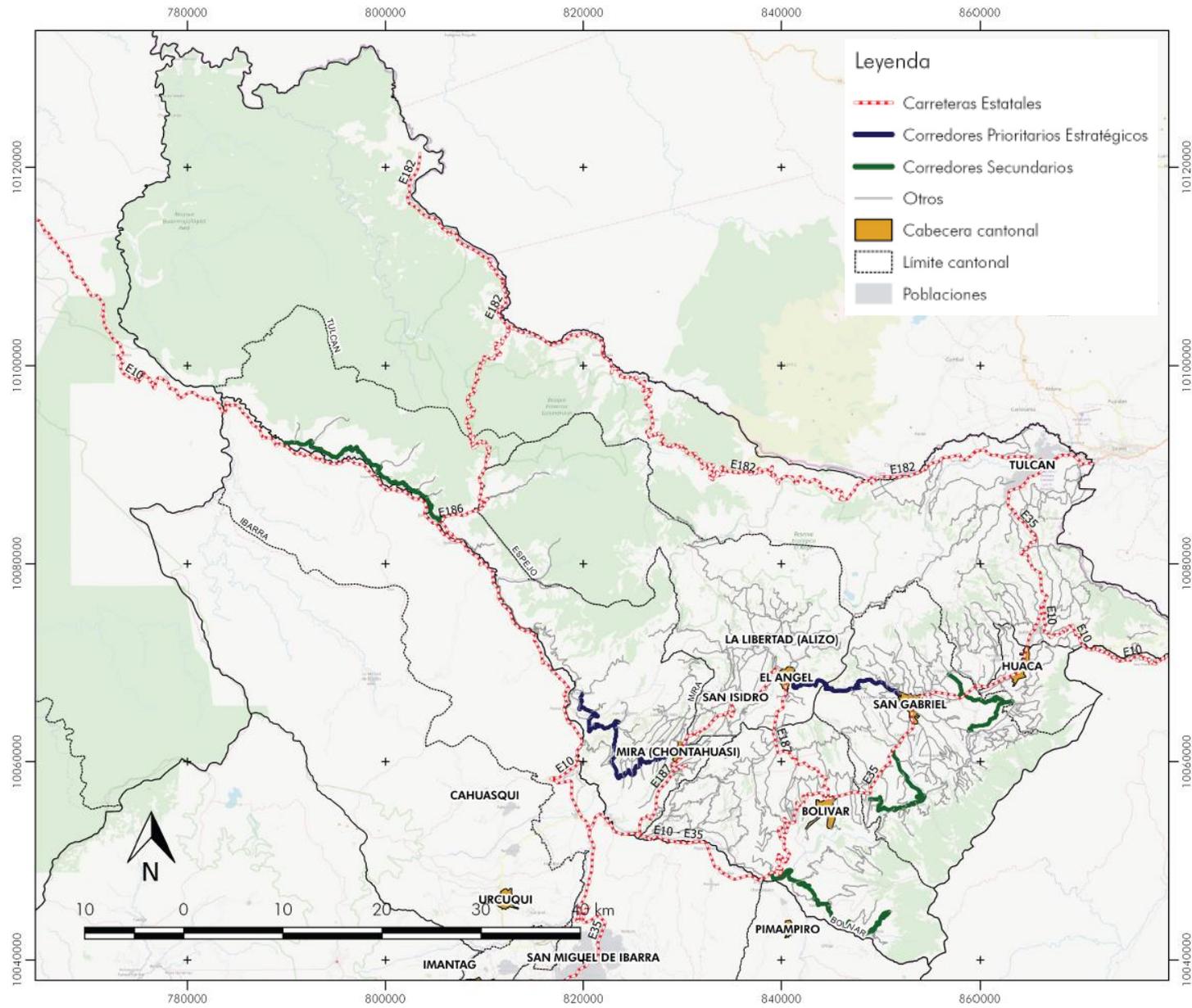
En base a los resultados obtenidos del análisis de la caracterización logística de la red vial de Carchi, se procede a elaborar una estrategia de actuación de cara a categorizar la red vial.

En primer lugar, se han estudiado estrategias a nivel estatal, buscando la mejora de las conexiones entre provincias, ya que como se ha comentado con anterioridad, una correcta articulación del territorio fomenta el desarrollo y cohesión social. Carchi se comunica con Imbabura a través de la vía E-35. La estatal E-10 atraviesa la provincia de Este a Oeste y conecta Carchi con Imbabura, Esmeraldas y Sucumbíos. Se considera por tanto que Carchi goza de una conectividad suficiente con las provincias limítrofes, además la configuración actual de la red no permite realizar mejoras.

En cuanto a estrategias a nivel provincial uno de los objetivos principales para lograr una correcta cohesión territorial es el de lograr la mayor conexión posible entre cabeceras cantonales y la capital provincial. La provincia de Carchi tiene una distribución desigual de la población, concentrándose las grandes poblaciones en el entorno de la vía E-35. Esto hace que existan grandes extensiones de territorio que se encuentran muy alejadas de las cabeceras cantonales o la capital provincial. Este es el caso de cantones como Tulcán y Mira. Un lineamiento prioritario es el de mejorar las conexiones de los asentamientos con las cabeceras cantonales y de esta forma fomentar la cohesión territorial

En base a estas estrategias se han definido 2 corredores prioritarios estratégicos y 4 corredores secundarios. El resto de la red se ha categorizado como "Otros". A continuación, se detallan las carreteras que conforman cada corredor y la motivación individual de cada uno de ellos. Para un mayor detalle de las figuras expuestas a continuación consultar el Anexo 3 "Mapas".

Figura 11. Categorización de la red vial de Carchi. Elaboración propia



9.3.2. Corredores Prioritarios Estratégicos

9.3.2.1. Corredor Prioritario Estratégico (1). El Ángel - San Gabriel.

Este corredor une las cabeceras cantonales El Ángel y San Gabriel, se crea en base al lineamiento de mejora de la cohesión territorial a través de la conexión de cabeceras cantonales entre sí y con la capital provincial. Este eje articula el territorio y se fomenta el desarrollo y la integración económica de la zona además al interconectar los cantones Espejo y Montufar se fomenta el desarrollo de la industria y la economía cantonal, contribuyendo al desarrollo integrado del territorio.

Figura 12. Corredor Prioritario Estratégico (1). Elaboración propia

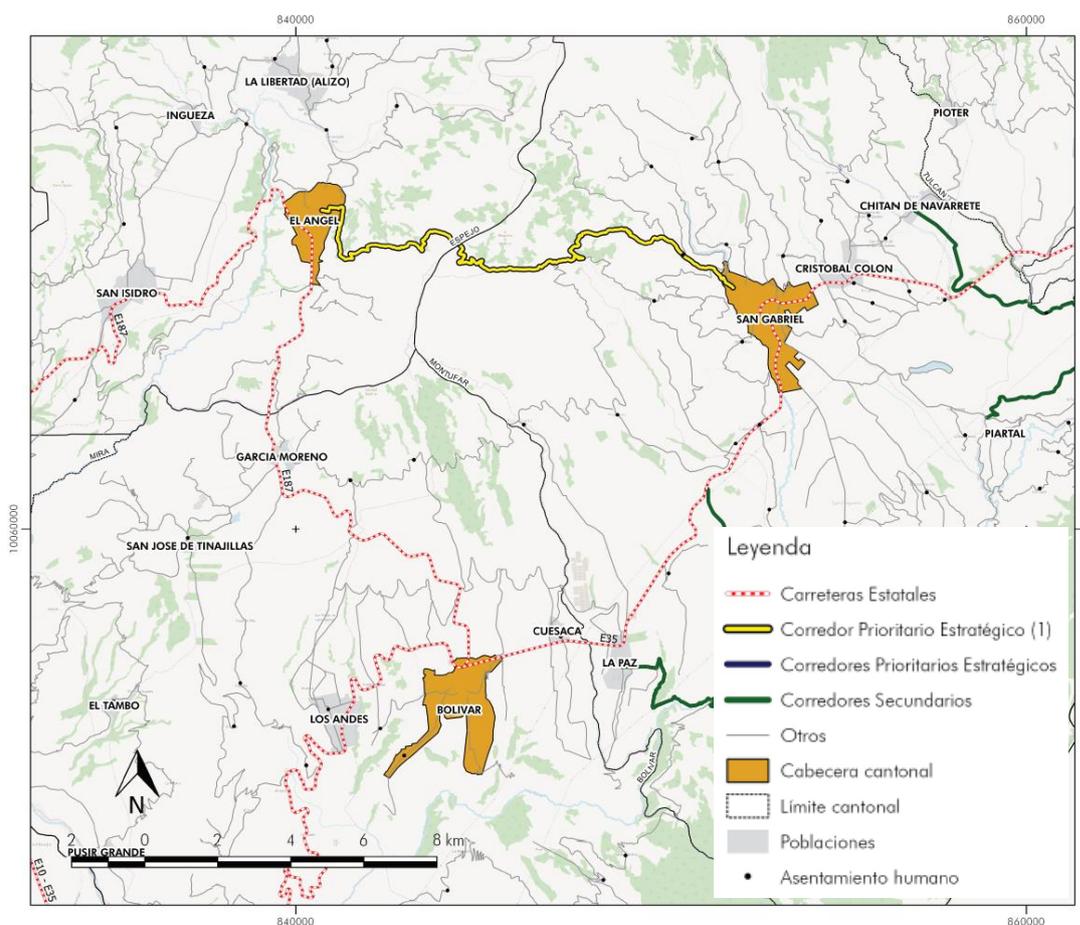


Tabla 41. Características Corredor Prioritario Estratégico (1). Elaboración Propia

Código	ID	Cantón	Parroquia	Tipo superficie	Estado	Longitud
P42-2-2	14-C01-01	MONTUFAR	SAN GABRIEL	EMPEDRADO	REGULAR	11,3
P42-2-1	14-C01-02	ESPEJO	EL ANGEL	EMPEDRADO	MALO	6,62

9.3.2.2. Corredor Prioritario Estratégico (2). Concepción - Mira

Este eje sigue la estrategia de mejorar el acceso de las zonas rurales a las vías estatales y, en la medida de lo posible, a cabeceras cantonales o a la capital provincial. Al mejorar la accesibilidad de la población de los asentamientos humanos a los servicios que ofrecen estas otras poblaciones de mayor envergadura se reduce la disparidad urbano-rural en el acceso a servicios y oportunidades económicas y se promueve un desarrollo territorial ordenado e inclusivo.

Figura 13. Corredor Prioritario Estratégico (2). Elaboración propia

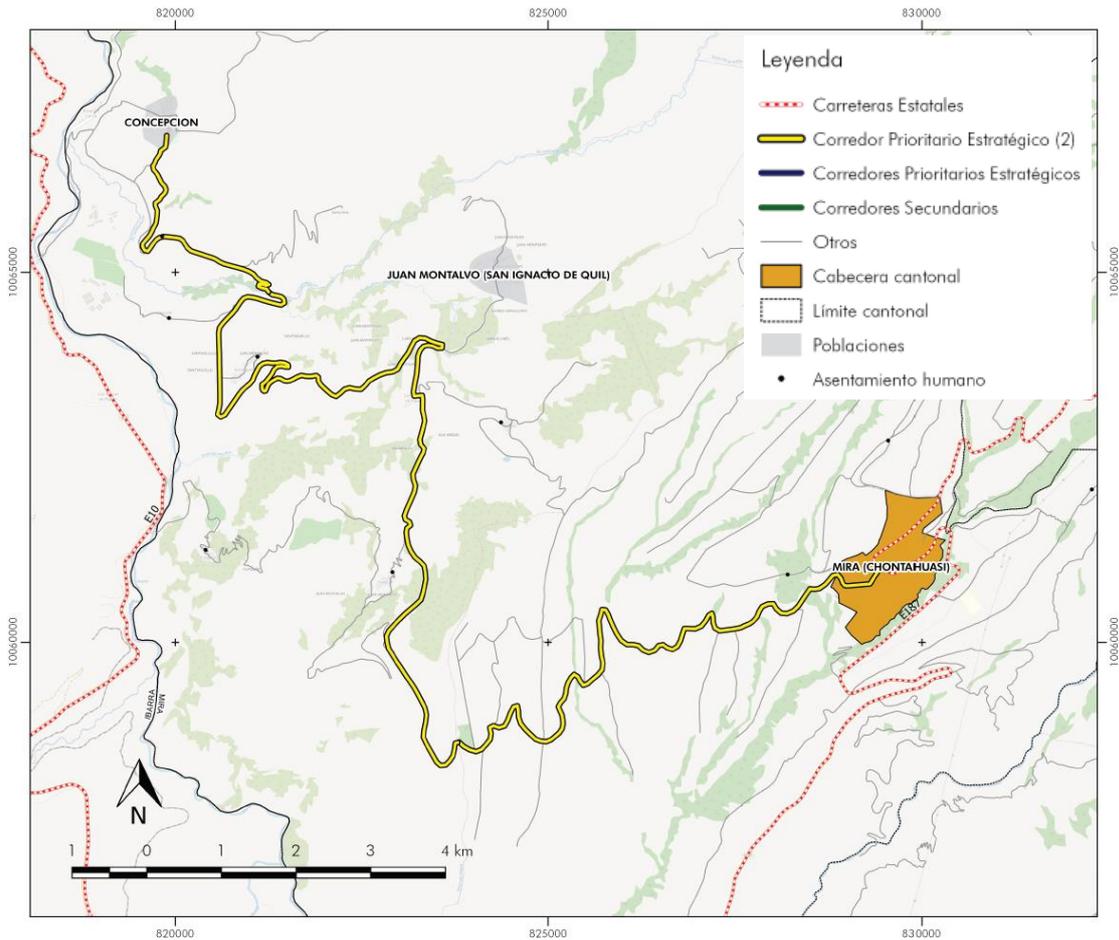


Tabla 42. Características Corredor Prioritario Estratégico (2). Elaboración Propia

Código	ID	Cantón	Parroquia	Tipo superficie	Estado	Longitud
P43-4-1	14-C02-01	MIRA	MIRA	PAVIMENTO FLEXIBLE	REGULAR	9,6
P43-4-3	14-C02-02	MIRA	JUAN MONTALVO	PAVIMENTO FLEXIBLE	REGULAR	14,71
P43-4-2	14-C02-03	MIRA	CONCEPCION	PAVIMENTO FLEXIBLE	REGULAR	4,08

9.3.3. Corredores Secundarios

9.3.3.1. Corredor Secundario (1). Río Mira

Este eje sigue la estrategia de mejorar el acceso de las zonas rurales a las vías estatales y, en la medida de lo posible, a cabeceras cantonales o a la capital provincial. Al mejorar la accesibilidad de la población de los asentamientos humanos a los servicios que ofrecen estas otras poblaciones de mayor envergadura se reduce la disparidad urbano-rural en el acceso a servicios y oportunidades económicas y se promueve un desarrollo territorial ordenado e inclusivo. Este lineamiento se satisface al mejorar el acceso de los asentamientos de la parroquia Jijón y Caamaño a la vía estatal E186.

Figura 14. Corredor Secundario (1). Elaboración propia

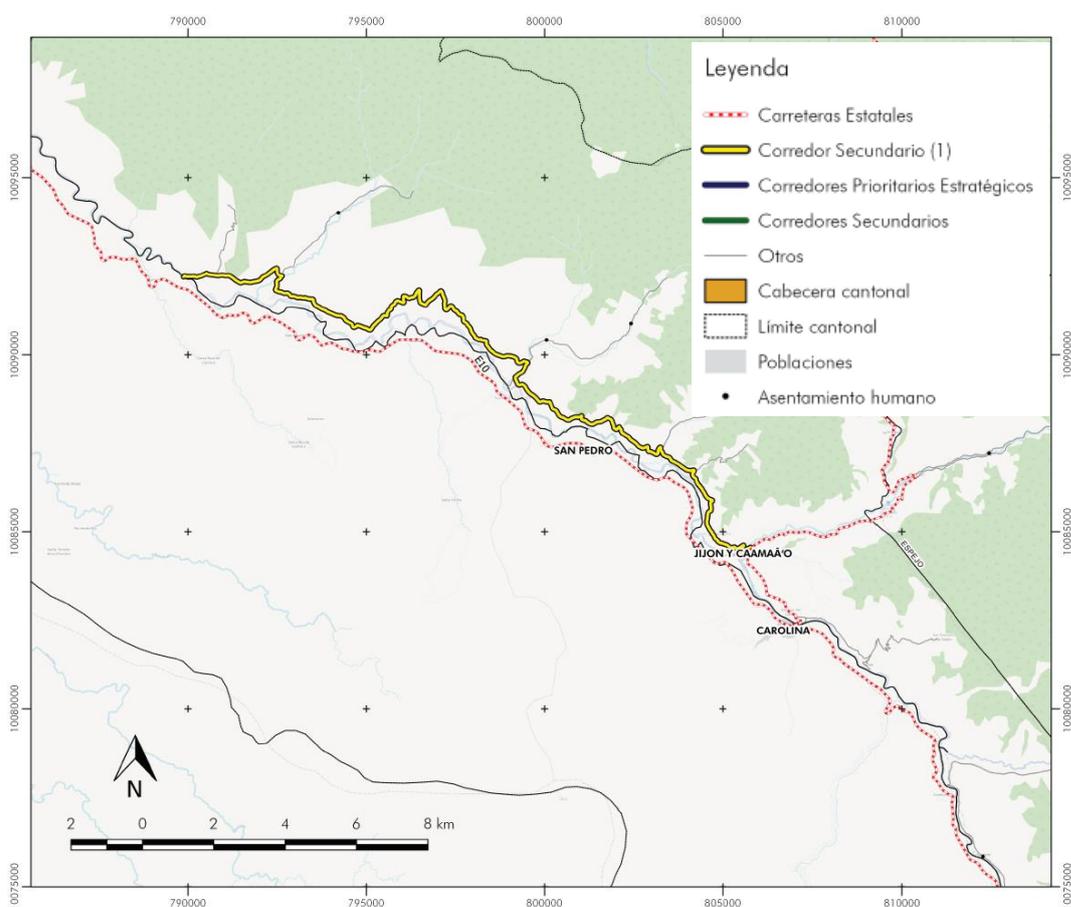


Tabla 43. Características Corredor Secundario (1). Elaboración Propia

Código	ID	Cantón	Parroquia	Tipo superficie	Estado	Longitud
P48-100-1	14-S01-01	MIRA	JIJON Y CAAMAÑO	LASTRE	REGULAR	25,79

9.3.3.2. Corredor Secundario (2). Chitan de Navarrete – Mariscal Sucre.

Este eje sigue la estrategia de mejorar el acceso de las zonas rurales a las vías estatales y, en la medida de lo posible, a cabeceras cantonales o a la capital provincial. Al mejorar la accesibilidad de la población de los asentamientos humanos a los servicios que ofrecen estas otras poblaciones de mayor envergadura se reduce la disparidad urbano-rural en el acceso a servicios y oportunidades económicas y se promueve un desarrollo territorial ordenado e inclusivo. Este lineamiento se cumple al acercar a la población de los asentamientos humanos de las parroquias Fernández Salvador y Chitan de Navarrete a la vía E-35 y por tanto a las cabeceras cantonales San Gabriel y Huaca.

Figura 15. Corredor Secundario (2). Elaboración propia

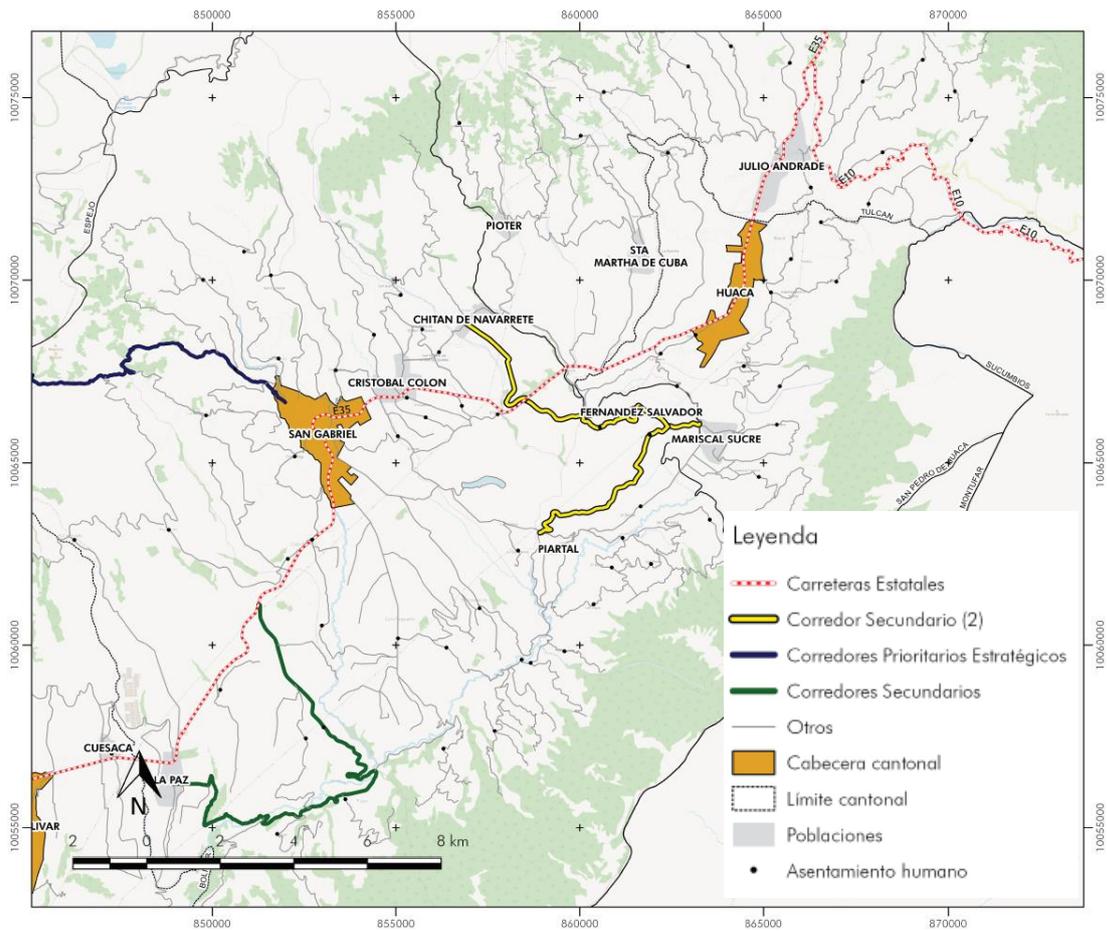


Tabla 44. Características Corredor Secundario (2). Elaboración Propia

Código	ID	Cantón	Parroquia	Tipo superficie	Estado	Longitud
P43-24-2	14-S02-01	MONTUFAR	FERNANDEZ SALVADOR	PAVIMENTO FLEXIBLE	MALO	0,93
P42-3-4	14-S02-02	MONTUFAR	FERNANDEZ SALVADOR	EMPEDRADO	REGULAR	9,23
P48-256-1	14-S02-03	MONTUFAR	CHITAN DE NAVARRETE	PAVIMENTO FLEXIBLE	MALO	1,73
P47-258-1	14-S02-04	MONTUFAR	CHITAN DE NAVARRETE	EMPEDRADO	MALO	3,5

9.3.3.3. Corredor Secundario (3). La Paz - Pizan - E35.

Este eje sigue la estrategia de mejorar el acceso de las zonas rurales a las vías estatales y, en la medida de lo posible, a cabeceras cantonales o a la capital provincial. Al mejorar la accesibilidad de la población de los asentamientos humanos a los servicios que ofrecen estas otras poblaciones de mayor envergadura se reduce la disparidad urbano-rural en el acceso a servicios y oportunidades económicas y se promueve un desarrollo territorial ordenado e inclusivo.

Figura 16. Corredor Secundario (3). Elaboración propia

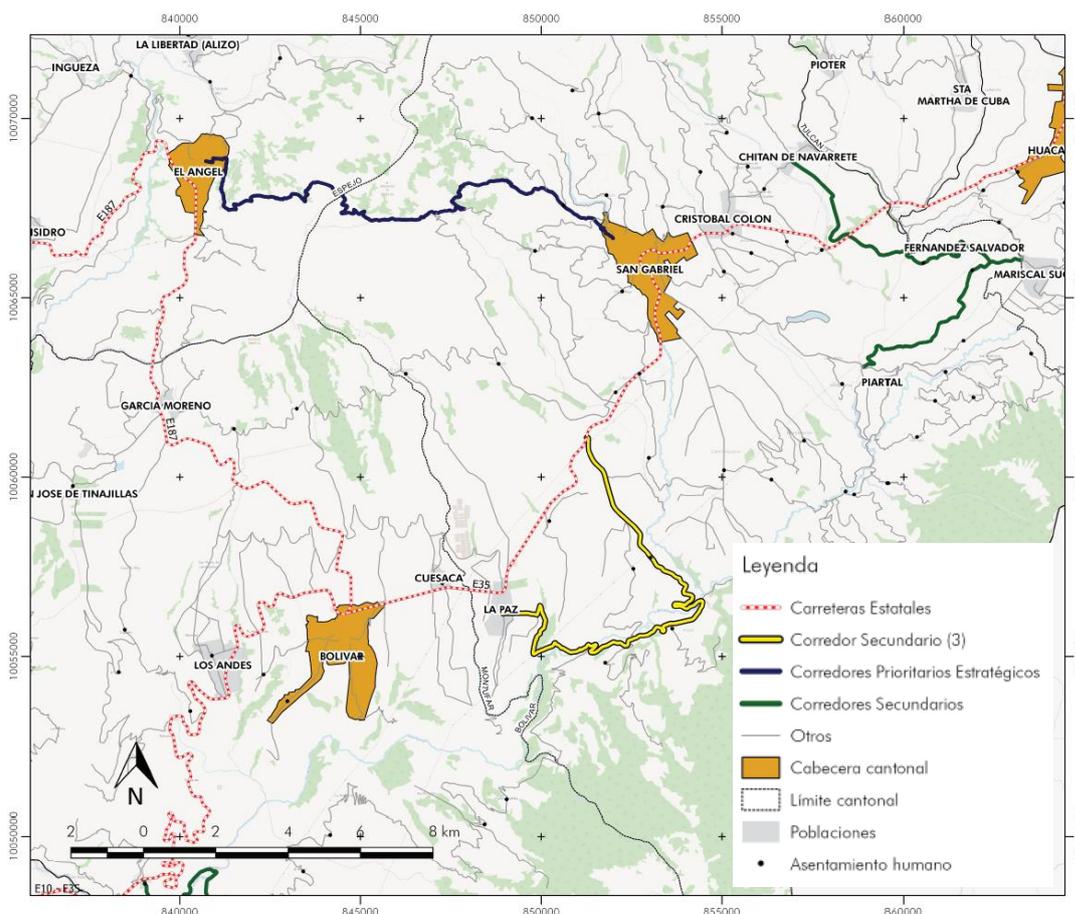


Tabla 45. Características Corredor Secundario (3). Elaboración Propia

Código	ID	Cantón	Parroquia	Tipo superficie	Estado	Longitud
P47-180-1	14-S03-01	MONTUFAR	LA PAZ	PAVIMENTO FLEXIBLE	REGULAR	16,54

9.3.3.4. Corredor Secundario (4). Monte Olivo - San Rafael - Piquiucho

Este eje sigue la estrategia de mejorar el acceso de las zonas rurales a las vías estatales y, en la medida de lo posible, a cabeceras cantonales o a la capital provincial. Al mejorar la accesibilidad de la población de los asentamientos humanos a los servicios que ofrecen estas otras poblaciones de mayor envergadura se reduce la disparidad urbano-rural en el acceso a servicios y oportunidades económicas y se promueve un desarrollo territorial ordenado e

inclusivo. Este lineamiento se satisface al mejorar la comunicación de los asentamientos de las parroquias San Rafael, Monte Olivo y Los Andes con la vía estatal E-35

Figura 17. Corredor Secundario (4). Elaboración propia

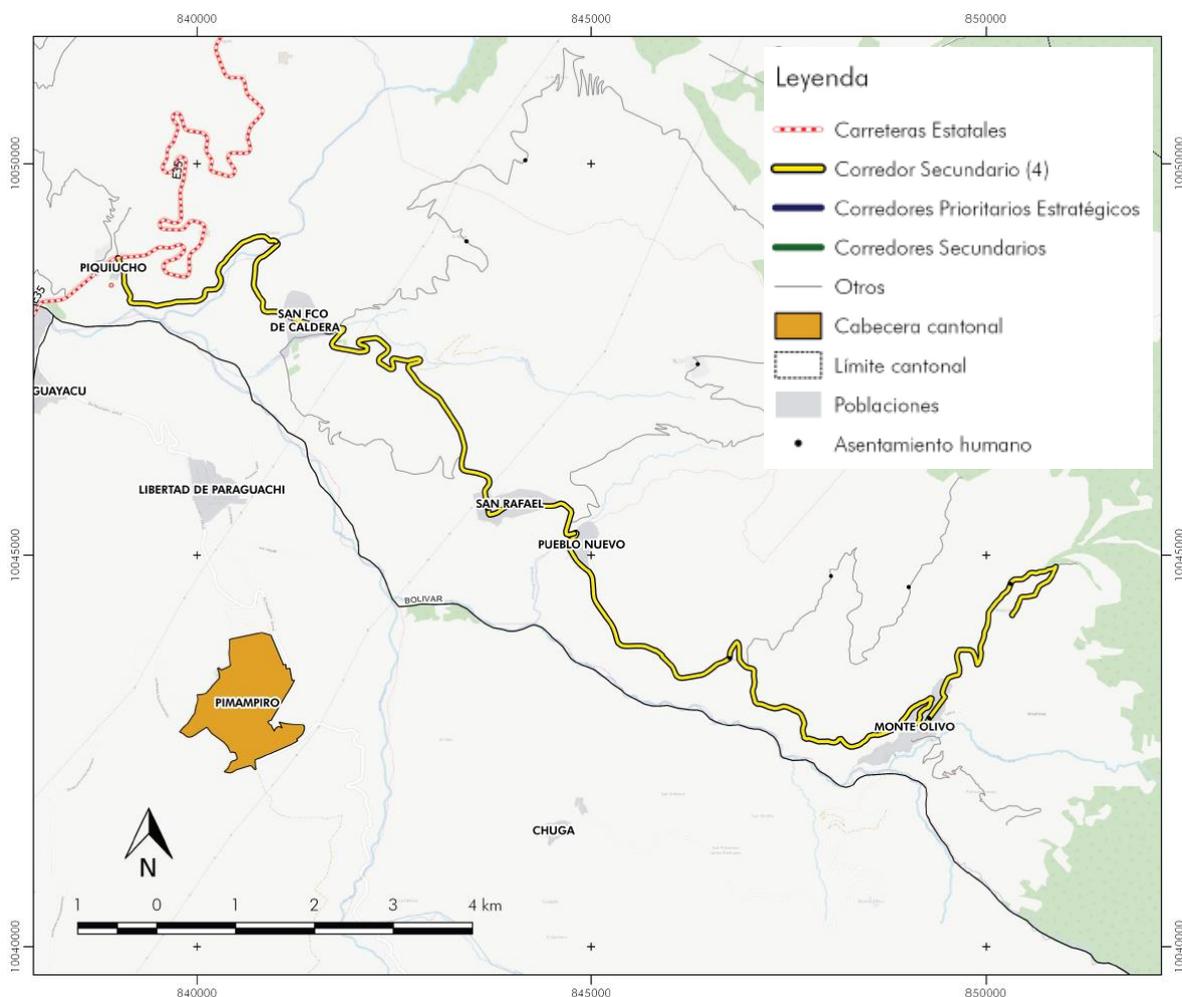


Tabla 46. Características Corredor Secundario (4). Elaboración Propia

Código	ID	Cantón	Parroquia	Tipo superficie	Estado	Longitud
P43-138-2	14-S04-01	BOLIVAR	MONTE OLIVO	EMPEDRADO	REGULAR	12,14
P43-138-3	14-S04-02	BOLIVAR	SAN RAFAEL	PAVIMENTO FLEXIBLE	REGULAR	8,58
P43-138-1	14-S04-03	BOLIVAR	LOS ANDES	PAVIMENTO FLEXIBLE	REGULAR	3,02

9.3.4. Otros

La categoría otros la componen las vías que no han sido catalogadas como corredores prioritarios estratégicos o como corredores secundarios. Las características de estas vías se encuentran recogidas en el Anexo 7.

10. BASES CONCEPTUALES DE LA GESTIÓN DE CARRETERAS

El administrador de una Red Vial Provincial se ve obligado a responder una serie de cuestiones sobre las intervenciones que se deben realizar en la red vial a su cargo y poder sustentar sus planteamientos sobre lo que se debe llevar a cabo, tener certeza que las inversiones planteadas son las mejores inversiones, que los proyectos tienen razón de ser. Por otra parte, la limitación en la disponibilidad presupuestal obliga a tener criterios de priorización y a conocer cuál es el impacto de las restricciones presupuestales en el futuro de la red.

La historia de las intervenciones en las redes viales presenta tres modalidades o grados de evolución en relación con el modo en cómo se deciden las inversiones.

En primer término, la realización de intervenciones en función de ir cubriendo las emergencias que se van presentando, esta modalidad usualmente implica grandes trabajos de restauración y reconstrucción y es denominada “Respuesta a la crisis”.

En segundo lugar, y con un grado superior en el modo de decisión, están aquellos proyectos que son determinados como respuesta a la condición de un sector de la red, y tiene además un estudio económico que lo justifica. El procedimiento llevado a cabo brinda certeza de que la decisión de invertir es adecuada para el tramo, pero deja dudas sobre si esa es la mejor inversión que se puede hacer en la Red Vial Provincial. Esta modalidad se denomina “Respuesta a la condición con estudio económico” y opera en función de las necesidades técnicas observadas, los niveles de servicio aceptables y los recursos disponibles.

Por último, se encuentra la modalidad denominada de “Eficiencia técnica y económica”, en esta modalidad se tienen en cuenta todos los tramos de la red vial y se determinan las intervenciones que se deben hacer con el objetivo de minimizar los costos totales del transporte para la sociedad. Este modelo permite pues no sólo saber que los niveles de intervención planteados para un tramo son adecuados, sino también tener certeza de que es la mejor intervención que se puede hacer en dicho tramo teniendo en cuenta las necesidades de toda la Red Vial Provincial.

10.1. ELEMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS VIALES

Los costos totales de transporte para la sociedad los componen los costos de la Agencia Vial (Provincia) y los costos de los usuarios de la carretera. Los costos de la Agencia por su parte los componen los costos de construcción, los costos de operación y mantenimiento y costos de funcionamiento, en tanto los costos de los usuarios están conformados por los costos de operación de los vehículos que circulan, el tiempo de los pasajeros y la carga, y los accidentes.

Los denominados “modelos de deterioro” permiten conocer cómo evolucionará en el transcurso del tiempo la condición de un pavimento. Esto es posible conocerlo para una multiplicidad de tipos de pavimentos, tipos de intervenciones, condiciones climáticas, condiciones de tránsito etc.

El conocimiento de la evolución de la condición del pavimento hace posible determinar con buena aproximación en qué momento el pavimento llega al final de su vida útil, lo cual indica la necesidad de rehabilitarlo o hacer un mejoramiento, es decir, el modelo permite estimar las necesidades de inversión y mantenimiento.

Existen por otra parte modelos que permiten correlacionar los costos de los usuarios con la condición del pavimento, es decir para diferentes tipos de vehículos es posible conocer cuál es el consumo de combustible, lubricantes,

neumáticos etc. Ello permite en cada año estimar cuales son los costos de operación de los usuarios del camino. Sabiendo la cantidad y tipo de vehículos que circulan por el camino y cuáles son los costos de estos para cada condición, es posible anualmente conocer los costos de los usuarios.

La conveniencia de un proyecto individual es determinada mediante su comparación con otras alternativas, todas las cuales deber ser comparadas con una alternativa de referencia denominada “alternativa base” o “situación sin proyecto”. El procedimiento para comparar dos alternativas de intervención es determinar cuál de ellas tiene menores costos totales para la sociedad. No obstante, debido a la limitación presupuestal, siempre se produce que la mejor condición de servicio de las vías ocasione los menores costos para los usuarios.

Posteriormente, resta solo evaluar qué opción representa menores costos para la sociedad en su conjunto, esto se hace determinando si los menores costos que tienen los usuarios por tener un pavimento de mejores condiciones de servicio superan a los mayores costos que tiene la agencia por hacer intervenciones más importantes, es decir, determinar si los beneficios superan a los costos.

Por lo tanto, para la planificación de intervenciones en una red vial, deben seleccionarse las alternativas para cada tramo de la red que combinada con las intervenciones en el resto de los tramos de la red maximizan los beneficios para la sociedad, en términos de ahorro de costes de operación (beneficios) versus costos de inversión para la agencia.

10.1.1. Planificación

El producto generado por la Planificación es un programa de intervenciones, esto es un listado de obras y actividades de mantenimiento en la red vial para los siguientes 15 años, dicho listado lo componen las intervenciones, su costo estimado e indicadores de desempeño esperado.

El Plan elaborado es una referencia que establece una visión de largo plazo, y con frecuencia es el instrumento para mostrar, con bases sólidas, las necesidades presupuestales ante quienes asignan presupuesto.

Los logros que se hagan en la gestión presupuestal determinarán ajustes en el Plan Vial y establecerán, por otra parte, un Programa de intervenciones para los siguientes 4 a 5 años.

En la fase de Programación es tenida en cuenta la disponibilidad presupuestal (recursos propios, aportes del gobierno central, financiamiento externo etc.) lo que permite tener certeza que las intervenciones planteadas cuentan (al menos en primera instancia) con los recursos para su ejecución.

El conocer el programa de intervenciones con una anticipación de hasta cuatro o cinco años determina que muchos de los procesos que usualmente dilatan el inicio de actividades o dificultan la ejecución de las mismas, puedan ser resueltos sin problema por tener identificadas las necesidades con suficiente antelación, los casos más frecuentes que se presentan son referidos al presupuesto, la preinversión, el diseño y la ejecución.

En relación con el presupuesto, la programación permite contar un presupuesto no sólo para el año inmediato posterior sino para los tres o cuatro años siguientes ya que se conocen las intervenciones, los montos estimados de las mismas y sus prioridades, lo cual habilita a gestionar las partidas presupuestales necesarias con tiempo suficiente.

Cabe aclarar que el proceso de planificación es continuo y debe (periódicamente) ser ajustado en función de los resultados en las intervenciones realizadas. Una variación en los precios de referencia o una modificación en los tiempos previstos que se realizarían las obras determinarán la necesidad de ajustar la planificación, en tal sentido es importante destacar la trascendencia que tiene el hacer un adecuado seguimiento de los resultados obtenidos con las intervenciones en relación con los resultados que fueron previstos en la fase de planificación.

La preinversión es frecuentemente percibida como un proceso administrativo que atenta contra la ejecutividad en lugar de comprenderse que es un mecanismo que brinda certeza sobre la conveniencia de la inversión considerada, esa percepción está asociada a que usualmente el camino crítico para ejecutar una intervención pasa por la fase de preinversión. La planificación permite conocer con antelación los proyectos, lo cual habilita iniciar la fase de preinversión con la suficiente antelación como para que el camino crítico para el inicio de una intervención no pase por esta fase, permitiendo una adecuada verificación de pertinencia del proyecto sin afectar los tiempos.

Los tiempos demandados por las gestiones administrativas requeridas por el diseño de un proyecto vial en ocasiones, y en forma indirecta, atentan contra la calidad del diseño por acortarse (muchas veces en forma excesiva) los tiempos para el desarrollo del mismo. En este caso, como para la preinversión, el conocimiento con suficiente antelación de proyectos que son necesarios diseñar permite evitar extremos como los mencionados anteriormente.

En la fase de ejecución uno de los mecanismos que se encuentra con cierta frecuencia es la reducción al mínimo de los tiempos para la presentación de ofertas, el acortamiento de los tiempos determina incertidumbres en los oferentes, quienes en ocasiones no disponen del tiempo necesario para evaluar fehacientemente todos los requerimientos establecidos en los pliegos de condiciones, esto se traducen en mayores precios en las ofertas presentadas. Como en los procesos anteriores el conocer con anticipación los proyectos a licitar permite proveer a los contratistas e interventores el tiempo suficiente y adecuado para estudiar las ofertas a presentar.

10.1.2. Ciclo de proyecto

En términos generales el ciclo de proyecto para cada tramo de la red vial estará conformado por las fases de Planificación, Programación, Preinversión, Diseño, Ejecución (construcción, mantenimiento y operación y rehabilitación), Seguimiento y Evaluación.

El proyecto de un camino inicia cuando en la fase de planificación (anteriormente descrita) se identifican las intervenciones a realizar en el camino en un período de tiempo, sean estas de construcción, rehabilitación o mantenimiento. Las intervenciones en el camino forman parte de una lista de intervenciones en la red vial.

En función del momento para el cual se haya previsto la intervención y del tipo de intervención que se trate, se inicia el proceso de preinversión, mejorando las estimaciones que caracterizaron la intervención prevista en la fase de planificación y demostrando la conveniencia del proyecto.

Una vez otorgada la viabilidad al proyecto se realiza el diseño, el cual puede estar referido a construcción, mantenimiento o rehabilitación para finalmente licitar, adjudicar y por ejecutar el proyecto.

11. CRITERIO PARA PRIORIZACIÓN - MULTICRITERIO

Como se indicó en el capítulo 9 del presente documento, para la consecución de la proyección estratégica del Plan Vial se identificaron los ejes viales en función de los nodos de desarrollo provincial, que permitan la movilidad/conectividad entre cabeceras cantonales y los principales nodos de desarrollo, las áreas de especialización productiva tomando en cuenta los principales productos y los principales mercados de destino y las áreas diferenciadas por sus accesos a servicios de educación y salud. La labor realizada permitió definir los **Corredores Estratégicos** de la provincia. Ello se realizó a través de la matriz multicriterio elaborada, la cual asignó a cada tramo homogéneo de la red provincial un peso logístico en función de los criterios explicados en dicho apartado. Ello supuso la caracterización de la red provincial.

Otros tramos identificados como muy relevantes en temas de logística y productividad, y que no formaban parte de un Corredor Estratégico, fueron categorizados como **Corredores Secundarios**.

Aquellos caminos que no son parte de Corredores Estratégicos ni de Corredores Secundarios fueron denominados **Otras Vías**.

La Red Vial Provincial será clasificada en las siguientes 3 categorías:

- Corredores estratégicos
- Corredores secundarios
- Otras vías

12. ESTRATEGIA PROVINCIAL

En función de los diferentes tipos de intervención necesarias se confeccionaron estrategias de intervención, es decir, combinaciones de diferentes tipos de intervenciones (de obra y mantenimiento) a realizar en tramos de ruta con características similares. (grupos estrategia).

Las estrategias varían desde aquellas con intervenciones mínimas hasta estrategias con grandes intervenciones.

Se plantearon distintas alternativas de intervención para cada “grupo estrategia”, se trata en todos los casos de tipos de intervenciones factibles de ejecutarse a nivel local.

Las alternativas de intervención en función del grupo de categorización determinado que se han planteado y analizado se presentan en los siguientes apartados.

12.1. CORREDORES PRIORITARIOS ESTRATÉGICOS

Tabla 47. Estrategia planteada para Corredores Prioritarios Estratégicos.

Categoría	Superficie	Tipo	NOMBRE ESTRATEGIA HDM	Actuación
CORREDORES PRIORITARIOS ESTRATÉGICOS	CA	CONSEVACIÓN CA	CPE_CA_E1	Mantenimiento rutinario
				Recapeo 4 cm
				Fresado 3 cm + reposición 3 cm
				Slurry Seal
				Bacheo
	TB	CONSERVACIÓN TB	CPE_TB_E1	Mantenimiento rutinario
				Doble Tratamiento Bituminoso Superficial
				Micropavimento
	HO	no contemplada por CONGOPE		
	GR	MEJORA A TB + CONSERVACIÓN TB	CPE_GR_E1	Mantenimiento rutinario
				Doble Tratamiento Bituminoso Superficial
Doble Trat. Bit. Sup. base estabilizada				
Bacheo				

Tabla 48. Niveles de calidad exigidos para los Corredores Prioritarios Estratégicos (umbrales de intervención).

Superficie	Actuación	IRI	ROZAMIENTO	BACHES	RODERAS	FIS. ANCHA	AREA FISUR	ROTURAS	ESP	PERIÓDICO
		m/km	%	nº/km	mm	%	%	nº/km	mm	año
CA	Mantenimiento rutinario									1
	Recapeo 4 cm	> 3.16								
	Fresado 3 cm + reposición 3 cm		< 0,4	ó	> 5					
	Slurry Seal					> 5				
	Bacheo			> 2						
TB	Mantenimiento rutinario									1
	Doble Tratamiento Bituminoso Superficial				> 5					
	Micropavimento	> 3.16	ó < 0,4			ó > 5				6
	Bacheo			> 2						
GR (Mejora a TB)	Mantenimiento rutinario									1
	Doble Tratamiento Bituminoso Superficial				> 5					
	Doble Trat. Bit. Sup. base estabilizada	> 3.16	ó < 0,4			ó > 5				
	Bacheo			> 2						

12.2. CORREDORES SECUNDARIOS

Tabla 49. Estrategia planteada para Corredores Secundarios.

Categoría	Superficie	Tipo	NOMBRE ESTRATEGIA HDM	Actuación
CORREDORES SECUNDARIOS	CA	CONSERVACIÓN CA	CS_CA_E1	Mantenimiento rutinario
				Recapeo 4 cm
				Fresado 3 cm + reposición 3 cm
				Slurry Seal
				Bacheo
	TB	CONSERVACIÓN TB	CS_TB_E1	Mantenimiento rutinario
				Doble Tratamiento Bituminoso Superficial
				Micropavimento
				Bacheo
	HO	no contemplada por CONGOPE		
	GR	CONSERVACIÓN GR	CS_GR_E1	Mantenimiento rutinario
				Recargo 10 cm
				Perfilado (regularización)
Bacheo				

Tabla 50. Niveles de calidad exigidos para los Corredores Secundarios (umbrales de intervención).

Superficie	Actuación	IRI	ROZAMIENTO	BACHES	RODERAS	FIS. ANCHA	AREA FISUR	ROTURAS	ESP	PERIÓDICO
		m/km	%	n°/km	mm	%	%	n°/km	mm	año
CA	Mantenimiento rutinario									1
	Recapeo 4 cm	> 4.75								
	Fresado 3 cm + reposición 3 cm		< 0,4	6	> 15					
	Slurry Seal					> 5				
	Bacheo			> 5						
TB	Mantenimiento rutinario									1
	Doble Tratamiento Bituminoso Superficial				> 10					
	Micropavimento	> 4.75	6	< 0,4		6	> 5			
	Bacheo			> 5						
GR	Mantenimiento rutinario									1
	Recargo 10 cm							< 50		
	Perfilado (regularización)	> 7,5								
	Bacheo									4

12.3. OTROS: RESTO DE LA RED

Tabla 51. Estrategia planteada para el Resto de la Red (Otros).

Categoría	Superficie	Tipo	NOMBRE ESTRATEGIA HDM	Actuación
OTROS	CA	CONSERVACIÓN CA	CS_CA_E1	Mantenimiento rutinario
				Recapeo 4 cm
				Fresado 3 cm + reposición 3 cm
				Slurry Seal
				Bacheo
	TB	CONSERVACIÓN TB	CS_TB_E1	Mantenimiento rutinario
				Doble Tratamiento Bituminoso Superficial
				Micropavimento
				Bacheo
	HO	no contemplada por CONGOPE		
	GR	CONSERVACIÓN GR	CS_GR_E1	Mantenimiento rutinario
				Recargo 10 cm
				Perfilado (regularización)
Bacheo				

Tabla 52. Niveles de calidad exigidos para el Resto de la Red – Otros (umbrales de intervención).

Superficie	Actuación	IRI	ROZAMIENTO	BACHES	RODERAS	FIS. ANCHA	AREA FISUR	ROTURAS	ESP	PERIÓDICO
		m/km	%	nº/km	mm	%	%	nº/km	mm	año
CA	Mantenimiento rutinario									1
	Recapeo 4 cm	> 6.71								
	Fresado 3 cm + reposición 3 cm		< 0,35	ó	> 20					
	Slurry Seal					> 20				
	Bacheo			> 10						
TB	Mantenimiento rutinario									1
	Doble Tratamiento Bituminoso Superficial				> 15					
	Micropavimento	> 6.71	ó < 0,35			ó > 20				
	Bacheo			> 10						
GR	Mantenimiento rutinario									1
	Recargo 10 cm							< 30		
	Perfilado (regularización)	> 8								
	Bacheo									4

13. EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA CON HDM-4

La creación de un Plan Plurianual de Conservación de pavimentos pasa por la elección equilibrada entre las actividades de Mantenimiento rutinario, Conservación Periódica y Mejoramiento o inversión:

- **Mantenimiento rutinario:** se realiza con carácter preventivo, de modo permanente, cuya finalidad es preservar los elementos de las vías, conservando las condiciones que tenía después de su construcción o rehabilitación. Entre las actividades habituales se encuentran labores de limpieza de la superficie, cunetas, encauzamientos, alcantarillas, roza de la vegetación, sellado de fisuras y grietas en calzada, parchado de baches puntuales, etc.
- **Conservación periódica:** se realiza con carácter correctivo, es decir, como respuesta a un problema que ya se ha producido. No obstante, con el estudio profundo del pavimento, la aplicación de modelos matemáticos y personal técnico especializado es posible prever los problemas que se producirán, adelantarse a ellos y minimizar el riesgo del deterioro severo de las vías. El objetivo de la conservación periódica es recuperar las condiciones físicas de las vías deterioradas por el uso y evitar que se agraven los defectos, preservar las características superficiales y corregir defectos mayores puntuales de la carpeta asfáltica. Entre las actividades habituales se encuentran fresado y refuerzo de la carpeta asfáltica, micro-fresados, sellos asfálticos, etc.
- **Mejoramiento o inversión:** en ciertas ocasiones, debido a la importancia de la vía o a la estrategia elegida, vías existentes que presentan calidades bajas, como vías de tierra, lastre y ripio, es preferible realizar sobre las mismas un mejoramiento, realizando un salto de calidad significativo, consistente en el encarpetado de la superficie con tratamiento bituminoso superficial o mezcla bituminosa, así como cambios en la anchura de la calzada, trazado o reencauzamientos del drenaje longitudinal. Estas actividades ocasionan elevados costes a corto plazo, pero ayudan a reducir muy significativamente los costes futuros de la sociedad, aumentando la calidad de la red, confort de los usuarios, seguridad y competitividad.

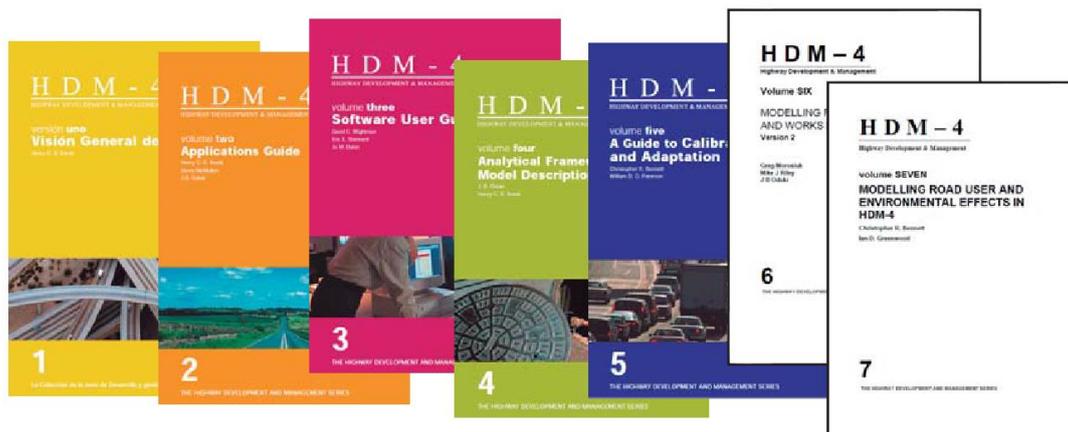
El pavimento es el encargado de soportar toda la superestructura, tráfico y agentes exógenos de la carretera, por lo que una de las características más importantes del mismo es su Capacidad Estructural. No obstante, otros factores como el confort o la seguridad vial dependen en gran medida de las condiciones superficiales del firme. Para establecer una estrategia óptima de gestión de la conservación del pavimento a través de actuaciones de mejoramiento, conservación periódica y mantenimiento rutinario, es necesario conocer cómo se comporta el pavimento. De esta forma, será posible prever con más exactitud qué pasará a largo de la vida útil de explotación del mismo, lo que permitirá poder adelantarse a los problemas y definir una estrategia de conservación exitosa.

Como se ha mencionado ya anteriormente, para conocer y simular el comportamiento del firme de las vías se suele hacer uso de herramientas técnicas que disponen de los denominados Modelos de Deterioro del Pavimento (Pavement Deterioration Models). Los Modelos de Deterioro del Pavimento son modelos matemáticos que permiten estimar el comportamiento del mismo en base a unos determinados datos de entrada (input del sistema), que representan las características, estructura, estado y nivel de servicio de las vías reales.

Una de las herramientas más conocidas para la modelización del deterioro del pavimento es HDM-4 (Highway Development and Management System), del Banco Mundial – PIARC. Sus modelos están ampliamente reconocidos por la comunidad científica internacional en el ámbito de las carreteras y su utilización en más de 100 países lo avalan como sistema de referencia a nivel global.

13.1. FUNDAMENTOS DE HDM-4

HDM-4 (Highway Development and Management) es un software con una documentación asociada, que servirá como la principal herramienta para el análisis, la planificación, gestión y evaluación del mantenimiento, mejora y la toma de decisiones relacionadas con la inversión de carreteras. [Fuente PIARC].



Más en profundidad, HDM-4 es un modelo de simulación del comportamiento del ciclo de vida de las carreteras que considera las relaciones entre éstas, el ambiente y el tráfico dentro de una economía nacional o regional que determina la composición y la estructura de costos de las variables. El modelo realiza un análisis detallado con base en los datos suministrados por el usuario.

13.2. METODOLOGÍA HDM-4

Según lo descrito anteriormente, a través de HDM-4 es preciso realizar análisis técnico-económicos de una red de carreteras y poder simular los resultados de una Estrategia de Mantenimiento, lo que se traduce en la definición de un Plan Plurianual de Inversiones. En el caso de este proyecto de la Red Provincial Vial del Ecuador, se disponía de todos los requisitos necesarios para ejecutar este tipo de análisis, por lo que se procedió a preparar los datos para poder llevarlo a cabo. A continuación, a lo largo del presente apartado se describe la metodología aplicada.

En primer lugar, hay que recordar el contexto general del proyecto y sus fases. De forma resumida, se han llevado a cabo los siguientes procesos: inicialmente se realizó un Inventario de la Red Vial Provincial del Ecuador; a partir de este inventario de atributos físicos, económico-productivos, sociales y ambientales, se realizó una BBDD (Base de Datos) homologada, de manera que se estableció la misma estructura entidad-relación y diccionario de datos de forma homogeneizada; posteriormente se realizó un diagnóstico de la Red Vial, para evaluar el estado actual de la misma; seguidamente, a partir de análisis GIS, se realizó una caracterización técnica, geopolítica, económica y logística, con el objetivo de evaluar la importancia global (peso) de cada una de las vías y tramos viales que conforman la Red; posteriormente, se llevó a cabo una categorización estratégica de ejes viales, agrupando las vías en tres grupos específicos

(corredores prioritarios estratégicos, corredores secundarios y otras vías), para poder llevar a cabo la Estrategia Provincial y satisfacer los lineamientos estratégicos y políticas de inversión. Llegados a este punto, es posible realizar un preparamiento de los datos necesarios para llevar a cabo la evaluación técnico-económica con HDM-4. En la siguiente figura, se describe el estado de avance de la metodología global del proyecto en cuanto al presente apartado.

Figura 18. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Evaluación técnico-económica con HDM-4. Elaboración propia.



Para realizar análisis técnico-económicos con HDM-4, es necesario preparar los datos técnico-económicos necesarios para poder configurar el software. Para ello, se confecciona las BBDD requerida por HDM-4 con los datos reales de la Red Vial Provincial (red de carreteras); posteriormente, se deben configurar directamente en el software algunos parámetros que influyen en el estudio, como la caracterización de la flota vehicular parámetros del tránsito y clima; posteriormente, será necesario importar las BBDD elaboradas al interior del programa; además, será necesario configurar la Estrategia de Mantenimiento a aplicar, es decir, configurar las actividades de mantenimiento y mejora planteadas para la consecución de objetivos; subsiguientemente se realiza la configuración del estudio propiamente dicho; y, por último, se obtienen los resultados para su presentación y posterior análisis. De forma esquemática, las etapas de esta fase de la metodología global del proyecto se resumen de la siguiente manera:

- Elaboración BBDD formato HDM-4: red de carreteras.
- Configuración parámetros influyentes en el análisis: flota vehicular, datos de tránsito y clima.
- Importación BBDD en HDM-4: red de carreteras.
- Configuración parámetros de estudio: años del análisis, método de optimización, unidades monetarias, selección del crecimiento de tránsito a aplicar, especificación de alternativas, etc.
- Obtención de resultados.

13.3. PARÁMETROS DE ENTRADA DE HDM-4

En este apartado se realiza una exposición de los parámetros y datos configurados en HDM-4 para la realización del análisis técnico-económico.

13.3.1. Red de carreteras

La BBDD de red de carreteras se genera a partir de la BBDD homologada realizada a partir del inventario de la Red Vial Provincial. Por tanto, los datos requeridos para correr HDM-4 deben obtenerse a partir de dichos datos reales. A continuación, se realiza una descripción de los parámetros más relevantes y de cómo se han obtenido.

13.3.1.1. Códigos y nomenclatura

A lo largo de la metodología general del proyecto, se ha utilizado como código único de cada tramo de vía, el denominado código auxiliar “COD_AUX”. Por tanto, es coherente seguir utilizando este código también para el análisis técnico-económico de HDM-4.

Además, en la fase previa “Categorización estratégica de ejes viales”, se agruparon las vías y tramos viales en función de su importancia económico-productiva y social, para lo que se generaron tres grupos diferenciados (corredores estratégicos prioritarios, corredores secundarios, resto de la red). Es por ello, que en el código de definición del tramo en HDM-4, se ha incluido también esta distinción. Además, en HDM-4 es de especial importancia identificar la naturaleza a nivel de pavimento de cada tramo, por lo que se ha incluido también este atributo en el nombre de cada tramo vial. De esta forma, el código de cada tramo vial en HDM-4 queda formado de la siguiente manera:

0001_01-C01-01_P013-0230-2_GR

Donde:

- **0001**: id de la base de datos de carreras de HDM-4. Va de 0001 hasta el último valor de tramo vial en orden natural.
- **01-C01-01**: código del corredor. Se define como:
 - 01-: provincia
 - C01-: número del corredor de dicha provincia, donde:
 - C: corredor estratégico prioritario
 - S: corredor secundario
 - O: otros (resto de la red)
 - 01: número del tramo del corredor.
- **P013-0230-2**: código auxiliar del tramo vial.
- **GR**: tipo de pavimento. Se define como:
 - CA: concreto asfáltico.
 - TB: tratamiento bituminoso superficial.
 - GR: grava, tierra, ripio, etc., es decir, sin pavimentar.
 - HO: hormigón.

13.3.1.2. Características y condición del pavimento

En el inventario de la Red Vial Provincial se determinó el dato de **tipo de superficie** (TSUPERF), definido como Lastre, Tierra, Empedrado, D-T Bituminoso, Pavimento Flexible y Pavimento Rígido. Además, también se recogió el dato de **estado superficial** (campo ESUPERF), catalogado como Bueno, Regular o Malo. Además, se registraron los valores de **velocidad promedio** del tráfico (campo VELPROM), aspecto que puede relacionarse con la condición del pavimento. Y, por último, señalar que también se recogió el dato de **tipo de interconexión** (campo TIPOINTER), lo que ayuda a catalogar las vías en los siguientes grupos: asentamiento humano a asentamiento humano; cabecera parroquial rural a asentamiento humano; cantón a cantón; estatal con asentamiento humano; estatal con cabecera cantonal; estatal con cabecera parroquial; estatal con cabecera provincial; estatales; otros; parroquia rural a parroquia rural; provincia a provincia.

Con todo ello, es posible establecer una relación de criterios para establecer todos los parámetros requeridos por HDM-4.

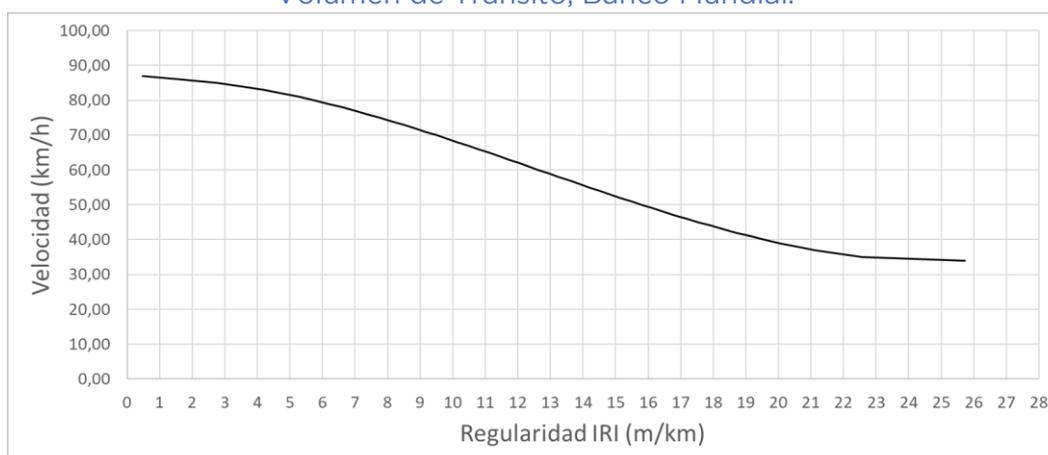
Para el caso particular del IRI (International Roughness Index), parámetro de especial importancia que describe un estado de calidad general de la vía, pues en él se repercuten otros deterioros de manera indirecta, se aplican expresiones de tipo empírico que arrojan valores de regularidad en función de otro parámetro que sea medible con mayor facilidad.

En el caso de caminos lastrados o que no tienen capa de rodadura asfaltada o de hormigón, existe el problema de medir adecuadamente el IRI, ya que este parámetro fue ideado para vías asfaltadas en principio.

De otro lado, el Banco Mundial junto a otros organismos, desarrollaron HDM y RED, este último como una solución para análisis de vías no pavimentadas y de bajo tráfico. En el modelo RED se trabaja con la siguiente expresión (Roads Economic Decision Model (RED), Modelo de Evaluación Económica de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, Banco Mundial) que relaciona la velocidad de operación vehicular (km/h) con el IRI (m/km) de una vía, la cual ha sido aprobada por el CONGOPE:

$$v = 0.0073 (IRI)^3 - 0.2767(IRI)^2 + 0.2562(IRI) + 86.24$$

Figura 19. Relación de la regularidad IRI con la velocidad del vehículo en carreteras sin pavimentar. Elaboración propia a partir de Roads Economic Decision Model (RED), Modelo de Evaluación Económica de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, Banco Mundial.

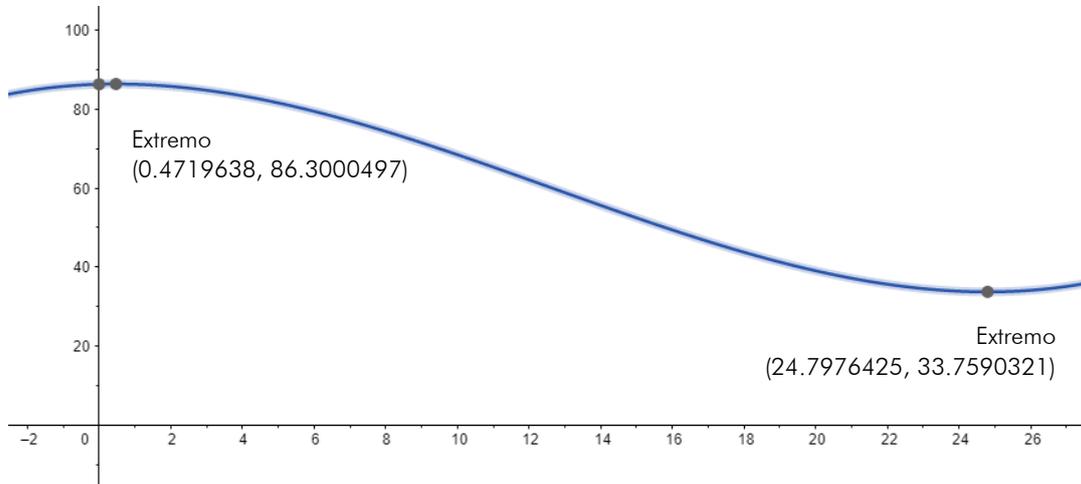


Hay que mencionar que la expresión anterior tiene ciertas limitaciones matemáticas, relacionadas con los extremos de la función. Realizando la derivada de la función e igualando a cero, se obtienen los máximos y mínimos, donde:

- Para una velocidad de $v=86.30$ km/h la función presenta un máximo. Este valor de velocidad equivale a un $IRI=0.47$ m/km. Además, el término independiente de la función 86.24 marca la intersección de la función con el eje de ordenadas, es decir un valor de $IRI=0$. Por tanto, matemáticamente, no va a ser posible obtener valores de IRI para velocidad superiores a estos valores. No obstante, y por razones técnicas, es recomendable evaluar la asignación de IRI bajo esta fórmula para valores de velocidad alta (del entorno de 85 km/h), ya que la función arroja valores de regularidad difícilmente alcanzables en la realidad en vías sin pavimentar.
- Por otro lado, para una velocidad de $v=33.76$ km/h, se alcanza el mínimo de la función, con un $IRI=24.80$ m/km. Es decir, matemáticamente no es posible obtener valores de IRI para velocidades inferiores a 33.76 km/h a través de esta fórmula.

Las limitaciones matemáticas anteriores se pueden observar con mayor claridad a través de la representación cartesiana de la función, la cual se muestra en las siguientes figuras.

Figura 20. Representación algebraica de la función $v=f(IRI)$, con la identificación de los extremos, máximo y mínimo local. Elaboración propia.



En el caso de las vías pavimentadas de concreto asfáltico y de tratamiento bituminoso, es posible obtener los valores de IRI a partir de la velocidad promedio (VELPROM) y el estado superficial (ESUPERF). Para ello se aplican las siguientes expresiones:

- Se considera el rango de PSI (Present Serviceability Index) de acuerdo al estado de la vía, según los siguientes valores:

Tabla 53. Relación entre el PSI y Condición

PSI	CONDITION
0-1	Very poor
1-2	Poor
2-3	Fair
3-4	Good
4-5	Very good

Se considera el estado de la superficie (ESUPERF) en función de sus cuatro valores (Bueno, Regular, Malo y no especificado), según la siguiente tabla:

Tabla 54. Relación entre el PSI, Condición y ESUPERF

PSI	CONDITION	ESUPERF
0-1	Very poor	Malo
1-2	Poor	Regular
2-3	Fair	Bueno
3-4	Good	
4-5	Very good	

Se considera la velocidad promedio (VELPROM) de acuerdo a los intervalos que se muestra:

Tabla 55. Relación entre el PSI, Condición, ESUPERF y VELPROM

PSI	CONDITION	ESUPERF	VELPROM
0-1	Very poor	Malo	V<30
1-2	Poor	Regular	30<v<50
2-3	Fair	Bueno	50<V<90
3-4	Good		90<V<100
4-5	Very good		100<V

Cuando la ESUPERF no se haya especificado en la BBDD del Inventario Vial, se tomará en cuenta únicamente la velocidad VELPROM.

- Se calcula el valor de IRI para cada valor del PSI de los intervalos de velocidad mostrados y considerando el estado de la capa superficial de la vía, de acuerdo a las expresiones:

- Cuando $0 < IRI < 4700$ mm/km

$$PSI = 5 - \frac{14 \cdot IRI}{22100}$$

- Cuando $IRI > 4700$ mm/km

$$PSI = 5 \cdot e^{(0.198 - 0.000261 \cdot IRI)}$$

Para valores intermedios de velocidad en un intervalo dado, se calcula el valor intermedio de PSI de manera lineal en el intervalo donde aplique. Con el valor obtenido para PSI, se calcula el valor de IRI.

Los intervalos de IRI calculados para los intervalos de PSI considerando ESUPERF y VELPROM quedan de la siguiente manera:

Tabla 56. Obtención de valores de IRI en función de ESUPERF y VELPROM

PSI	CONDITION	ESUPERF	VELPROM	IRI (mm/km)	IRI (m/km)
0-1	Very poor	Malo	V<30	$PSI = 5 \cdot e^{(0.198 - 0.000261 \cdot IRI)}$	6.71<IRI
1-2	Poor	Regular	30<v<50		4.15<IRI<6.71
2-3	Fair	Bueno	50<V<90	$PSI = 5 - \frac{14 \cdot IRI}{22100}$	3.16<IRI<4.74
3-4	Good		90<V<100		1.58<IRI<3.16
4-5	Very good		100<V		IRI<1.58

En el caso de las vías pavimentadas con hormigón, también es posible obtener los valores de IRI a partir de la velocidad promedio (VPROM) y del estado superficial (ESUPERF). Para ello se aplican las siguientes expresiones:

Se considera el rango de PSR (Present Serviceability Rating), de acuerdo al estado de la vía (Manual HDM, V6: Modelling Road Deterioration and Work Effects, sección C5. Roughness).

Tabla 57. Relación entre el PSR y la Condición

PSR	CONDITION
0-1	Very poor
1-2	Poor
2-3	Fair
3-4	Good
4-5	Very good

- Se considera el estado de la superficie (ESUPERF), esta variable puede tener cuatro valores: Bueno, Regular, Malo y no especificado.

Tabla 58. Relación entre el PSI, Condición y ESUPERF

PSR	CONDITION	ESUPERF
0-1	Very poor	Malo
1-2	Poor	Regular
2-3	Fair	Bueno
3-4	Good	
4-5	Very good	

- Se considera la velocidad (VELPROM) de acuerdo a los intervalos que se muestran:

Tabla 59. Relación entre el PSI, Condición, ESUPERF y VELPROM

PSR	CONDITION	ESUPERF	VELPROM
0-1	Very poor	Malo	V<30
1-2	Poor	Regular	30<v<50
2-3	Fair	Bueno	50<V<90
3-4	Good		90<V<100
4-5	Very good		100<V

- Se calcula el valor de IRI para cada valor de PSR de los intervalos de velocidad mostrados y considerando el estado de la capa superficial de la vía, de acuerdo a la expresión (Manual HDM, V6: Modelling Road Deterioration and Work Effects, sección C5. Roughness):

$$IRI = -3.67 \cdot \ln(0.2 \cdot PSR)$$

Para valores intermedios de velocidad en un intervalo dado, se calcula el valor intermedio de PSR de manera lineal en el intervalo que aplique. Con el valor obtenido para PSR, se calcula el valor de IRI.

Los intervalos de IRI calculados para los intervalos de PSR considerando ESUPERF y VELPROM quedan de la siguiente manera:

Tabla 60. Obtención de valores de IRI en función de ESUPERF y VELPROM

PSR	CONDITION	ESUPERF	VELPROM	IRI (mm/km)	IRI (m/km)
0-1	Very poor	Malo	V<30	$IRI = -3.67 \cdot \ln(0.2 \cdot PSR)$	5.90<IRI
1-2	Poor	Regular	30<v<50		3.36<IRI<5.90
2-3	Fair	Bueno	50<V<90		1.87<IRI<3.36
3-4	Good		90<V<100		0.81<IRI<1.87
4-5	Very good		100<V		IRI<0.81

Por otra parte, además de valores de la regularidad, HDM-4 requiere otros parámetros para la descripción del estado del pavimento, los cuales se describen en las siguientes tablas.

Tabla 61. Asignación de otros parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla I).

TIPO DE PAVIMENTO	PARÁMETRO	UNIDADES	Estatal-Cab. Provincial			Estatal - Cab. Cantonal		
			BUENO	REG.	MALO	BUENO	REG.	MALO
CONCRETO ASFÁLTICO - TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO	SFC	°/1	0.65	0.55	0.4	0.65	0.55	0.4
	TEXTURA	mm	0.85	0.75	0.65	0.85	0.75	0.65
	SN	cm	3.5	2.75	2	3,5	2.75	2
	ESPESOR	mm	120	120	120	120	120	120
	BACHES	No/km	0	2	5	0	2	5

	FISURACIÓN TOTAL	%	2%	5%	10%	2%	5%	10%
	FISURACIÓN ANCHA	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
	FISURACIÓN TERMICA	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
	PELADURAS	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
	RODERAS	mm	0	5	10	0	5	10
	ROTURA DE BORDE	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
HORMIGÓN	ESPESOR DE LOSA	mm	30	30	30	30	30	30
	LONGITUD DE LOSA	m	4	4	4	4	4	4
	ESCALONAMIENTO	mm	0	2,5	5	0	2,5	5
	JUNTAS DESPOTILLADAS	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
	LOSAS AGRIETADAS	%	0%	5%	10%	0%	5%	10%
	GRIETAS DETERIORADAS	No/km	0	5	10	0	5	10
SIN PAVIMENTAR (LASTRE, TIERRA, EMPEDRADO)	ESPESOR CAPA LASTRE	mm	NO APLICA					

Tabla 62. Asignación de parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla II).

TIPO DE PAVIMENTO	PARÁMETROS	UNIDADES	Estatal-cab. Parroquial/Estatal-Asent humano			Cantón-Cantón			Parroquia rural-Parroquia rural		
			BUENO	REG.	MALO	BUENO	REG.	MALO	BUENO	REG.	MALO
CONCRETO ASFÁLTICO - TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO	SFC (ROZAMIENTO)	°/1	0.65	0.55	0.4	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4
	TEXTURA	mm	0.85	0.75	0.65	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6
	NUMERO ESTRUCTURAL	cm	3.5	2.75	2	3.5	2.75	2	3	2.5	2
	ESPESOR	mm	120	120	120	120	120	120	80	80	80
	BACHES	No/km	0	2	5	3	6	10	5	10	15
	FISURACION TOTAL	%	2%	5%	10%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
	FISURACION ANCHA	%	0%	5%	10%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
	FISURACION TERMICA	%	0%	5%	10%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
	PELADURAS	%	0%	5%	10%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
RODERAS	mm	0	5	10	5	10	15	5	15	20	
ROTURA DE BORDE	%	0%	5%	10%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	
HORMIGÓN	ESPESOR DE LOSA	mm	30	30	30	25	25	25	25	25	25
	LONGITUD DE LOSA	m	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	ESCALONAMIENTO	mm	0	2,5	5	1	5	10	5	10	15
	JUNTAS DESPOTILLADAS	%	0%	5%	10%	10%	15%	20%	10%	15%	20%
	LOSAS AGRIETADAS	%	0%	5%	10%	10%	15%	20%	15%	20%	25%
	GRIETAS DETERIORADAS	No/km	0	5	10	10	15	20	10	15	20
SIN PAVIMENTAR (LASTRE, TIERRA, EMPEDRADO)	ESPESOR CAPA LASTRE	mm	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	150	100	50	150	100	50

Tabla 63. Asignación de parámetros de condición en función del estado de la superficie (tabla III).

TIPO DE PAVIMENTO	PARÁMETROS	UNIDADES	Cab. Parr rural-Asent humano			Asent humano-Asent humano			Otro		
			BUENO	REG.	MALO	BUENO	REG.	MALO	BUENO	REG.	MALO
CONCRETO ASFÁLTICO - TRATAMIENTO	SFC (ROZAMIENTO)	°/1	0.55	0.45	0.35	0.55	0.45	0.35	0.55	0.45	0.35
	TEXTURA	mm	0.75	0.65	0.55	0.7	0.55	0.4	0.6	0.45	0.3

SUPERFICIAL BITUMINOSO	NUMERO ESTRUCTURAL	cm	3	2,5	2	3	2,5	2	2,5	2	1,5
	ESPESOR	mm	80	80	80	80	80	80	50	50	50
	BACHES	No/km	5	10	15	5	15	20	10	15	20
	FISURACION TOTAL	%	10%	15%	20%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	FISURACION ANCHA	%	10%	15%	20%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	FISURACION TERMICA	%	10%	15%	20%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	PELADURAS	%	10%	15%	20%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	RODERAS	mm	10	15	20	15	20	25	15	20	25
	ROTURA DE BORDE	%	10%	15%	20%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
HORMIGÓN	ESPESOR DE LOSA	mm	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	LONGITUD DE LOSA	m	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	ESCALONAMIENTO	mm	5	10	15	5	10	15	10	17,5	25
	JUNTAS DESPOTILLADAS	%	15%	20%	25%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	LOSAS AGRIETADAS	%	15%	20%	25%	15%	20%	25%	15%	20%	25%
	GRIETAS DETERIORADAS	No/km	15	20	25	15	20	25	15	20	25
SIN PAVIMENTAR (LASTRE, TIERRA, EMPEDRADO)	ESPESOR CAPA LASTRE	mm	150	100	50	150	100	50	100	62,5	25

13.3.1.3. Tráfico (TPDA)

En el inventario de la Red Vial Provincial se determinó el dato para cada tramo vial del conteo de vehículos en base al tráfico observado. A partir de este dato, es necesario aplicar los **factores de estacionalidad** pertinentes para la correcta obtención del TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) y poder así introducir el volumen de tráfico en HDM-4. Además, el conteo se realizó por tipo de vehículo, por lo que en HDM-4 será posible introducir el TPDA por tipo de vehículo, lo que confiere una mayor precisión al estudio.

La expresión y los factores de estacionalidad a aplicar sobre el tráfico observado (T_o) que figura en la BBDD homologada del inventario de la Red Vial Provincial, son los siguientes:

$$TPDA = T_o \cdot FH \cdot FD \cdot FS \cdot FM$$

Donde:

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual (vh/día)

T_o : tráfico observado

FH: factor de tráfico horario

FD: factor de tráfico diario

FS: factor de horario semanal

FM: factor de horario mensual

Respecto al FH, se le ha asignado un valor del 5%, tomado como variación de tráfico horario en las redes viales provinciales de acuerdo con su naturaleza; respecto a FD y FS, ambos toman un valor del 0%, valor recomendado por el CONGOPE dada la forma en la que fueron recopilados los datos para la base de datos disponible y utilizada en el presente estudio; respecto al FM, pese a que el MTOP (Ministerio de Transportes y Obras Públicas) dispone de datos por provincia para este factor, no es posible establecer uno debido a que no se dispone de datos de fechas de cuándo fueron realizados los conteos de tráfico observado. Por lo tanto, se establecerá un valor del 0% para el factor mensual.

Con todo lo anterior y aplicando la fórmula, se aumentará el valor de To (tráfico observado) un 5% del valor registrado en la BBDD del Inventario de la Red Vial Provincial.

Respecto a las **proyecciones de tráfico futuro**, según datos proporcionados por el CONGOPE y por el MTOP (Ministerio de Transportes y Obras Públicas), atienden a los siguientes valores, de forma general a nivel nacional:

- Livianos: aumento interanual del 4%
- Buses: aumento interanual del 3.5%
- Camiones: aumento interanual del 5%

Además, en aquellos tramos en los que se realiza una actividad de mejora en el escenario optimista dentro del grupo de corredores estratégicos prioritarios, consistente en pavimentar las carreteras de tierra, ripio o empedradas, se ha considerado que se produce un aumento del tránsito del 50% durante el primer año de puesta en servicio, entendido como **tráfico generado** debido a la mejora. En los años sucesivos de operación, el incremento interanual atiende a los valores anteriormente mencionados de 4%, 3.5% y 5% para los vehículos livianos, buses y camiones, respectivamente.

13.3.2. Flota vehicular

Los principales (cuando no los únicos) beneficios considerados en la metodología de evaluación utilizada por el HDM-4 son aquellos resultantes de los menores costos de operación vehicular y tiempo de viaje. Para redes con tránsito importantes de vehículos estos costos son muy superiores a los montos de la inversión realizada en obras y mantenimiento.

Resulta esencial que toda la información referida a la flota sea lo más precisa posible, tanto la correspondiente a la caracterización de los vehículos, los volúmenes de tránsito y las tasas de crecimiento esperadas.

Con respecto a los parámetros que caracterizan la flota vehicular se han utilizado los aportados en las siguientes tablas.

Tabla 64. Parque vehicular – características básicas y peso promedio. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE

Tipos de vehículos Motorizados	Espacio equivalente Veh. Pasajeros PCSE	Nº ruedas (nº/veh)	Nº ejes (nº/veh)	Tipo de neumáticos	Nº de renovaciones (nº)	Costo renovación (%)	Ejes equivalentes 8.16 ton ESALF (nº/vh)	Peso bruto operación (ton)
Automóviles	1.00	4	2	Radial	-	-	0.005	0.50
Camioneta	1.00	4	2	Radial	-	-	0.005	1.00
Buses	2.00	6	2	Diagonal	1.3	43.8	0.584	10.00
Camiones C2	3.00	6	2	Diagonal	1.3	43.8	4.468	18.00
Camiones C3	2.00	10	3	Diagonal	1.3	45.0	4.343	27.00
Camiones C5	2.60	18	5	Diagonal	1.3	45.0	7.421	47.00

Tabla 65. Parque vehicular - costos unitarios. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE

Tipos de vehículos Motorizados	Método de vida	Kilometraje anual (km/año)	Horas trabajadas por año (h/año)	Vida útil promedio (años)	Uso privado (%)	Nº tripulantes (nº/vh)	Nº pasajeros (nº/vh)	Viajes trabajo (%)
Automóviles	Constante	18000	1300	8.00	75.00	-	2.70	75.00
Camioneta	Constante	30000	1300	10.00	36.00	-	2.60	64.00
Buses	Óptimo	70000	2070	10.00	-	2.00	20.00	75.00
Camiones C2	Óptimo	70000	1750	12.00	-	1.00	-	-
Camiones C3	Óptimo	86000	2050	14.00	-	1.00	-	-
Camiones C5	Óptimo	86000	2050	14.00	-	1.00	-	-

Tabla 66. Parque vehicular - costos unitarios. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE

Tipos de vehículos Motorizados	Vehículo nuevo (USD/vh)	Neumático nuevo (USD/vh)	Combustible gasolina (USD/l)	Combustible diesel (USD/l)	Aceite lubricante (USD/l)	Mano obra mantenimiento (USD/h)	Salario tripulación (USD/h)	Fijo al año (USD/año)	Capital (%)
Automóviles	8472	78.64	0.383	-	5.34	7.74	1.24	281	8.00
Camioneta	12271	119.13	0.383	-	5.34	7.74	1.24	376	8.00
Buses	65089	200.00	-	0.270	5.42	12.92	9.61	845	8.00
Camiones C2	47720	243.00	-	0.270	5.42	12.92	8.80	1569	8.00
Camiones C3	96863	243.48	-	0.270	5.42	12.92	8.85	1931	8.00
Camiones C5	117793	250.00	-	0.270	5.42	12.92	8.85	2776	8.00

Tabla 67. Parque vehicular - costo del tiempo. Fuente: datos suministrados por el CONGOPE

Tipos de vehículos Motorizados	Pasajero trabajando (USD/h)	Pasajero no trabajando (USD/h)	Carga (USD/h)
Automóviles	2.10	0.90	-
Camioneta	2.10	0.90	-
Buses	2.10	0.90	-
Camiones C2	-	-	0.05
Camiones C3	-	-	0.05
Camiones C5	-	-	0.05

13.3.3. Costo de las intervenciones consideradas

Los costos de las obras y el mantenimiento determinan el monto de la inversión que se hará, por tal motivo resulta un aspecto crítico. Los costos fueron proporcionados por CONGOPE en base a los costos referenciales del MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 68. Costo de las intervenciones consideradas de conservación, mejoramiento y mantenimiento rutinario. Fuente datos suministrados por el CONGOPE.

COSTE DE ACTUACIONES REFERENCIALES MTOP (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS)			PROVINCIA TIPO		
Tipo	Superficie	Detalle	ECONÓMICO	FINANCIERO	UNIDAD
CONSERVACIÓN	CA	Mantenimiento rutinario	\$ 319.35	\$ 391.84	KM*AÑO
		Recapeo 4 cm	\$ 4.48	\$ 5.50	m

COSTE DE ACTUACIONES REFERENCIALES MTOPI (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS)			PROVINCIA TIPO		
Tipo	Superficie	Detalle	ECONÓMICO	FINANCIERO	UNIDAD
		Fresado 3 cm + reposición 3 cm	\$ 3.74	\$ 4.60	m
		Slurry	\$ 1.12	\$ 1.37	m
		Bacheo	\$ 117.12	\$ 143.70	m
	TB	Mantenimiento rutinario	\$ 530.16	\$ 650.50	KM*AÑO
		Doble tratamiento superficial	\$ 2.43	\$ 2.98	m
		Tratamiento superficial	\$ 1.79	\$ 2.20	m
		Bacheo	\$ 117.12	\$ 143.70	m
	GR	Mantenimiento rutinario	\$ 1544.63	\$ 1895.26	KM*AÑO
		Recargo 10 cm	\$ 6.29	\$ 7.72	m
		Perfilado (regularización)	\$ 0.24	\$ 0.29	m
		Bacheo	\$ 6.29	\$ 7.72	m
MEJORAMIENTO	GR	Doble Tratamiento Bituminoso Superficial	\$ 3.24	\$ 3.98	m
		Doble Tratamiento Bituminoso Superficial sobre base estabilizada con emulsión	\$ 4.56	\$ 5.59	m

14. PLAN PLURIANUAL DE INVERSIONES – RESULTADOS HDM-4

Siguiendo la metodología general del proyecto, la siguiente fase es realizar un Plan Plurianual de Inversiones como parte final de los aspectos operativos del mismo.

Figura 21. Metodología general del proyecto. Estado de avance: Plan Plurianual de Inversiones. Elaboración propia.



Para ello, se han determinado los requerimientos presupuestales de la Red Vial Provincial para un horizonte de 15 años usando HDM-4.

Fueron modelados dos escenarios presupuestales, un Escenario 1 donde se establecieron intervenciones diferenciales en la red vial según se trataba de “Corredores Estratégicos”, “Corredores Secundarios” u “Otras Vías”. Por otro lado, se modeló un Escenario 2 en el cual se evaluaron alternativas que determinan la realización de las intervenciones de conservación y mejoras económicamente más rentables y en las cuales no se prioriza ni mejora la condición de la red por su importancia ni consideraciones estratégicas o geopolíticas.

Para cada tramo homogéneo se modeló el comportamiento de la carretera frente a diferentes tipos de intervenciones planteadas en las estrategias y se determinó, para un horizonte de 15 años la necesidad de inversión, así como la necesidad de mantenimiento (y sus costos asociados), para cada uno de los tres grupos (corredores estratégicos prioritarios, corredores secundarios y otros).

De forma simultánea el modelo calcula los costos de operación vehicular (costos de los usuarios) en función de la condición del pavimento, lo que permite evaluar las diferencias entre los ahorros de coste de la sociedad que, computándolos contra los gastos de la agencia, es posible determinar la rentabilidad de las

alternativas, expresadas a través de los indicadores económicos TIR (Tasa Interna de Retorno) y VAN (Valor Actual Neto)³.

A continuación, se indican para cada uno de los escenarios considerados una síntesis de los resultados, los cuales se pueden ver en forma detallada en sus anexos correspondientes.

14.1. ESCENARIO DESEABLE

El Escenario 1 (en adelante E1) busca no solo permitir la transitabilidad de la Red Vial Provincial, sino jerarquizar y priorizar aquellas vías que son corredores estructurantes dentro de dicha red. Por ello, se han planteado estrategias con tipos de intervención y niveles de calidad diferentes para los “Corredores estratégicos”, “Corredores secundarios” y “Otros caminos”.

Los Anexos 4 y 5 muestran el detalle de las intervenciones en cada tramo de la red, obtenido a través de HDM-4. Cabe aclarar que la fecha y tipo de intervención resultante de un estudio de este tipo permiten establecer meramente una fecha referencial y una tipología de inversión, la obra a realizar deberá ser producto de un estudio específico.

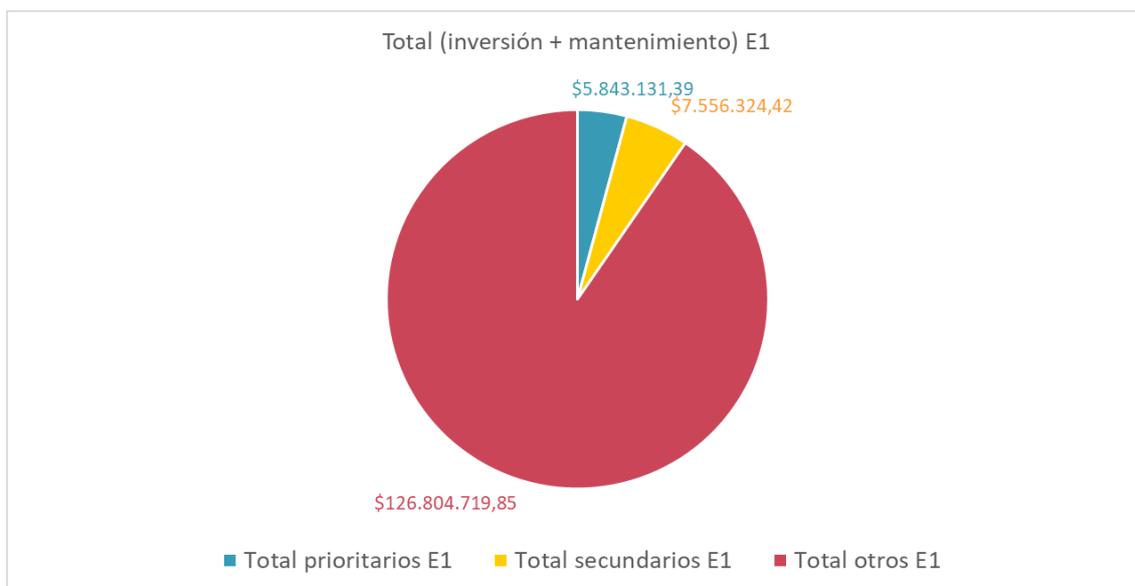
En la tabla y en la figura que se presentan a continuación, se muestran los requerimientos presupuestales anuales y quinquenales para cada uno de los grupos de estrategia (corredores prioritarios estratégicos, corredores secundarios y otros (resto de la red)) que satisfacen los umbrales de calidad y planteamiento estratégico del E1.

Tabla 69. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total prioritarios E1		Total secundarios E1		Total otros E1	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 1.216.623,36	\$ 2.108.015,52	\$ 1.924.853,15	\$ 3.258.529,15	\$ 14.980.948,35	\$ 42.482.764,19
2020	\$ 222.848,04		\$ 228.024,44		\$ 2.881.567,98	
2021	\$ 222.848,04		\$ 535.773,82		\$ 6.697.879,76	
2022	\$ 222.848,04		\$ 243.659,67		\$ 11.267.817,95	
2023	\$ 222.848,04		\$ 326.218,07		\$ 6.654.550,15	
2024	\$ 222.848,04	\$ 1.552.775,86	\$ 482.207,22	\$ 2.087.625,86	\$ 4.887.908,86	\$ 37.333.591,13
2025	\$ 451.528,99		\$ 265.874,00		\$ 12.048.662,02	
2026	\$ 222.848,04		\$ 355.614,14		\$ 6.103.354,17	
2027	\$ 222.848,04		\$ 235.577,45		\$ 7.889.661,34	
2028	\$ 432.702,75		\$ 748.353,05		\$ 6.404.004,74	
2029	\$ 1.062.266,90	\$ 2.182.340,01	\$ 241.730,58	\$ 2.210.169,41	\$ 12.709.499,35	\$ 46.988.364,53
2030	\$ 222.848,04		\$ 377.738,31		\$ 8.620.625,77	
2031	\$ 451.528,99		\$ 1.072.505,49		\$ 3.159.470,53	
2032	\$ 222.848,04		\$ 270.312,30		\$ 12.972.416,51	
2033	\$ 222.848,04		\$ 247.882,73		\$ 9.526.352,37	
Total	\$ 5.843.131,39	\$ 5.843.131,39	\$ 7.556.324,42	\$ 7.556.324,42	\$ 126.804.719,85	\$ 126.804.719,85

³ Se ha empleado una tasa de descuento de 12%.

Figura 22. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.



Puede apreciarse que el mayor requerimiento presupuestal es en “otros caminos”, lo que denota que la política de promoción de corredores estratégicos y secundarios no afecta de modo sensible a los recursos totales del sector.

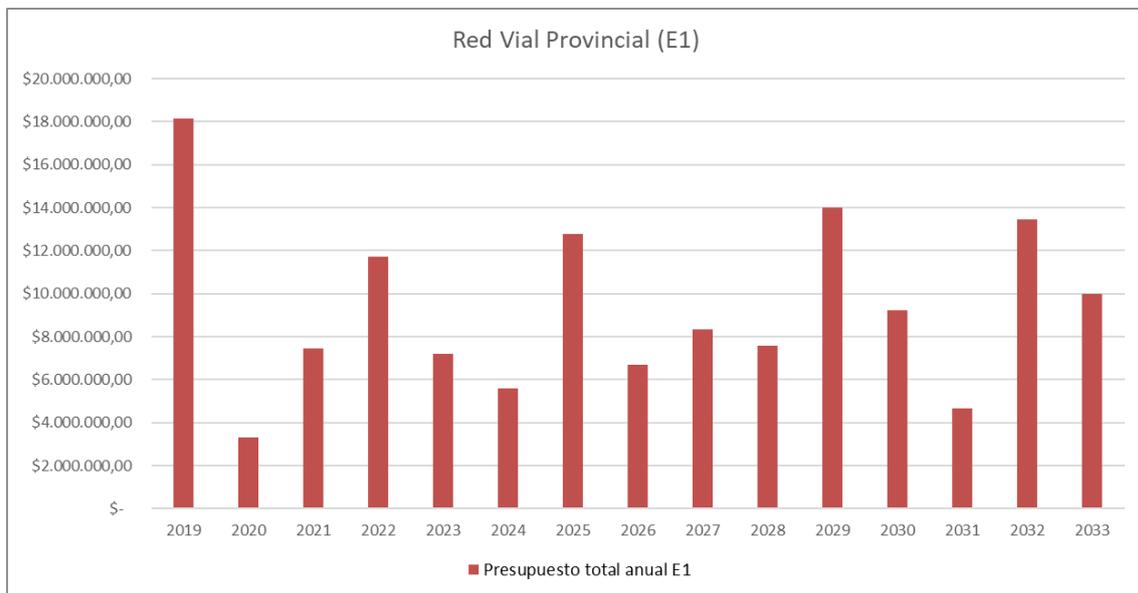
En cuanto al desglose entre mantenimiento e inversión se han obtenido los resultados de la siguiente tabla, donde puede observarse que, en ocasiones, dependiendo del año, el requerimiento en mantenimiento es superior al de inversión-conservación, pero analizado desde el punto de vista quinquenal, es notable el esfuerzo en inversión a realizar tanto a corto, como a medio, como a largo plazo.

Tabla 70. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E1 - total					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 15.152.834,99	\$ 33.001.359,51	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 18.122.424,86	\$ 47.849.308,86
2020	\$ 362.850,59		\$ 2.969.589,87		\$ 3.332.440,46	
2021	\$ 4.486.911,75		\$ 2.969.589,87		\$ 7.456.501,62	
2022	\$ 8.764.735,79		\$ 2.969.589,87		\$ 11.734.325,66	
2023	\$ 4.234.026,39		\$ 2.969.589,87		\$ 7.203.616,26	
2024	\$ 2.623.374,25	\$ 26.126.043,50	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 5.592.964,12	\$ 40.973.992,85
2025	\$ 9.796.475,14		\$ 2.969.589,87		\$ 12.766.065,01	
2026	\$ 3.712.226,48		\$ 2.969.589,87		\$ 6.681.816,35	
2027	\$ 5.378.496,96		\$ 2.969.589,87		\$ 8.348.086,83	
2028	\$ 4.615.470,67		\$ 2.969.589,87		\$ 7.585.060,54	
2029	\$ 11.043.906,96	\$ 36.532.924,60	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 14.013.496,83	\$ 51.380.873,95
2030	\$ 6.251.622,25		\$ 2.969.589,87		\$ 9.221.212,12	
2031	\$ 1.713.915,14		\$ 2.969.589,87		\$ 4.683.505,01	

2032	\$ 10.495.986,98		\$ 2.969.589,87		\$ 13.465.576,85	
2033	\$ 7.027.493,27		\$ 2.969.589,87		\$ 9.997.083,14	
Total	\$ 95.660.327,61	\$ 95.660.327,61	\$ 44.543.848,05	\$ 44.543.848,05	\$ 140.204.175,66	\$ 140.204.175,66

Figura 23. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red – E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.



En el gráfico anterior se muestra el presupuesto total requerido (mantenimiento + inversión) en el E1. Se puede apreciar que el primer año resulta ser el año más exigente desde el punto de vista económico tanto a corto, como a medio, como a largo plazo. Ello se debe a las actividades de mejora de las vías pertenecientes a la categoría “corredores principales estratégicos”, planteadas en este escenario como “puesta a punto”, consistentes en pavimentar aquellas vías que actualmente no lo están y pertenecen a dicha categoría; pero también se debe al mal estado actual en que se presentan las vías de toda la red de forma generalizada. Esto ocasiona que sea necesario actuar de inmediato el primer año en prácticamente toda la red, lo que conlleva unos requerimientos presupuestales a corto plazo muy altos, para así poder reducirlos en el medio y corto plazo, si lo que se desea es mantener unos umbrales de calidad altos (es decir, una condición excelente).

En cuanto a la calidad media que se consigue obtener aplicando las políticas planteadas en este primer escenario, son, de forma descriptiva y analizando los resultados obtenidos con HDM-4 (ver detalles en Anexo 5), las siguientes:

- Corredores prioritarios estratégicos: 100% de las vías pavimentadas en concreto asfáltico y tratamiento bituminoso superficial, con una regularidad media aproximada de 3 m/km, la cual presenta gran uniformidad durante los 15 años evaluados, debido a la efectividad del mantenimiento preventivo efectuado sobre este tipo de vías asfaltadas.
- Corredores secundarios: 50% de vías pavimentadas en concreto asfáltico, con una regularidad media aproximada de 7 m/km, la cual presenta una variación de 3 1 m/km en función del año.

- Otros, resto de la red: mayoritariamente vías sin pavimentar, con una regularidad media aproximada de 8 m/km, la cual presenta una variación de 3 1 m/km en función del año.

14.2. ESCENARIO MÍNIMO

El Escenario 2 (en adelante E2) pretende reducir el coste en inversiones, pero sin reducir excesivamente la calidad de la Red Provincial. Para ello se suprimen las intervenciones “Mejora: de camino sin pavimentar a vía con Tratamiento Bituminoso Superficial” del E1, aplicando en este caso para los caminos sin pavimentar las alternativas y niveles de calidad correspondientes a los Corredores Secundarios para este tipo de vías. Esto permite reducir los requerimientos presupuestales del primer grupo categorizado (corredores principales estratégicos), más de la mitad del monto.

Para los corredores secundarios se reduce el nivel de calidad o nivel de exigencia, lo que se traduce en un peor nivel de calidad de las vías que en el E1. No obstante, esta estrategia planteada de los corredores secundarios se comprueba que es inefectiva en esta provincia, pues no mantener las vías en una calidad buena de manera prolongada en el tiempo, hace que a largo plazo sea necesario un mayor gasto en inversión que en el E1. No obstante, los requerimientos presupuestales totales para los corredores secundarios son relativamente significativos, si bien se obtiene una calidad de las vías peor en el planteamiento del E2.

En cuanto al grupo otros caminos (resto de la red), como ya descrito, se le han exigido también umbrales de calidad menores que en el E1, por lo que la calidad de las vías disminuye y, por consiguiente, sus requerimientos presupuestales.

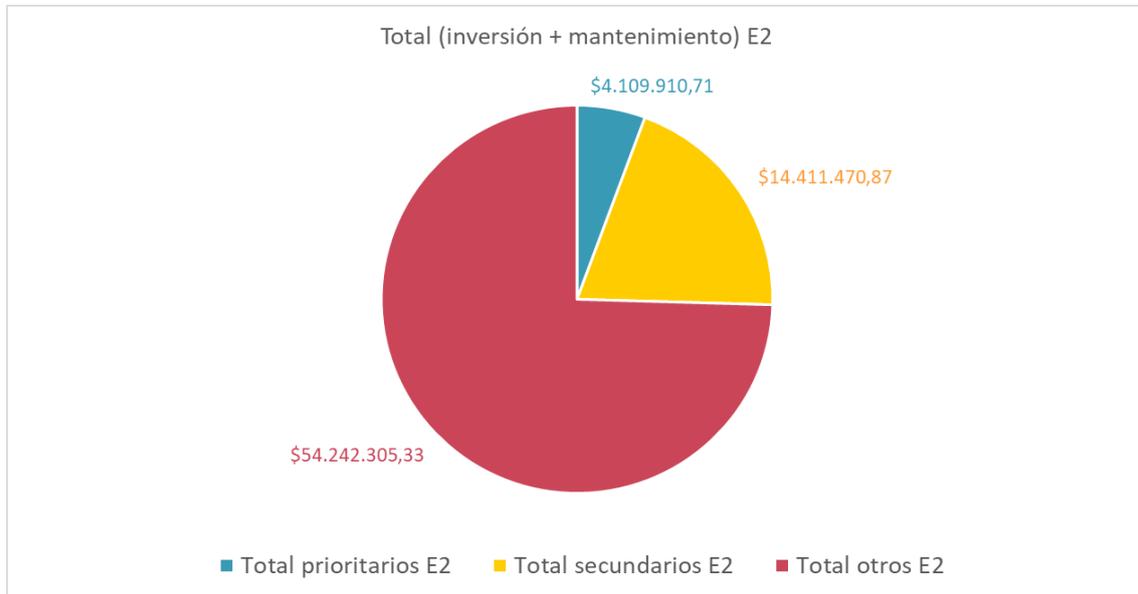
En la tabla y en la figura que se presentan a continuación, se muestran los requerimientos presupuestales anuales y quinquenales para cada uno de los grupos de estrategia (corredores prioritarios estratégicos, corredores secundarios y otros (resto de la red)) que satisfacen los umbrales de calidad y planteamiento estratégico del E2.

Tabla 71. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría – E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total prioritarios E2		Total secundarios E2		Total otros E2	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 983.359,65	\$ 1.554.801,66	\$ 1.077.005,73	\$ 4.104.083,60	\$ 2.972.952,56	\$ 17.687.765,85
2020	\$ 136.485,66		\$ 307.459,00		\$ 5.982.999,38	
2021	\$ 153.383,95		\$ 1.294.143,25		\$ 2.779.510,85	
2022	\$ 145.086,74		\$ 246.796,02		\$ 2.721.129,81	
2023	\$ 136.485,66		\$ 1.178.679,60		\$ 3.231.173,25	
2024	\$ 344.685,77	\$ 1.136.947,11	\$ 340.464,84	\$ 4.712.689,44	\$ 4.641.680,01	\$ 18.628.822,02
2025	\$ 136.485,66		\$ 1.510.596,88		\$ 3.008.311,09	
2026	\$ 154.470,30		\$ 196.283,77		\$ 3.433.746,91	
2027	\$ 136.485,66		\$ 2.395.723,50		\$ 3.335.271,37	
2028	\$ 364.819,72		\$ 269.620,45		\$ 4.209.812,64	
2029	\$ 136.485,66	\$ 1.418.161,94	\$ 1.474.754,74	\$ 5.594.697,83	\$ 3.021.390,74	\$ 17.925.717,46

2030	\$ 388.544,79		\$ 386.413,47		\$ 4.043.623,86	
2031	\$ 136.485,66		\$ 1.567.950,10		\$ 2.637.585,26	
2032	\$ 620.160,17		\$ 551.634,19		\$ 3.780.009,06	
2033	\$ 136.485,66		\$ 1.613.945,33		\$ 4.443.108,54	
Total	\$ 4.109.910,71	\$ 4.109.910,71	\$ 14.411.470,87	\$ 14.411.470,87	\$ 54.242.305,33	\$ 54.242.305,33

Figura 24. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) por tipo de categoría - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.



Al igual que en el E1, puede apreciarse que el mayor requerimiento presupuestal es en “otros caminos”, lo que denota que la política de promoción de corredores estratégicos y secundarios no afecta de modo sensible a los recursos totales del sector.

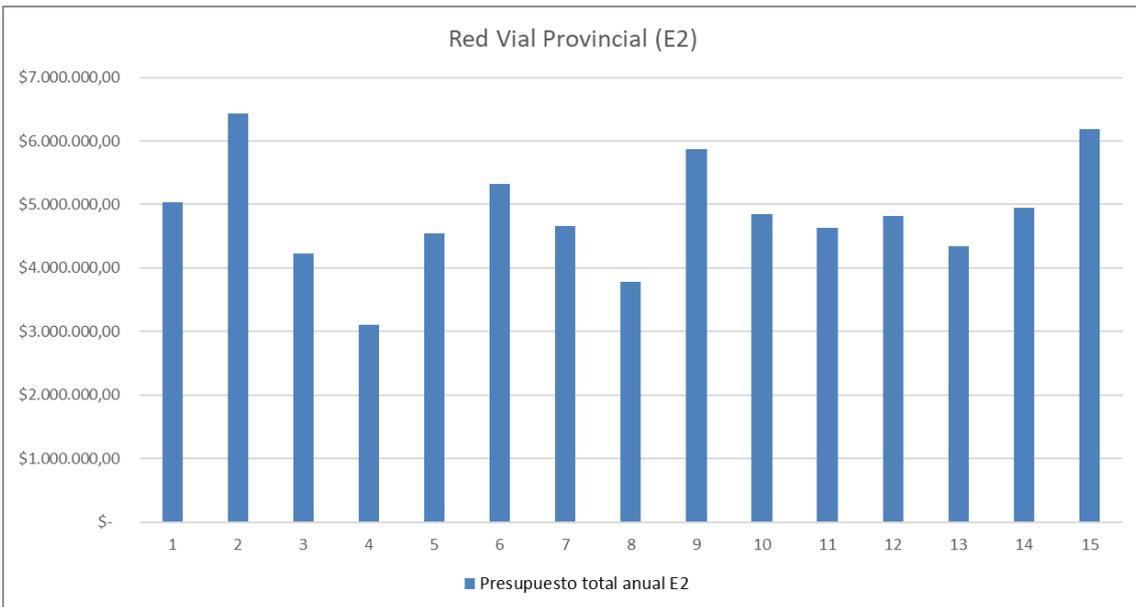
En cuanto al desglose entre mantenimiento e inversión se han obtenido los resultados de la siguiente tabla, donde puede observarse que el requerimiento en mantenimiento es en el corto, medio y largo plazo siempre superior al de inversión-conservación.

Tabla 72. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E2 - total					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 2.063.728,07		\$ 2.969.589,87		\$ 5.033.317,94	
2020	\$ 3.457.354,17		\$ 2.969.589,87		\$ 6.426.944,04	
2021	\$ 1.257.448,18	\$ 8.498.701,76	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 4.227.038,05	\$ 23.346.651,11
2022	\$ 143.422,70		\$ 2.969.589,87		\$ 3.113.012,57	
2023	\$ 1.576.748,64		\$ 2.969.589,87		\$ 4.546.338,51	
2024	\$ 2.357.240,75		\$ 2.969.589,87		\$ 5.326.830,62	
2025	\$ 1.685.803,76		\$ 2.969.589,87		\$ 4.655.393,63	
2026	\$ 814.911,11	\$ 9.630.509,22	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 3.784.500,98	\$ 24.478.458,57
2027	\$ 2.897.890,66		\$ 2.969.589,87		\$ 5.867.480,53	
2028	\$ 1.874.662,94		\$ 2.969.589,87		\$ 4.844.252,81	
2029	\$ 1.663.041,27	\$ 10.090.627,88	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 4.632.631,14	\$ 24.938.577,23

2030	\$ 1.848.992,25		\$ 2.969.589,87		\$ 4.818.582,12	
2031	\$ 1.372.431,15		\$ 2.969.589,87		\$ 4.342.021,02	
2032	\$ 1.982.213,55		\$ 2.969.589,87		\$ 4.951.803,42	
2033	\$ 3.223.949,66		\$ 2.969.589,87		\$ 6.193.539,53	
Total	\$ 28.219.838,86	\$ 28.219.838,86	\$ 44.543.848,05	\$ 44.543.848,05	\$ 72.763.686,91	\$ 72.763.686,91

Figura 25. Requerimientos presupuestales totales (inversión + mantenimiento) del total de la red - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.



Como puede apreciarse en el gráfico anterior, donde se muestra el presupuesto total requerido (mantenimiento + inversión) en el E2, la reducción en los umbrales de calidad en todos los grupos de categorías hace que se requiera una inversión inicial mucho menor (corto plazo), lo que permite equilibrar los requerimientos presupuestales de manera casi lineal, eso sí, con un empeoramiento de calidad de las vías.

No obstante, hay que destacar que, empleando esta estrategia de ahorro, se penaliza el largo plazo, pues como se observa en la tabla anterior, los requerimientos presupuestales aumentan en cada quinquenio.

Precisamente, en cuanto a la calidad media que se consigue obtener aplicando las políticas planteadas en este segundo escenario, son, de forma descriptiva y analizando los resultados obtenidos con HDM-4 (ver detalles en Anexo 5), las siguientes:

- Corredores prioritarios estratégicos: 60% vías pavimentadas en concreto asfáltico, con una regularidad media aproximada de 5 m/km, la cual presenta variaciones de 3 1 m/km en función del año.
- Corredores secundarios: 50% vías pavimentadas en concreto asfáltico, con una regularidad media aproximada de 8 m/km, la cual presenta una variación de 3 2 m/km en función del año.
- Otros, resto de la red: mayoritariamente vías sin pavimentar, con una regularidad media aproximada de 12 m/km, la cual presenta una variación de 3 4 m/km en función del año.

14.3. COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

En el siguiente apartado se pretende ofrecer una visión gráfica comparativa y desglosada de los resultados sobre los requerimientos presupuestarios obtenidos para los planteamientos anteriormente descritos: Escenario 1 (E1) y el Escenario 2 (E2).

14.3.1. Corredores prioritarios estratégicos.

Tabla 73. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores prioritarios - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E1 - prioritarios					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 1.080.137,70	\$ 1.425.587,22	\$ 136.485,66	\$ 682.428,30	\$ 1.216.623,36	\$ 2.108.015,52
2020	\$ 86.362,38		\$ 136.485,66		\$ 222.848,04	
2021	\$ 86.362,38		\$ 136.485,66		\$ 222.848,04	
2022	\$ 86.362,38		\$ 136.485,66		\$ 222.848,04	
2023	\$ 86.362,38		\$ 136.485,66		\$ 222.848,04	
2024	\$ 86.362,38	\$ 870.347,56	\$ 136.485,66	\$ 682.428,30	\$ 222.848,04	\$ 1.552.775,86
2025	\$ 315.043,33		\$ 136.485,66		\$ 451.528,99	
2026	\$ 86.362,38		\$ 136.485,66		\$ 222.848,04	
2027	\$ 86.362,38		\$ 136.485,66		\$ 222.848,04	
2028	\$ 296.217,09		\$ 136.485,66		\$ 432.702,75	
2029	\$ 925.781,24	\$ 1.499.911,71	\$ 136.485,66	\$ 682.428,30	\$ 1.062.266,90	\$ 2.182.340,01
2030	\$ 86.362,38		\$ 136.485,66		\$ 222.848,04	
2031	\$ 315.043,33		\$ 136.485,66		\$ 451.528,99	
2032	\$ 86.362,38		\$ 136.485,66		\$ 222.848,04	
2033	\$ 86.362,38		\$ 136.485,66		\$ 222.848,04	
Total	\$ 3.795.846,49	\$ 3.795.846,49	\$ 2.047.284,90	\$ 2.047.284,90	\$ 5.843.131,39	\$ 5.843.131,39

Tabla 74. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores prioritarios - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E2 - prioritarios					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 846.873,99	\$ 872.373,36	\$ 136.485,66	\$ 682.428,30	\$ 983.359,65	\$ 1.554.801,66
2020	\$ -		\$ 136.485,66		\$ 136.485,66	
2021	\$ 16.898,29		\$ 136.485,66		\$ 153.383,95	
2022	\$ 8.601,08		\$ 136.485,66		\$ 145.086,74	
2023	\$ -		\$ 136.485,66		\$ 136.485,66	
2024	\$ 208.200,11	\$ 454.518,81	\$ 136.485,66	\$ 682.428,30	\$ 344.685,77	\$ 1.136.947,11
2025	\$ -		\$ 136.485,66		\$ 136.485,66	
2026	\$ 17.984,64		\$ 136.485,66		\$ 154.470,30	
2027	\$ -		\$ 136.485,66		\$ 136.485,66	
2028	\$ 228.334,06		\$ 136.485,66		\$ 364.819,72	
2029	\$ -	\$ 735.733,64	\$ 136.485,66	\$ 682.428,30	\$ 136.485,66	\$ 1.418.161,94
2030	\$ 252.059,13		\$ 136.485,66		\$ 388.544,79	

2031	\$ -		\$ 136.485,66		\$ 136.485,66	
2032	\$ 483.674,51		\$ 136.485,66		\$ 620.160,17	
2033	\$ -		\$ 136.485,66		\$ 136.485,66	
Total	\$ 2.062.625,81	\$ 2.062.625,81	\$ 2.047.284,90	\$ 2.047.284,90	\$ 4.109.910,71	\$ 4.109.910,71

Figura 26. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

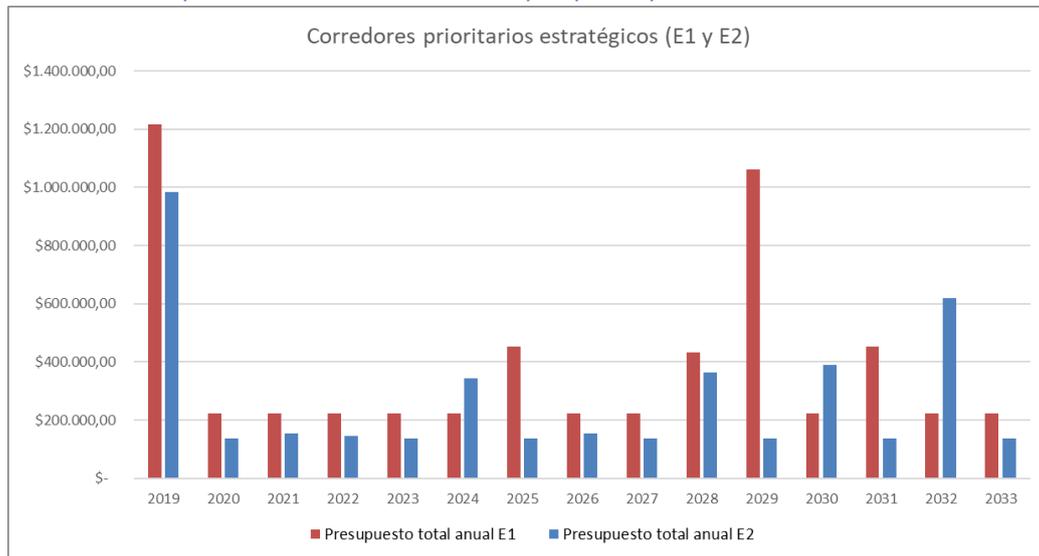


Tabla 75. Requerimientos presupuestales acumulados en corredores prioritarios – E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total acumulado E1	Total acumulado E2
2019	\$ 1.216.623,36	\$ 983.359,65
2020	\$ 1.439.471,40	\$ 1.119.845,31
2021	\$ 1.662.319,44	\$ 1.273.229,26
2022	\$ 1.885.167,48	\$ 1.418.316,00
2023	\$ 2.108.015,52	\$ 1.554.801,66
2024	\$ 2.330.863,56	\$ 1.899.487,43
2025	\$ 2.782.392,55	\$ 2.035.973,09
2026	\$ 3.005.240,59	\$ 2.190.443,39
2027	\$ 3.228.088,63	\$ 2.326.929,05
2028	\$ 3.660.791,38	\$ 2.691.748,77
2029	\$ 4.723.058,28	\$ 2.828.234,43
2030	\$ 4.945.906,32	\$ 3.216.779,22
2031	\$ 5.397.435,31	\$ 3.353.264,88
2032	\$ 5.620.283,35	\$ 3.973.425,05
2033	\$ 5.843.131,39	\$ 4.109.910,71

Figura 27. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

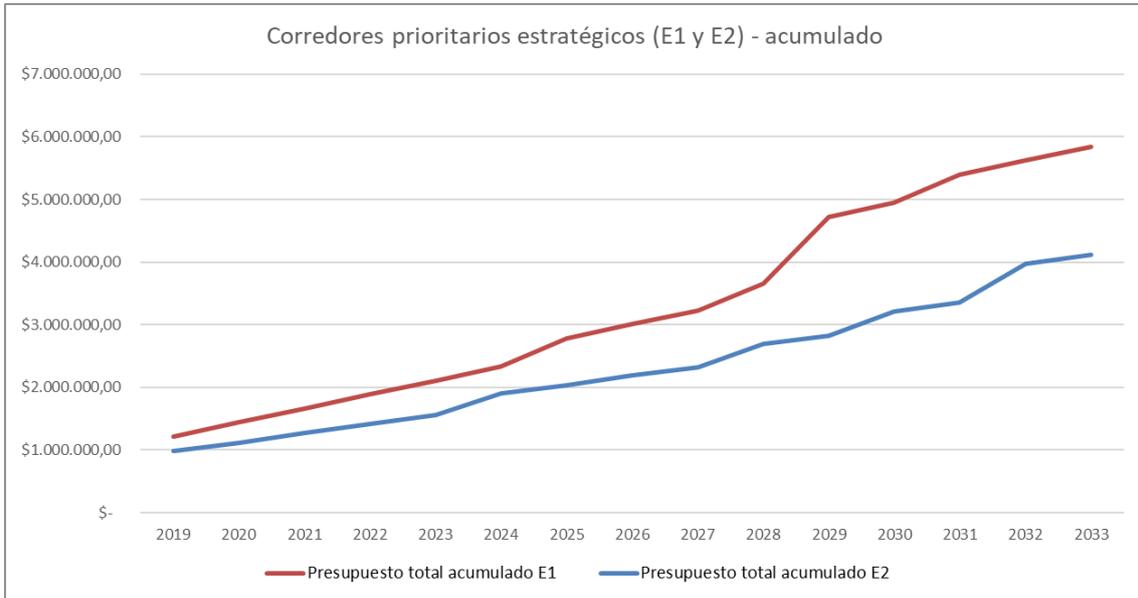


Tabla 76. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Escenario E1 vs Escenario E2 - prioritarios		
Ahorro inversión por quinquenio		
	ahorro E1-E2	%
2019-2023	\$ 553.213,86	39%
2024-2028	\$ 415.828,75	48%
2029-2033	\$ 764.178,07	51%
total	\$ 1.733.220,68	46%

Figura 28. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

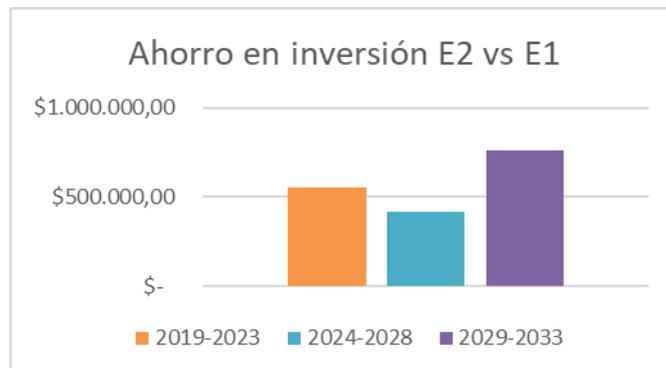
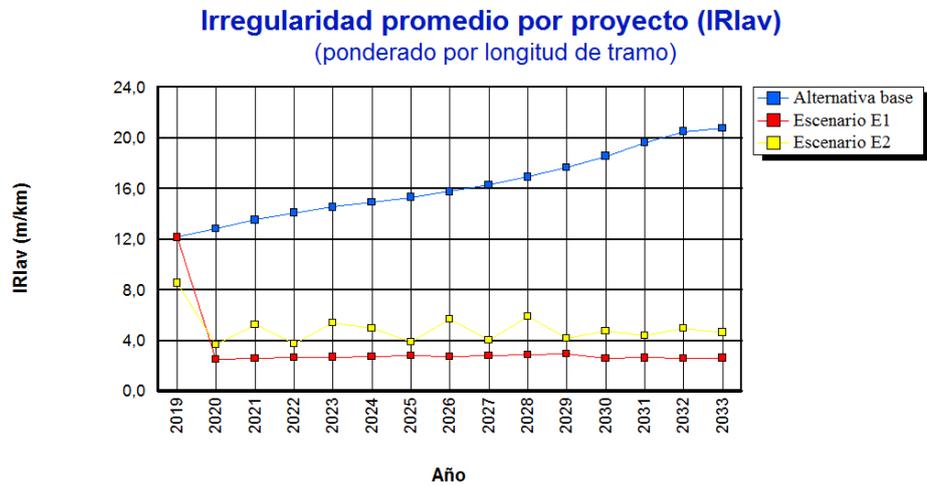


Figura 29. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en corredores prioritarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Sensibilidad: No se realizó análisis de sensibilidad



14.3.2. Corredores secundarios

Tabla 77. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores secundarios - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E1 - secundarios					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (Inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 1.728.569,38	\$ 2.277.110,30	\$ 196.283,77	\$ 981.418,85	\$ 1.924.853,15	\$ 3.258.529,15
2020	\$ 31.740,67		\$ 196.283,77		\$ 228.024,44	
2021	\$ 339.490,05		\$ 196.283,77		\$ 535.773,82	
2022	\$ 47.375,90		\$ 196.283,77		\$ 243.659,67	
2023	\$ 129.934,30		\$ 196.283,77		\$ 326.218,07	
2024	\$ 285.923,45	\$ 1.106.207,01	\$ 196.283,77	\$ 981.418,85	\$ 482.207,22	\$ 2.087.625,86
2025	\$ 69.590,23		\$ 196.283,77		\$ 265.874,00	
2026	\$ 159.330,37		\$ 196.283,77		\$ 355.614,14	
2027	\$ 39.293,68		\$ 196.283,77		\$ 235.577,45	
2028	\$ 552.069,28		\$ 196.283,77		\$ 748.353,05	
2029	\$ 45.446,81	\$ 1.228.750,56	\$ 196.283,77	\$ 981.418,85	\$ 241.730,58	\$ 2.210.169,41
2030	\$ 181.454,54		\$ 196.283,77		\$ 377.738,31	
2031	\$ 876.221,72		\$ 196.283,77		\$ 1.072.505,49	
2032	\$ 74.028,53		\$ 196.283,77		\$ 270.312,30	
2033	\$ 51.598,96		\$ 196.283,77		\$ 247.882,73	
Total	\$ 4.612.067,87	\$ 4.612.067,87	\$ 2.944.256,55	\$ 2.944.256,55	\$ 7.556.324,42	\$ 7.556.324,42

Tabla 78. Requerimientos presupuestales totales desglosados en corredores secundarios - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Escenario E2 - secundarios						
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 880.721,96	\$ 3.122.664,75	\$ 196.283,77	\$ 981.418,85	\$ 1.077.005,73	\$ 4.104.083,60
2020	\$ 111.175,23		\$ 196.283,77		\$ 307.459,00	
2021	\$ 1.097.859,48		\$ 196.283,77		\$ 1.294.143,25	
2022	\$ 50.512,25		\$ 196.283,77		\$ 246.796,02	
2023	\$ 982.395,83		\$ 196.283,77		\$ 1.178.679,60	
2024	\$ 144.181,07	\$ 3.731.270,59	\$ 196.283,77	\$ 981.418,85	\$ 340.464,84	\$ 4.712.689,44
2025	\$ 1.314.313,11		\$ 196.283,77		\$ 1.510.596,88	
2026	\$ -		\$ 196.283,77		\$ 196.283,77	
2027	\$ 2.199.439,73		\$ 196.283,77		\$ 2.395.723,50	
2028	\$ 73.336,68		\$ 196.283,77		\$ 269.620,45	
2029	\$ 1.278.470,97	\$ 4.613.278,98	\$ 196.283,77	\$ 981.418,85	\$ 1.474.754,74	\$ 5.594.697,83
2030	\$ 190.129,70		\$ 196.283,77		\$ 386.413,47	
2031	\$ 1.371.666,33		\$ 196.283,77		\$ 1.567.950,10	
2032	\$ 355.350,42		\$ 196.283,77		\$ 551.634,19	
2033	\$ 1.417.661,56		\$ 196.283,77		\$ 1.613.945,33	
Total	\$ 11.467.214,32	\$ 11.467.214,32	\$ 2.944.256,55	\$ 2.944.256,55	\$ 14.411.470,87	\$ 14.411.470,87

Figura 30. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

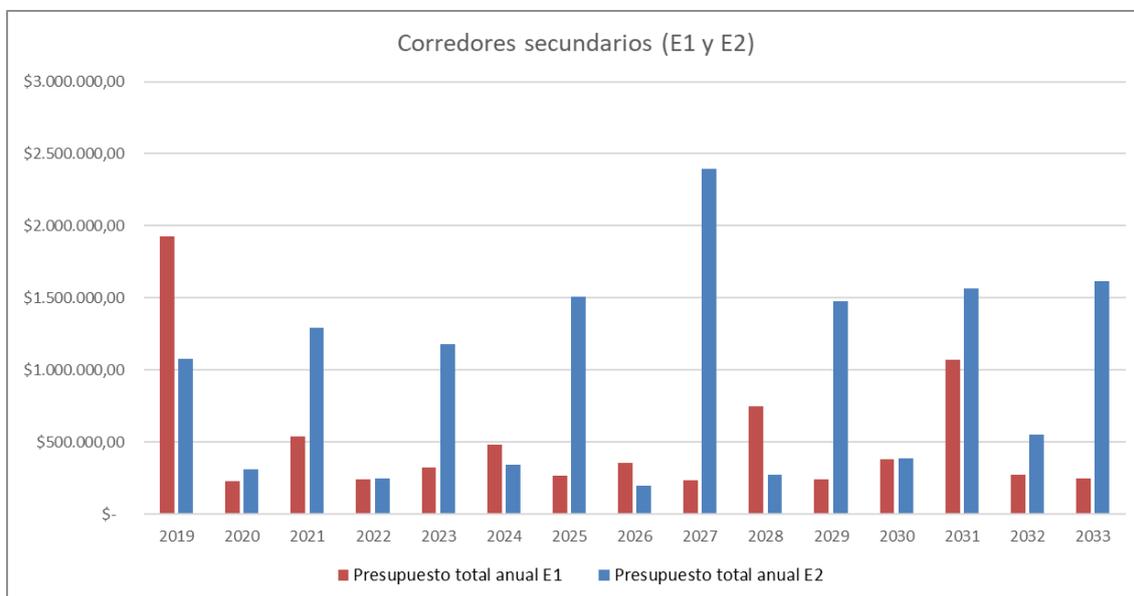


Tabla 79. Requerimientos presupuestales acumulados en corredores secundarios - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total acumulado E1	Total acumulado E2
2019	\$ 1.924.853,15	\$ 1.077.005,73
2020	\$ 2.152.877,59	\$ 1.384.464,73
2021	\$ 2.688.651,41	\$ 2.678.607,98
2022	\$ 2.932.311,08	\$ 2.925.404,00
2023	\$ 3.258.529,15	\$ 4.104.083,60
2024	\$ 3.740.736,37	\$ 4.444.548,44
2025	\$ 4.006.610,37	\$ 5.955.145,32
2026	\$ 4.362.224,51	\$ 6.151.429,09
2027	\$ 4.597.801,96	\$ 8.547.152,59
2028	\$ 5.346.155,01	\$ 8.816.773,04
2029	\$ 5.587.885,59	\$ 10.291.527,78
2030	\$ 5.965.623,90	\$ 10.677.941,25
2031	\$ 7.038.129,39	\$ 12.245.891,35
2032	\$ 7.308.441,69	\$ 12.797.525,54
2033	\$ 7.556.324,42	\$ 14.411.470,87

Figura 31. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

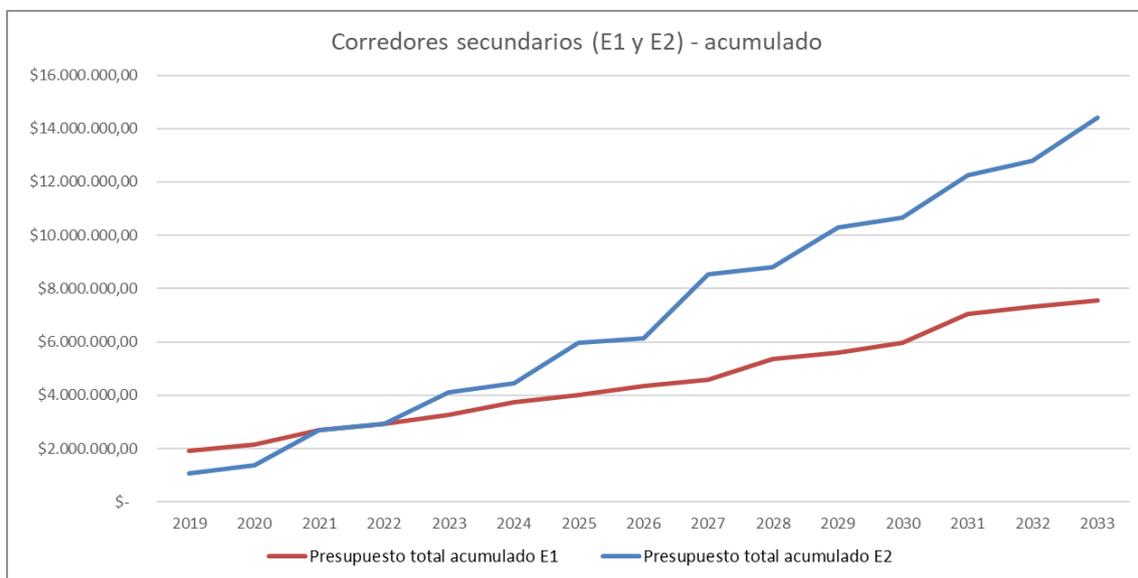


Tabla 80. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Escenario E1 vs Escenario E2 - secundarios		
Ahorro inversión por quinquenio		
	ahorro E1-E2	%
2019-2023	\$ -845.554,45	-37%
2024-2028	\$ -2.625.063,58	-237%
2029-2033	\$ -3.384.528,42	-275%
total	\$ -6.855.146,45	-149%

Figura 32. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

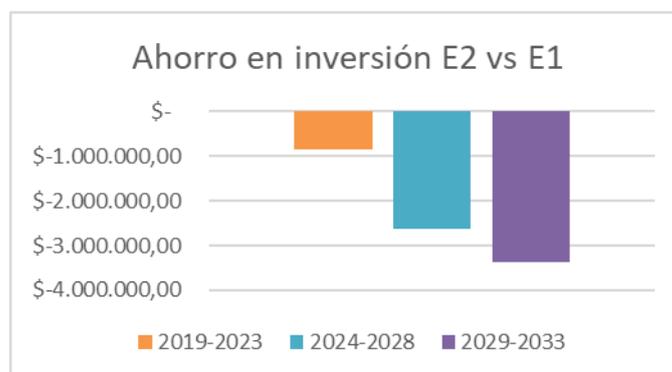
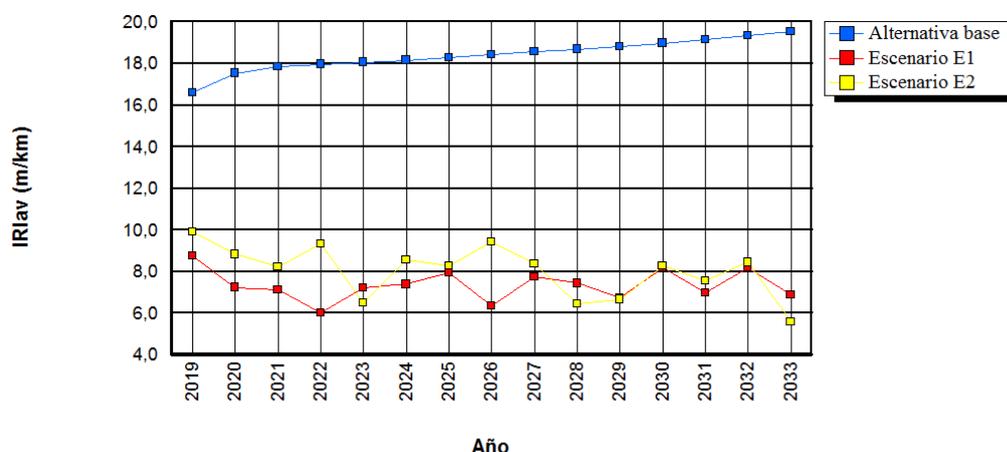


Figura 33. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en corredores secundarios. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Sensibilidad: No se realizó análisis de sensibilidad

Irregularidad promedio por proyecto (IRlav)
(ponderado por longitud de tramo)



14.3.3. Otros, resto de la red

Tabla 81. Requerimientos presupuestales totales desglosados en otros (resto de la red)- E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E1 - otros					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 12.344.127,91		\$ 2.636.820,44		\$ 14.980.948,35	
2020	\$ 244.747,54		\$ 2.636.820,44		\$ 2.881.567,98	
2021	\$ 4.061.059,32	\$ 29.298.661,99	\$ 2.636.820,44	\$ 13.184.102,20	\$ 6.697.879,76	\$ 42.482.764,19
2022	\$ 8.630.997,51		\$ 2.636.820,44		\$ 11.267.817,95	
2023	\$ 4.017.729,71		\$ 2.636.820,44		\$ 6.654.550,15	
2024	\$ 2.251.088,42		\$ 2.636.820,44		\$ 4.887.908,86	
2025	\$ 9.411.841,58		\$ 2.636.820,44		\$ 12.048.662,02	
2026	\$ 3.466.533,73	\$ 24.149.488,93	\$ 2.636.820,44	\$ 13.184.102,20	\$ 6.103.354,17	\$ 37.333.591,13
2027	\$ 5.252.840,90		\$ 2.636.820,44		\$ 7.889.661,34	
2028	\$ 3.767.184,30		\$ 2.636.820,44		\$ 6.404.004,74	
2029	\$ 10.072.678,91		\$ 2.636.820,44		\$ 12.709.499,35	
2030	\$ 5.983.805,33		\$ 2.636.820,44		\$ 8.620.625,77	
2031	\$ 522.650,09	\$ 33.804.262,33	\$ 2.636.820,44	\$ 13.184.102,20	\$ 3.159.470,53	\$ 46.988.364,53
2032	\$ 10.335.596,07		\$ 2.636.820,44		\$ 12.972.416,51	
2033	\$ 6.889.531,93		\$ 2.636.820,44		\$ 9.526.352,37	
Total	\$ 87.252.413,25	\$ 87.252.413,25	\$ 39.552.306,60	\$ 39.552.306,60	\$ 126.804.719,85	\$ 126.804.719,85

Tabla 82. Requerimientos presupuestales totales desglosados en otros (resto de la red) - E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E2 - otros					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 336.132,12		\$ 2.636.820,44		\$ 2.972.952,56	
2020	\$ 3.346.178,94		\$ 2.636.820,44		\$ 5.982.999,38	
2021	\$ 142.690,41	\$ 4.503.663,65	\$ 2.636.820,44	\$ 13.184.102,20	\$ 2.779.510,85	\$ 17.687.765,85
2022	\$ 84.309,37		\$ 2.636.820,44		\$ 2.721.129,81	
2023	\$ 594.352,81		\$ 2.636.820,44		\$ 3.231.173,25	
2024	\$ 2.004.859,57		\$ 2.636.820,44		\$ 4.641.680,01	
2025	\$ 371.490,65		\$ 2.636.820,44		\$ 3.008.311,09	
2026	\$ 796.926,47	\$ 5.444.719,82	\$ 2.636.820,44	\$ 13.184.102,20	\$ 3.433.746,91	\$ 18.628.822,02
2027	\$ 698.450,93		\$ 2.636.820,44		\$ 3.335.271,37	
2028	\$ 1.572.992,20		\$ 2.636.820,44		\$ 4.209.812,64	
2029	\$ 384.570,30		\$ 2.636.820,44		\$ 3.021.390,74	
2030	\$ 1.406.803,42		\$ 2.636.820,44		\$ 4.043.623,86	
2031	\$ 764,82	\$ 4.741.615,26	\$ 2.636.820,44	\$ 13.184.102,20	\$ 2.637.585,26	\$ 17.925.717,46
2032	\$ 1.143.188,62		\$ 2.636.820,44		\$ 3.780.009,06	
2033	\$ 1.806.288,10		\$ 2.636.820,44		\$ 4.443.108,54	
Total	\$ 14.689.998,73	\$ 14.689.998,73	\$ 39.552.306,60	\$ 39.552.306,60	\$ 54.242.305,33	\$ 54.242.305,33

Figura 34. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

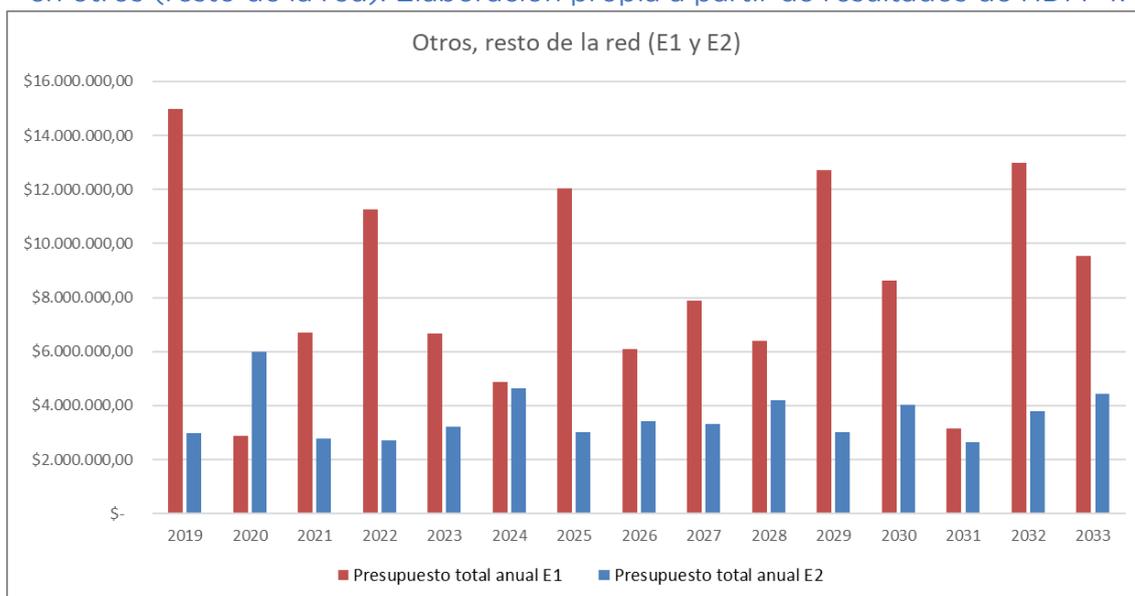


Tabla 83. Requerimientos presupuestales acumulados en otros (resto de la red) - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total acumulado E1	Total acumulado E2
2019	\$ 14.980.948,35	\$ 2.972.952,56
2020	\$ 17.862.516,33	\$ 8.955.951,94
2021	\$ 24.560.396,09	\$ 11.735.462,79
2022	\$ 35.828.214,04	\$ 14.456.592,60
2023	\$ 42.482.764,19	\$ 17.687.765,85
2024	\$ 47.370.673,05	\$ 22.329.445,86
2025	\$ 59.419.335,07	\$ 25.337.756,95
2026	\$ 65.522.689,24	\$ 28.771.503,86
2027	\$ 73.412.350,58	\$ 32.106.775,23
2028	\$ 79.816.355,32	\$ 36.316.587,87
2029	\$ 92.525.854,67	\$ 39.337.978,61
2030	\$ 101.146.480,44	\$ 43.381.602,47
2031	\$ 104.305.950,97	\$ 46.019.187,73
2032	\$ 117.278.367,48	\$ 49.799.196,79
2033	\$ 126.804.719,85	\$ 54.242.305,33

Figura 35. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

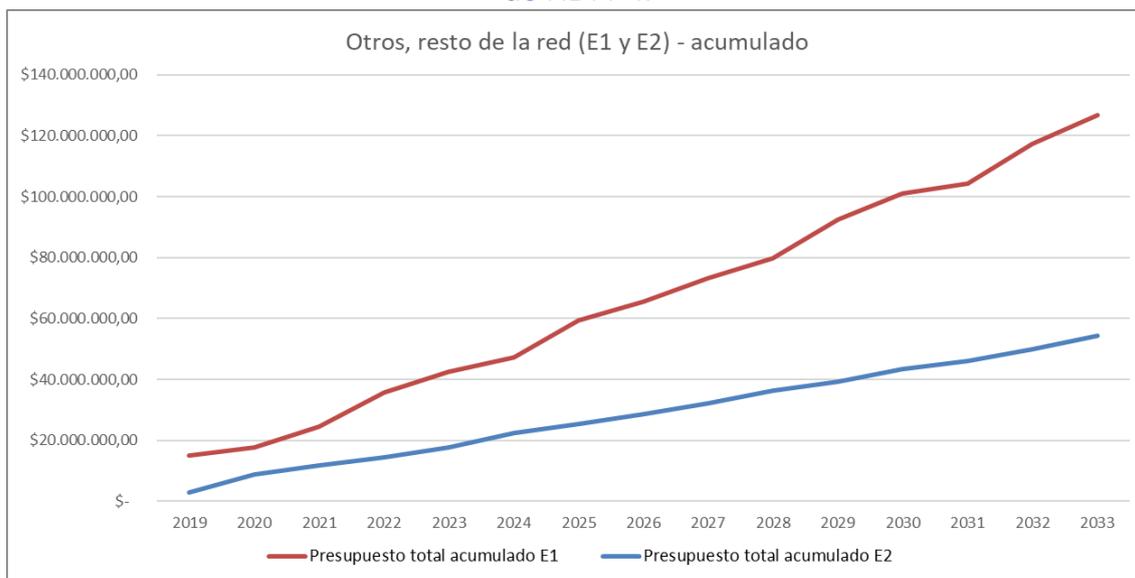


Tabla 84. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Escenario E1 vs Escenario E2 - otros		
Ahorro inversión por quinquenio		
	ahorro E1-E2	%
2019-2023	\$ 24.794.998,34	85%
2024-2028	\$ 18.704.769,11	77%
2029-2033	\$ 29.062.647,07	86%
total	\$ 72.562.414,52	83%

Figura 36. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

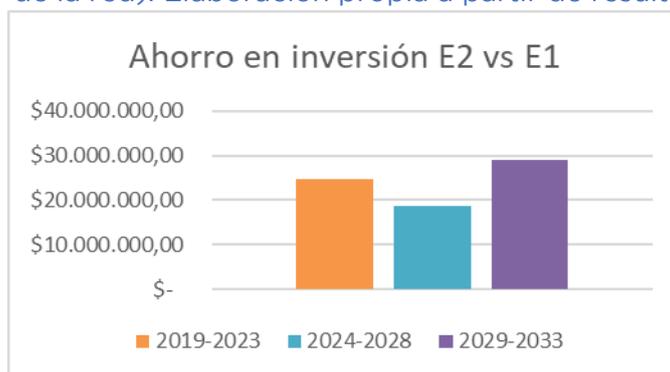
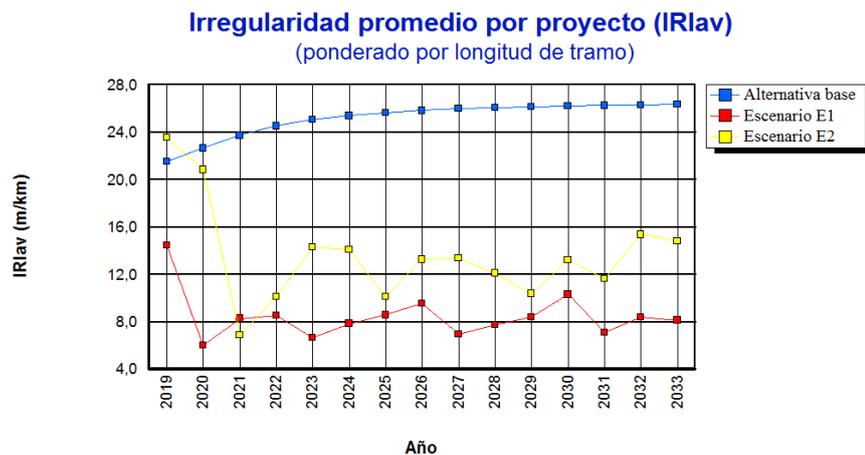


Figura 37. Comparación de E1 y E2 de la regularidad promedio por proyecto en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Sensibilidad: No se realizó análisis de sensibilidad



14.3.4. Red Provincial total

Tabla 85. Requerimientos presupuestales totales desglosados en total Red Provincial - E1. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Escenario E1 - total					
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (Inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 15.152.834,99		\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 18.122.424,86	\$ 47.849.308,86
2020	\$ 362.850,59		\$ 2.969.589,87		\$ 3.332.440,46	
2021	\$ 4.486.911,75		\$ 2.969.589,87		\$ 7.456.501,62	
2022	\$ 8.764.735,79		\$ 2.969.589,87		\$ 11.734.325,66	
2023	\$ 4.234.026,39		\$ 2.969.589,87		\$ 7.203.616,26	
2024	\$ 2.623.374,25	\$ 26.126.043,50	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 5.592.964,12	\$ 40.973.992,85
2025	\$ 9.796.475,14		\$ 2.969.589,87		\$ 12.766.065,01	
2026	\$ 3.712.226,48		\$ 2.969.589,87		\$ 6.681.816,35	
2027	\$ 5.378.496,96		\$ 2.969.589,87		\$ 8.348.086,83	
2028	\$ 4.615.470,67		\$ 2.969.589,87		\$ 7.585.060,54	
2029	\$ 11.043.906,96	\$ 36.532.924,60	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 14.013.496,83	\$ 51.380.873,95
2030	\$ 6.251.622,25		\$ 2.969.589,87		\$ 9.221.212,12	
2031	\$ 1.713.915,14		\$ 2.969.589,87		\$ 4.683.505,01	
2032	\$ 10.495.986,98		\$ 2.969.589,87		\$ 13.465.576,85	
2033	\$ 7.027.493,27		\$ 2.969.589,87		\$ 9.997.083,14	
Total	\$ 95.660.327,61	\$ 95.660.327,61	\$ 44.543.848,05	\$ 44.543.848,05	\$ 140.204.175,66	\$ 140.204.175,66

Tabla 86. Requerimientos presupuestales totales desglosados en total Red Provincial – E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Escenario E2 - total						
	Inversión		Mantenimiento rutinario		Total (inversión+mantenimiento)	
	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio	Anual	Quinquenio
2019	\$ 2.063.728,07	\$ 8.498.701,76	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 5.033.317,94	\$ 23.346.651,11
2020	\$ 3.457.354,17		\$ 2.969.589,87		\$ 6.426.944,04	
2021	\$ 1.257.448,18		\$ 2.969.589,87		\$ 4.227.038,05	
2022	\$ 143.422,70		\$ 2.969.589,87		\$ 3.113.012,57	
2023	\$ 1.576.748,64		\$ 2.969.589,87		\$ 4.546.338,51	
2024	\$ 2.357.240,75	\$ 9.630.509,22	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 5.326.830,62	\$ 24.478.458,57
2025	\$ 1.685.803,76		\$ 2.969.589,87		\$ 4.655.393,63	
2026	\$ 814.911,11		\$ 2.969.589,87		\$ 3.784.500,98	
2027	\$ 2.897.890,66		\$ 2.969.589,87		\$ 5.867.480,53	
2028	\$ 1.874.662,94		\$ 2.969.589,87		\$ 4.844.252,81	
2029	\$ 1.663.041,27	\$ 10.090.627,88	\$ 2.969.589,87	\$ 14.847.949,35	\$ 4.632.631,14	\$ 24.938.577,23
2030	\$ 1.848.992,25		\$ 2.969.589,87		\$ 4.818.582,12	
2031	\$ 1.372.431,15		\$ 2.969.589,87		\$ 4.342.021,02	
2032	\$ 1.982.213,55		\$ 2.969.589,87		\$ 4.951.803,42	
2033	\$ 3.223.949,66		\$ 2.969.589,87		\$ 6.193.539,53	
Total	\$ 28.219.838,86	\$ 28.219.838,86	\$ 44.543.848,05	\$ 44.543.848,05	\$ 72.763.686,91	\$ 72.763.686,91

Figura 38. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales totales en total Red Provincial. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

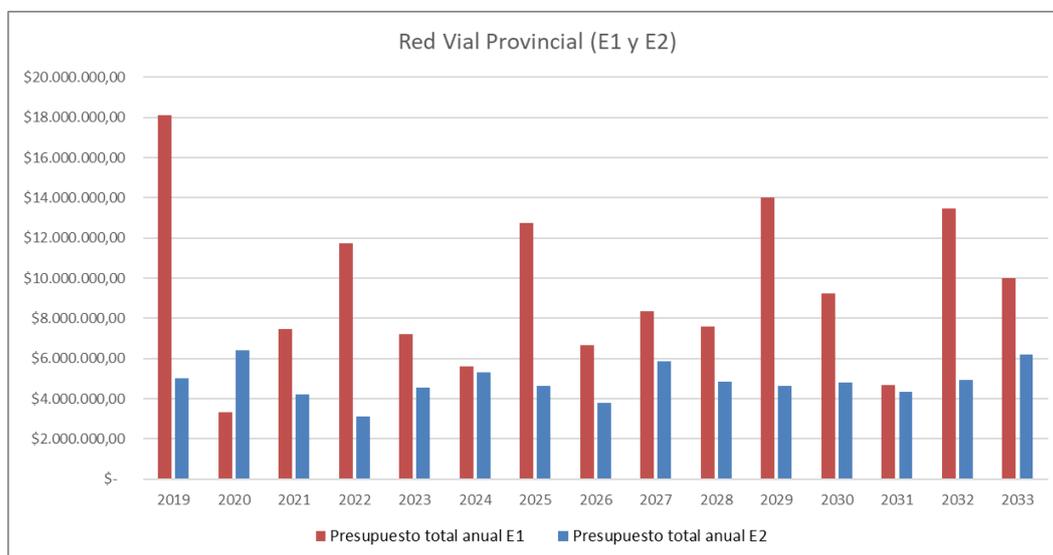


Tabla 87. Requerimientos presupuestales acumulados en total Red Provincial - E1 y E2. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

	Total acumulado E1	Total acumulado E2
2019	\$ 18.122.424,86	\$ 5.033.317,94
2020	\$ 21.454.865,32	\$ 11.460.261,98
2021	\$ 28.911.366,94	\$ 15.687.300,03
2022	\$ 40.645.692,60	\$ 18.800.312,60
2023	\$ 47.849.308,86	\$ 23.346.651,11
2024	\$ 53.442.272,98	\$ 28.673.481,73
2025	\$ 66.208.337,99	\$ 33.328.875,36
2026	\$ 72.890.154,34	\$ 37.113.376,34
2027	\$ 81.238.241,17	\$ 42.980.856,87
2028	\$ 88.823.301,71	\$ 47.825.109,68
2029	\$ 102.836.798,54	\$ 52.457.740,82
2030	\$ 112.058.010,66	\$ 57.276.322,94
2031	\$ 116.741.515,67	\$ 61.618.343,96
2032	\$ 130.207.092,52	\$ 66.570.147,38
2033	\$ 140.204.175,66	\$ 72.763.686,91

Figura 39. Comparación de E1 y E2 de los requerimientos presupuestales acumulados en total Red Provincial. Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

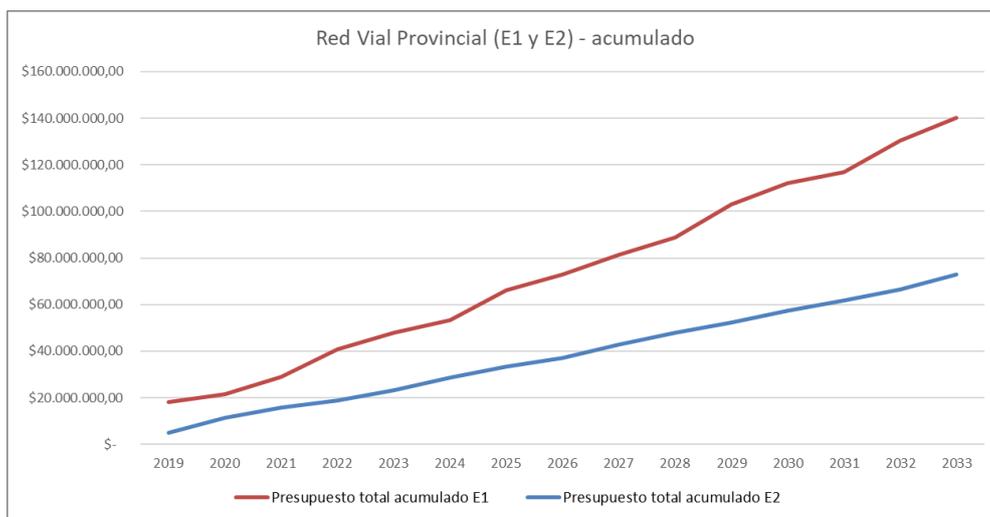
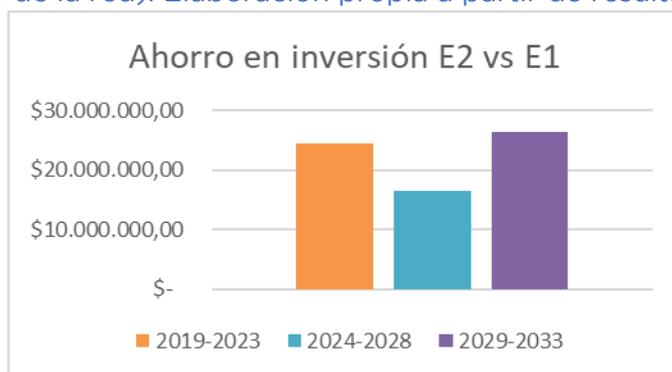


Tabla 88. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.

Escenario E1 vs Escenario E2 - otros		
Ahorro inversión por quinquenio		
	ahorro E1-E2	%
2019-2023	\$ 24.502.657,75	74%
2024-2028	\$ 16.495.534,28	63%
2029-2033	\$ 26.442.296,72	72%
total	\$ 67.440.488,75	70%

Figura 40. Ahorros producidos (E1-E2) sobre los requerimientos presupuestales en otros (resto de la red). Elaboración propia a partir de resultados de HDM-4.



15. ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES EN PUENTES

Para determinar las intervenciones en puentes se contó con la información del Inventario de la Red Vial Provincial del Ecuador, destacándose:

- Identificador del puente
- Tramo en que se encuentra el puente
- Río / Quebrada
- Tipo de rodadura
- Gálibo (m)
- Ancho de rodadura (m)
- Ancho total (m)
- Longitud (m)
- Estado de las protecciones
- Estado de infraestructura
- Estado de la superestructura

Con esta información es posible establecer un orden magnitud de recursos necesarios. Para ello se han aplicado los siguientes criterios:

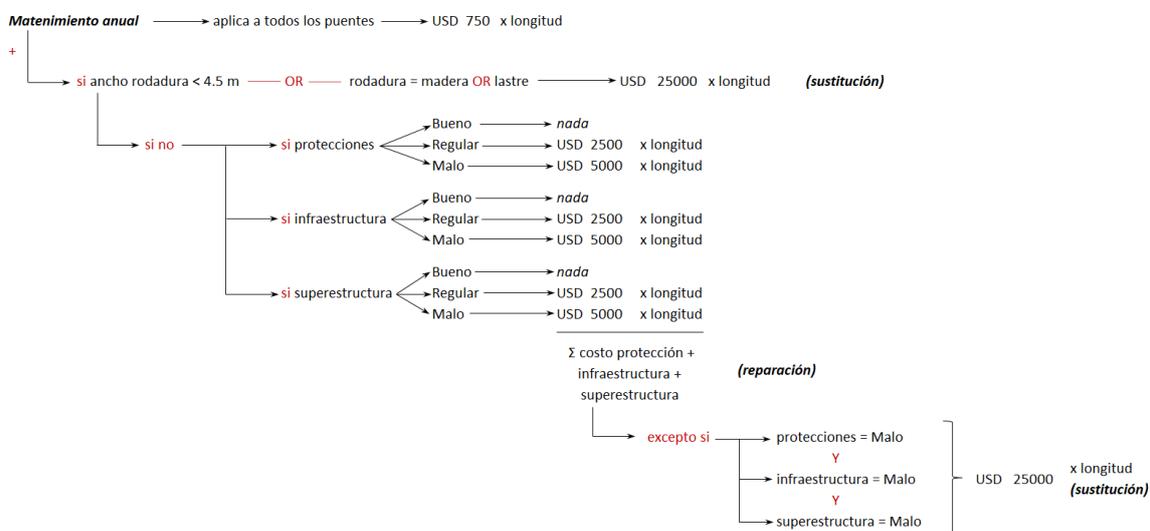
- Sustituir paulatinamente todos los puentes cuya rodadura es de madera o lastre.
- Sustituir paulatinamente todos los puentes cuyo ancho de rodadura es inferior a 4.5m.
- Reparar (o sustituir) los puentes cuyas protecciones, infraestructura o superestructura está en estado malo o regular
- Llevar a cabo un mantenimiento anual en todos los puentes.

Se estimaron valores promedios de las intervenciones de acuerdo con el siguiente criterio:

- Costo de reposición promedio: US\$ 25000 por metro lineal de puente.
- Costo de reparación promedio: US\$ 5000 por metro lineal de puente, pudiendo aumentar o disminuir este monto en función del estado de las protecciones, infraestructura y super estructura.
- Costo de mantenimiento rutinario: US\$ 750 por metro lineal de puente al año.

De esta forma, se ha aplicado la siguiente lógica de asignación presupuestaria:

Figura 41. Lógica de asignación presupuestaria para inversiones en puentes. Elaboración propia.



Si bien como resultado de estos criterios se determina la necesidad de intervención y recursos de cada puente esto es meramente un valor que permite dimensionar los recursos necesarios para conservar y mejorar la infraestructura existente. La determinación de la intervención real debe hacerse con un estudio caso a caso.

El resultado detallado del análisis antes mencionado se presenta en el Anexo 6.

Como síntesis de las estimaciones resulta lo siguiente:

Los 1.340,55 metros de puentes que tiene la Red Vial Provincial demandan en los próximos 5 años para:

- Para reposición de puentes (angostos, en mal estado o de materiales de baja calidad) US\$ 20.838.750 (US\$ 4.167.750 por año)
- Para reparación de puentes (protecciones, infraestructura o superestructura): US\$ 3.754.750
- Para mantenimiento rutinario: US\$ 5.027.062 (US\$ 1.055.412 por año)

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

16.1. CONCLUSIONES

La conclusión del presente trabajo es que los recursos presupuestales con que cuenta el Gobierno Provincial son insuficientes para dar cobertura a las necesidades de la Infraestructura Vial Provincial. En un país que tiene una de las mejores redes viales nacionales de América Latina la brecha presupuestal existente en la red vial provincial representa un desafío a la conectividad sobre el que se debe trabajar con urgencia, para ello se proponen (en las recomendaciones) lineamientos y alternativas de acción.

16.2. RECOMENDACIONES

Para lograr el cierre de la brecha presupuestal existente es necesario gestionar recursos económicos y/o financieros para lo cual se hacen las siguientes recomendaciones:

Mejora de gestión

La mejora de gestión, si bien no genera un alto impacto presupuestal, genera credibilidad (y por ende buena disposición) a la hora de solicitar recursos en otras fuentes. Dentro de las múltiples labores de mejora de gestión que son posibles encarar en el sector infraestructura vial se destacan las siguientes:

- Mejora en planificación y programación
 - Gestión de recursos (en base al plan) con la antelación suficiente y realización con tiempo de estudios (de preinversión y diseño) para no demorar el inicio de las obras.
 - Contar con programas documentados que sirvan de guía para planificar otras labores dentro del sector
- Mejora de precios
 - Reducción de los tiempos en que se pagan las valorizaciones de obra (disminuyendo costos financieros)
- Mejora en controles de calidad
- Mejorar la calidad de la supervisión de las obras

Aumento de ingresos

El aumento de ingresos es indispensable para el cierre de la brecha, algunas de las alternativas que se podrían considerar son:

- Aporte del Gobierno Central
 - Se podría plantear que, si bien en el marco del proceso de descentralización el Gobierno Central estimó un requerimiento de US\$ 194.000.000 para atender la totalidad de la Red Vial Provincial (las 23 provincias), y que en virtud de ello consideró que no era necesario hacer transferencias de fondos adicionales para atender dicha infraestructura, a la luz de los cálculos realizados es razonable rever esa estimación primaria y evaluar aportes adicionales.
- Cobro por valorización inmobiliaria
 - El cobro por valorización inmobiliaria o aportes por obras es una de las alternativas a considerar.
- Cobro de peajes y/o APP
 - El cobro de peaje o las APP sólo pueden ser consideradas en vías de alto tránsito, de lo contrario el costo de operación resultaría más alto que la recaudación.

Acuerdos

- Acuerdos de aportes a sectores productivos específicos directamente beneficiados
 - Sectores agrícolas o mineros que puedan hacer aportes al mejoramiento de vías por ser directamente beneficiados y usuarios principales
- Acuerdos de precios de insumos para mantener nivel de actividad (cemento, asfalto, etc.)

- El sector cementero ha sufrido una notable disminución de ventas el presente años y podría estar muy motivado a ser impulsor de tecnologías como la estabilización de bases con cemento
- Acuerdos para apoyo en adaptación de nuevas tecnologías (slurry seal, micropavimentos, bases estabilizadas, etc.)
 - Existe en la sociedad el paradigma que, si una obra no es de concreto asfáltico y de más de 5 cm de espesor, entonces no es una buena obra. Romper ese paradigma mediante la ejecución de obras con rodadura asfáltica con nuevas tecnologías es un deber imprescindible, para lo cual será necesario establecer acuerdos (con universidades, empresas, etc.) que tengan interés en ello.

Endeudamiento

- De conseguirse ingresos adicionales sería factible plantear un repago con los ingresos adicionales disponibles en el futuro
- La evaluación económica del impacto de no invertir podría determinar la conveniencia de endeudamiento y con ello sustentar el apoyo del Gobierno Central

Si realizadas las gestiones los recursos resultan aún insuficientes, el resultado será una baja en el nivel de servicio de la vía, es decir, pésimas condiciones de circulación, puentes en estado deficiente y menor conectividad, por ello es imprescindible el máximo esfuerzo de todos los interesados, para lograr los recursos necesarios. En la gestión y búsqueda de soluciones para la gestión de recursos el CONGOPE resulta un muy buen articulador y socio.



10 de Agosto entre Sucre y Olmedo
Info@carchi.gob.ec / 06-298-9302
www.carchi.gob.ec