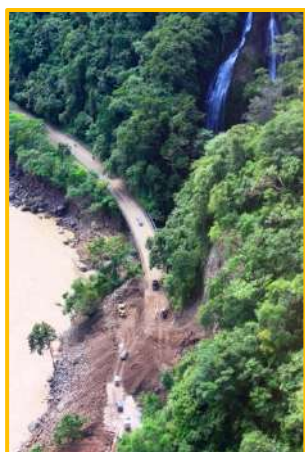


Consejo Nacional de Vialidad

Dirección de Planificación Institucional



Diagnóstico Integral del Riesgo de la Red Vial Nacional



Ruta Nacional N° 2



Ruta Nacional N° 245



Ruta Nacional N°2



Elaborado por: Unidad de Sistemas de Información
San José, Costa Rica. Junio de 2018

Costa Rica. Consejo Nacional de Vialidad. Diagnóstico Integral del Riego de la Red Vial Nacional/ CONAVI – San José, C.R.:
CONAVI, 2018.
XX p.: il.; 21,59 x 27,94 cm.

ISBN

1. Planificación 2. Diagnóstico 3. Gestión del Riesgo. 4. Cambio Climático.
5. Adaptación 6. Resiliencia. 7. Vulnerabilidad. 7. Infraestructura Vial.

Créditos:

Unidad de Sistemas de Información:

- Ing. Ruth Quesada Valverde.
- Geógr. Pablo Arguedas Garro.
- Ing. Gabriel Corrales Jiménez.
- Ing. Rolando Arias Herrera.

Revisión y validación:

- Ing. Rolando Arias Herrera

Revisión y pre-aprobación:

- Ing. Andrea Soto Rojas – Directora de Planificación Institucional.

Aprobado mediante Acuerdo N° 17-2019 de la Sesión Ordinaria del 7 de marzo de 2019, del Consejo de Administración del CONAVI.



Ruta Nacional N.° 27

Prólogo

Costa Rica forma parte de los países que se ha comprometido en reducir su huella de carbono en el planeta, con la estabilización y reducción de las emisiones de gases efecto invernadero a nivel internacional, esto acorde con la adopción del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto.

Por lo que en el año 2007, lanza su compromiso de ser carbono neutral para el año 2021. Sin embargo, dentro del nuevo esquema del Acuerdo de París, donde la meta actual es lograr que los esfuerzos de mitigación mantengan la temperatura promedio mundial por debajo de los 2°C, el país realiza una readecuación de la meta, haciéndola aún más ambiciosa, de forma que a hoy, lo que se busca es ser carbono negativo al 2100.

Sin embargo, además de contribuir con la reducción del calentamiento global y con ello, aminorar la velocidad en que el clima está cambiando en el planeta; el país debe atender también los efectos negativos del cambio climático, lo que se traduce en pérdidas económicas y de vidas humanas, producto principalmente de eventos hidrometeorológicos extremos.

Con este fin, se elabora el siguiente diagnóstico, el cual busca identificar toda aquella infraestructura que forma parte de la Red Vial Nacional, vulnerable o susceptible a amenazas naturales tales como terremotos, erupciones volcánicas y fenómenos meteorológicos. En esta última categoría los más destructivos para el país son las depresiones y tormentas tropicales, huracanes y frentes fríos provenientes de la estación invernal del hemisferio norte.

Si bien, se espera un aumento tanto en recurrencia como intensidad de los eventos hidrometeorológicos, también preocupa que, en términos generales, el país sufrirá un cambio radical en sus patrones de lluvias, donde se pronostican periodos secos más largos y una disminución del promedio anual de lluvias, con un posible proceso de desertización para la Región Chorotega (Guanacaste).

Por tal motivo, este estudio considera todas las amenazas indicadas en párrafos anteriores, con un especial énfasis en aquellas de origen meteorológico e intensificadas por el cambio climático, como son los eventos hidrometeorológicos extremos (exceso de precipitaciones y ausencia de ellas).

Para lo cual, es diagnóstico consta de seis capítulos repartidos de la siguiente forma:

1. Abordaje Metodológico
2. Abordaje Teórico – Conceptual
3. Abordaje del Contexto
4. Afectación de la Red Vial Nacional ante amenazas naturales
5. Análisis de Vulnerabilidad de la Red Vial Nacional
6. Conclusiones Finales

Los dos primeros capítulos explican cómo se realizó esta investigación, que supuestos y limitantes presenta, la metodología empleada para el procesamiento y análisis de la información recolectada; además de una estandarización de todos los conceptos utilizados y relacionados con definiciones tales como amenazas, vulnerabilidad, susceptibilidad, adaptación, resiliencia, riegos, entre otros.

El tercer capítulo trata de describir el contexto en que se realiza este estudio, tanto en lo relativo a la Red Vial Nacional, como en lo institucional y lo normativo.

El cuarto capítulo identifica toda aquella infraestructura que ha sido vulnerable a eventos sísmicos, volcánicos e hidrometeorológicos, causando cuantiosos daños en la Red Vial Nacional.

El capítulo quinto realiza un análisis económico – financiero de los daños registrados dentro del periodo de estudio, el cual abarca desde el 2010 hasta el 2017. Asimismo, se detecta aquella infraestructura que de forma recurrente, con cada evento extremo ha sido reparada, generándose un listado de secciones a intervenir o de futuros proyectos, los cuales deberán ser estudiados a profundidad, a fin de no volver a reconstruir su vulnerabilidad.

El capítulo seis brinda las principales conclusiones en las que se llega el presente estudio.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
ABORDAJE METODOLÓGICO	6
ANTE EVENTOS SÍSMICOS Y VOLCÁNICOS.....	6
<i>Referente a las amenazas volcánicas.....</i>	<i>7</i>
<i>Referente a las amenazas sísmicas</i>	<i>7</i>
ANTE EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS.....	9
APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA PARA EL REGISTRO DE INFRAESTRUCTURA VIAL VULNERABLE.....	13
REALIZACIÓN DE GIRAS Y ELABORACIÓN DE FICHAS RESUMEN DE CAMPO.....	16
ABORDAJE TEÓRICO - CONCEPTUAL.....	17
CONCEPTOS COMÚNMENTE EMPLEADOS.....	17
POSIBLES AMENAZAS PARA LA RED VIAL NACIONAL.....	22
ABORDAJE DEL CONTEXTO.....	24
REFERENTE A LA COMPOSICIÓN DE LA RVN	24
REFERENTE A LA REGIONALIZACIÓN DE LA RVN	27
REFERENTE AL MARCO NORMATIVO VIGENTE.....	29
REFERENTE A LA ELABORACIÓN DE ESTE DIAGNÓSTICO	35
AFECTACIÓN DE LA RVN ANTE AMENAZAS NATURALES.....	36
AMENAZA VOLCÁNICA	36
<i>Volcán Irazú</i>	<i>36</i>
<i>Volcán Poás.....</i>	<i>37</i>
<i>Volcán Rincón de la Vieja</i>	<i>38</i>
<i>Volcán Turrialba.....</i>	<i>38</i>
<i>Volcán Arenal</i>	<i>39</i>
<i>Efectos del volcanismo en la RVN.....</i>	<i>40</i>
AMENAZA SÍSMICA	47
AMENAZAS HIDROMETEOROLÓGICAS.....	52
<i>Afectación por zonas de conservación vial</i>	<i>52</i>
<i>Afectaciones específicamente por amenazas de inundación</i>	<i>112</i>

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LA RVN	115
MONTOS ESTIMADOS DE INTERVENCIONES PRODUCTO DE EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN LA RVN.....	115
SECCIONES VULNERABLES ANTE EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS	133
CONCLUSIONES FINALES	155
REFERENTE A LAS AMENAZAS VOLCÁNICAS	155
REFERENTE A LAS AMENAZAS SÍSMICAS	156
REFERENTE A LAS AMENAZAS HIDROMETEOROLÓGICAS.....	157
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
ANEXO A. MANUAL DE LA HERRAMIENTA.....	165
ANEXO B. FICHAS DE CAMPO	188
ANEXO C. MAPAS RESUMEN DE AMENAZAS	190

Lista de Tablas

Tabla #1. Meta a cargo del CONAVI, en cumplimiento a lo dispuesto en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo, 2016 – 2020.	4
Tabla #2. Densidad de Rutas Nacionales por provincia	26
Tabla #3. Regiones y zonas de conservación vial	27
Tabla #4. Resumen de los montos estimados de obras para la atención de daños en la RVN de Costa Rica por imprevisibilidad. CONAVI.	116
Tabla #5. Secciones de la RVN con mayor vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos.	135

Lista de Figuras

Figura #1. Distribución de la RVN conforme a su superficie de ruedo.	24
Figura #2. Distribución de la RVN por provincias	25
Figura #3. Regiones y zonas de conservación vial	27
Figura #4. Trayectoria del Huracán Otto 2016.....	117
Figura #5. Trayectoria de la Tormenta Tropical Nate 2017.....	118
Figura #6. Comparación de la afectación para el Huracán Otto y la Tormenta Tropical Nate, 2016 y 2017, respectivamente.	119

Lista de Fotografías

Fotografía #1. Vistas lateral y aguas arriba, puente sobre quebrada Rivera, Ruta N°5.	53
Fotografía #2. Deslizamiento en la Ruta Nacional N°317, cantón de Puriscal, provocado por fuertes lluvias, julio 2017.	55
Fotografía #3. Proximidad del deslizamiento y derrumbe conocidos como "Pedernal", Ruta Nacional N° 317.	56
Fotografía #4. Vista parcial del evento desatado por un deslizamiento, produciendo la socavación de la vía. Puente sobre río Ciruelas, Ruta N° 124.	57
Fotografía #5. Corona de deslizamiento sobre la superficie de ruedo, Ruta Nacional N° 130, sector de San Luis de Sabanillas.	58
Fotografía #6. Hundimiento en la zona de Cambronero, Ruta Nacional N° 1.	60
Fotografía #7. Deslizamiento y colapso de carretera en la Cangreja,	61
Ruta N° 2.	61
Fotografía #8. Tragante de aguas pluviales con saturación de basura, Ruta Nacional N° 106, Barreal de Heredia.	64
Fotografía #9. Afectación del puente sobre el río Tabaco, Ruta Nacional N° 160.	67
Fotografía #10. Talud en la Vueltas de Nambi, Ruta Nacional N° 21.	68
Fotografía #11. Problemas de drenaje en la Ruta Nacional N°150.	69
Fotografía #12. Acumulación de escombros en la quebrada Vainilla, Ruta N°160.	70
Fotografía #13. Derrumbes en la vía entre Atenas y San Mateo, Ruta N° 3.	72
Fotografía #14. Deslizamiento en la Ruta N°2, a la altura de La Ese.	74
Fotografía #15. Daño en la Ruta N° 2 ocasionado por el río Grande de Térraba.	77
Fotografía #16. Colapso de puente sobre río Grande de Térraba, Ruta N° 237.	78

Fotografía #17. Derrumbe en Ruta N° 32 durante Tormenta Tropical Nate.	81
Fotografía #18. Centro de la ciudad de Limón.....	83
Fotografía #19. Colapso de puente sobre río el Ángel en la Ruta Nacional N° 126, terremoto de Cinchona.	85
Fotografía 20. Derrumbes en Ruta N°141, San Carlos-Naranjo, Huracán Otto.	86
Fotografía #21. Agrietamiento producido por consecuencia de lluvias y otros efectos, Ruta Nacional N° 142.....	89
Fotografía #22. Crecida súbita del río Purgatorio cerca de la comunidad de Monterrey, distrito de Monterrey de San Carlos.	90
Fotografía #23. Ejemplo de desbordamiento de cauces, caso río Corredor y afectación al puente, sector de Coto 47, Ruta N°608, Zona de Conservación 4-3.	123
Fotografía #24. Pérdida del relleno de aproximación en el puente sobre el río Grande de Térraba, Ruta Nacional N° 237.....	126
Fotografía #25. Pérdida de la calzada producto de la Tormenta Tropical Nate... ..	144
Fotografía #26. Reparaciones al acceso del puente sobre el río Terraba, Ruta N°237.....	145

Lista de Mapas

Mapa #1 Amenaza volcánica a la Red Vial Nacional. Volcán Irazú.....	41
Mapa #2 Amenaza volcánica a la Red Vial Nacional. Volcán Poás.	42
Mapa #3 Amenaza volcánica a la Red Vial Nacional. Volcán Poás.	43
Mapa #4 Amenaza volcánica a la Red Vial Nacional. Volcán Rincón de la Vieja.	44
Mapa #5 Amenaza volcánica a la Red Vial Nacional. Volcán Turrialba.	45
Mapa #6 Amenaza volcánica a la Red Vial Nacional. Volcán Arenal.	46
Mapa #7 Amenaza por sismicidad a la Red Vial Nacional.	51
Mapa #8 Zona de Conservación 1-1 San José.....	91
Mapa #9 Zona de Conservación 1-2 Puriscal.	92
Mapa #10 Zona de Conservación 1-3 Los Santos.....	93
Mapa #11 Zona de Conservación 1-4 Alajuela.	94
Mapa #12 Zona de Conservación 1-5 Alajuela Norte.....	95
Mapa #13 Zona de Conservación 1-7 Cartago.	96
Mapa #14 Zona de Conservación 1-8 Turrialba.	97
Mapa #15 Zona de Conservación 1-9 Heredia.	98
Mapa #16 Zona de Conservación 2-1 Liberia.....	99
Mapa #17 Zona de Conservación 2-2 Cañas.....	100
Mapa #18 Zona de Conservación 2-3 Santa Cruz.....	101
Mapa #19 Zona de Conservación 2-4 Nicoya.....	102
Mapa #20 Zona de Conservación 3-1 Puntarenas.	103
Mapa #21 Zona de Conservación 3-2 Quepos.	104

Mapa #22 Zona de Conservación 4-1 Pérez Zeledón.....	105
Mapa #23 Zona de Conservación 4-2 Buenos Aires.	106
Mapa #24 Zona de Conservación 4-3 Sur.....	107
Mapa #25 Zona de Conservación 5-1 Guápiles.	108
Mapa #26 Zona de Conservación 5-2 Limón.....	109
Mapa #27 Zona de Conservación 6-1 San carlos.	110
Mapa #28 Zona de Conservación 6-2 Los Chiles.....	111
Mapa #33 Inversiones estimadas por daños a la Red Vial Nacional – Zonas de Conservación vial. Emergencia Tormenta Tropical Nate octubre 2017.	132
Mapa #34 Secciones de la Red Vial Nacional afectadas por las Tormentas Tropicales Matthew y Nicole. Setiembre 2010.....	147
Mapa #35 Secciones de la Red Vial Nacional afectadas Huracán Thomas. Noviembre 2010.....	148
Mapa #36 Secciones de la Red Vial Nacional afectadas por Frente Frío. Diciembre 2010.....	149
Mapa #37 Secciones de la Red Vial Nacional afectadas por el Huracán Rina. Octubre 2011.....	150
Mapa #38 Secciones de la Red Vial Nacional afectadas por el Huracán Otto. Diciembre 2016.....	151
Mapa #39 Secciones de la Red Vial Nacional afectadas la Tormenta Tropical Nate. Octubre 2017.....	152
Mapa #40 Secciones de la Red Vial Nacional afectadas por eventos hidrometeorológicos. Período 2010-2017.	153
Mapa #41 Secciones de la RVN con mayor vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos. Período 2010-2017.	154

Lista de Anexos

ANEXO A. MANUAL DE LA HERRAMIENTA.....	165
ANEXO B. FICHAS DE CAMPO	188
ANEXO C. MAPAS RESUMEN DE AMENAZAS	190

Lista de acrónimos y abreviaturas

- CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPREDENAC: Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central.
- CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica.
- CGR: Contraloría General de la República de Costa Rica.
- CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- CNE: Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.
- CONAVI: Consejo Nacional de Vialidad.
- CP o COP (por sus siglas en inglés): Conferencia de las Partes.
- DCC: Dirección de Cambio Climático, MINAE.
- ENCC: Estrategia Nacional de Cambio Climático.
- ENOS o ENSO (por sus siglas en inglés): El Niño – Oscilación del Sur.
- GEI: Gases efecto invernadero.
- GIS: Sistema de Información Geográfica (por sus siglas en inglés).
- GPS: Sistema de Posicionamiento Global (por sus siglas en inglés).
- GRD: Gestión del Riesgo de Desastres.
- IMN: Instituto Meteorológico Nacional.
- IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (por sus siglas en inglés).
- ISDR: Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (por sus siglas en inglés).
- ITCR: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- LanammeUCR: Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica.

- MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica.
- MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía.
- MINAET: Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (antiguo MINAE).
- MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- OCHA: Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (por sus siglas en inglés).
- ONU: Organización de las Naciones Unidas.
- Ovsicori: Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica.
- PCGIR: Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo de Desastres.
- PNGR: Plan Nacional de Gestión del Riesgo, periodo 2016 – 2020.
- PRRD: El Plan Regional de Reducción de Desastres.
- RVN: Red Vial Nacional de Costa Rica, a cargo de CONAVI y administrada por el MOPT.
- SAEP: Sistema de Administración de Estructuras de Puentes.
- SIGI: Sistema de Información Geográfica Institucional.
- SIECA: Secretaría de Integración Económica Centroamericana.
- UCR: Universidad de Costa Rica.
- UNISDR: Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (por sus siglas en inglés).
- ZCIT: Zona de Convergencia Inter-Tropical.

Introducción

Desde la década de los setenta, estudios e investigaciones han documentado y alertado referente a los fuertes cambios que está sufriendo el clima del planeta, principalmente por la emisión a la atmósfera de los gases efecto invernadero (GEI), producto de la quema de combustibles fósiles para la generación de electricidad o en motores de combustión interna para el transporte de mercaderías y de personas; por el uso de fertilizantes con óxido nitroso, por el metano liberado en vertederos y por los organismos de los animales rumiantes, así como por la tala de bosques, entre otras causas.

Este fenómeno mejor conocido como “cambio climático”, presenta la fuerte tendencia al aumento de la temperatura global del planeta, lo que se traduce en variaciones en sus patrones climáticos, donde además de un comprobado derretimiento de los polos y un aumento en los niveles medios de los mares, se espera con mayor recurrencia eventos hidrometeorológicos extremos.

Puesto que, el cambio climático es una realidad inminente con efectos que irán aumentando con el paso del tiempo, es necesario enfrentarlo con medidas o acciones que podrían categorizarse como de dos tipos: de mitigación y de adaptación (Dobles, 2018).

Referente al tema de mitigación, este comprende las acciones y políticas dirigidas a la reducción de los GEI y a su captación o absorción.

Esto significa que los esfuerzos deberán estar dirigidos en reducir el consumo de los combustibles fósiles como fuente de energía, en la generación de electricidad para

uso doméstico, industrial o de producción de servicios, así como para el transporte de bienes y personas.

Asimismo, además de reducir las emisiones a la atmósfera, se deberá buscar la forma en que éstas sean absorbidas mediante sumideros de carbono o actividad fotosintética. Esto se logra a través de la protección de las zonas boscosas existentes o mediante proyectos de reforestación.

Es así, como surge el término o concepto conocido como "Carbono Neutral" o "C-Neutralidad", el cual se define como *"el balance entre la cuantificación de las emisiones y las acciones de reducción y remoción/compensación de gases efecto invernadero de una organización en un periodo verificable"* (Universidad Earth, s.f.)

De hecho, Costa Rica se ha comprometido en ser el primer país "C-Neutral" a nivel mundial, esto antes del año 2021.

Pareciera ser una meta posible de alcanzar, a razón de que Costa Rica ha destacado por preservar y proteger un porcentaje considerable de sus bosques, mediante parques nacionales y áreas de conservación; así como por una producción de energía eléctrica limpia y renovable, a través de plantas hidroeléctricas, geotérmicas, eólicas y solares.

Desgraciadamente, no ha logrado reducir su consumo de combustibles fósiles. Incluso, aumenta a una tasa de crecimiento superior al promedio mundial del consumo de petróleo. Esto producto de un uso casi indiscriminado del vehículo de combustión interna, utilizado para el transporte de mercancías y de personas.

Por otra parte, referente a las medidas de adaptación al cambio climático, se deberán considerar aquellas acciones que busquen o logren reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia hacia los eventos que genera el cambio climático,

principalmente de aquellos relacionados con fenómenos de origen hidrometeorológicos y socio-naturales.

Fenómenos hidrometeorológicos como depresiones y tormentas tropicales, el impacto de frentes fríos y la influencia indirecta de los huracanes, hace al país, a su infraestructura y por supuesto a sus habitantes, altamente susceptibles y vulnerables.

Lo anterior se ve incrementado, por una deficiente planificación territorial y de usos de suelos en sus cuencas hidrográficas, lo que genera emergencias y situaciones de imprevisibilidad, así como cuantiosos daños económicos y de pérdidas humanas.

A razón de buscar, la adaptabilidad y resiliencia ante los efectos del cambio climático, Costa Rica ha generado normativa y políticas a nivel sectorial y nacional. Ejemplo de ello, es el Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2020, el cual se constituye como la instrumentalización de la Política Nacional de Gestión del Riesgo para el periodo 2016-2030. Ambos esfuerzos, a su vez están estrictamente alineados con la Ley N° 8488 "Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo" y su reglamentación.

Así, el Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2020 se define como:

(...) un instrumento de enfoque estratégico destinado a orientar a todos los actores de la actividad nacional en el cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo, así indicado en la Ley Nacional de Emergencias y Prevención de Riesgos, Ley N° 8488 (CNE, 2016).

Dicho Plan se estructura conforme a tres ámbitos de acción (reducción del riesgo, preparativos y respuesta, recuperación) los cuales se intersectan con los cinco ejes de la Política, los cuales se definen como:

- Eje 1. Generación de resiliencia e inclusión social.
- Eje 2. Participación y desconcentración para la gestión del riesgo.

- Eje 3. Educación, gestión del conocimiento e innovación.
- Eje 4. Inversión financiera sostenible, infraestructura y servicios.
- Eje 5. Planificación, mecanismos e instrumentos normativos para la reducción del riesgo.

Es así, como dentro del Ámbito 1. “Reducción del Riesgo” y el Eje 4. “Inversión financiera sostenible, infraestructura y servicios”, se ubica la acción estratégica “A1.16.3. Programas de mantenimiento y renovación de estructura física”, cuya meta se indica en la siguiente tabla:

Tabla #1. Meta a cargo del CONAVI, en cumplimiento a lo dispuesto en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo, 2016 – 2020.

Lineamiento	Acción Estratégica	Meta		
		Descripción	Periodo	Producto esperado
Ámbito de gestión: reducción del riesgo. Lineamiento 16: Protección de la Inversión en Infraestructura.	A1.16.3. Programas de mantenimiento y renovación de infraestructura física.	Diagnóstico integral del riesgo de la red vial nacional y cantonal.	2017	A1.16.3.2. Un informe de la condición de riesgo presente de la red vial nacional y cantonal.

Fuente: Tomado de la “Matriz 1: Ámbito de gestión: Reducción del riesgo. Delimitación de acciones estratégicas, metas y responsables” (CNE, 2016, p.20).

Como bien se indica en dicho Plan, es el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) la entidad encargada de la elaboración del Diagnóstico solicitado, a razón que la ley, lo faculta para la atención de la Red Vial Nacional, mediante trabajos de conservación, reconstrucción, mejoramiento y construcción vial.

Por lo anterior, este documento es un esfuerzo institucional que busca identificar toda aquella infraestructura ubicada dentro de la Red Vial Nacional de Costa Rica, vulnerable ante el cambio climático (amenazas hidrometeorológicas) y de otros

fenómenos naturales (amenazas sísmicas y volcánicas) y antrópicos (amenazas socio-naturales).

Esto forma parte de la primera etapa, de todo un proceso de planificación táctica estratégica, que mediante la formulación e implementación de un plan de reducción del riesgo a desastres, se tiene como visión la incorporación de "*(...) criterios de cambio climático en el desarrollo de proyectos, para que en el año 2035, la red vial nacional tenga mayor capacidad de adaptación y resiliencia ante eventos hidrometeorológicos extremos*" (CONAVI, 2018).

Abordaje Metodológico

Ante eventos sísmicos y volcánicos

La ubicación del país dentro del denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico”, lo hace ser altamente vulnerable a amenazas de origen volcánico, geológico y sísmico, donde referentes históricos han documentado la ocurrencia de numerosos eventos con devastadores saldos en el tema de infraestructura, económica y principalmente de pérdidas humanas.

No obstante, estos mismos eventos ha generado que el país haya ido adoptando y formulando códigos constructivos, lo que ha permitido el diseño de obras con cierto grado de resiliencia sísmica; o con la identificación de áreas geográficas afectadas por eventos volcánicos, como, por ejemplo, zonas vulnerables a la expulsión de cenizas, gases, precipitaciones con lluvia ácida, caída de materiales balísticos y piroclastos, entre otros, así como con la ocurrencia de lahares.

Esto no significa que no exista vulnerabilidad asociada ante este tipo de amenazas, principalmente si se considera, que parte de la infraestructura que forma parte de la Red Vial Nacional requiere ser rehabilitada, con el fin de incrementar su capacidad de resistencia sísmica, o porque ya ha sido afectada por eventos extremos como terremotos.

Por tal razón, este diagnóstico no busca realizar análisis profundos relacionados con este tipo de amenazas, puesto que, existen suficientes investigaciones o bibliografía en general, que permite dar un eficaz abordaje en la forma de tratar esta problemática y donde, se espera que toda la infraestructura vial nueva o rehabilitada, muestre resiliencia ante este tipo de amenazas naturales.

Referente a las amenazas volcánicas

Referente a las amenazas volcánicas, se trabajará con los mapas de peligros volcánicos para los cinco macizos más activos del país (Arenal, Rincón de la Vieja, Poás, Irazú y Turrialba), extraídos de la Metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil del MIDEPLAN; los cuales, a criterio de este grupo de trabajo, son una fuente muy valiosa de información, que –con el uso de sistemas de información geográfica- permitirán en los capítulos de análisis, identificar la Red Vial Nacional susceptible a un determinado evento volcánico.

De esta misma metodología, para cada uno de los mapas de peligros volcánicos se le asocia un cuadro de equivalencias e incidencias, donde según la ubicación del proyecto o de la infraestructura de interés, conforme con el área de afectación indicada en el mapa, es posible identificar su nivel de incidencia y, por ende, su vulnerabilidad ante una erupción volcánica.

Referente a las amenazas sísmicas

En el caso de las amenazas sísmicas, la Metodología de análisis de amenazas naturales del MIDEPLAN, presenta un procedimiento para su estimación, a partir de información recolectada en campo, los mapas de fallas geológicas de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica y las zonas de sismicidad por provincias, cantones y distrito según el Código Sísmico de Costa Rica 2010, del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

Costa Rica se ubica en una región caracterizada por concentrar algunas de las zonas de subducción más importantes de la Tierra, por lo que es común su afectación con

cierta recurrencia por eventos naturales extremos, asociados con sismos de gran magnitud o terremotos, maremotos, tsunamis y por supuesto, erupciones volcánicas.

Es de común conocimiento, que dentro de la infraestructura vial más susceptible a amenazas sísmicas están las estructuras de puentes. El diseño de este tipo de estructuras cumple con las normativas nacionales e internacionales; sin embargo, la problemática radica en aquellas estructuras antiguas construidas bajo otras especificaciones o parámetros de diseño o, porque requieren ser rehabilitadas por la afectación de eventos sísmicos de gran magnitud. Ejemplo de ello, son los puentes ubicados en la provincia de Limón, los cuales fueron fuertemente afectados por el terremoto de magnitud 7,6 del 22 de abril de 1991.

Sin embargo, más que identificar que estructuras de puentes requieren de una pronta intervención, este diagnóstico se limitará en reconocer cuales son las zonas de mayor afectación ante un determinado evento telúrico.

La razón de lo anterior, es porque el CONAVI utiliza una plataforma informática para la gestión de intervenciones en puentes conocida como el Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP); mediante el cual y conforme con el estado actual de dichas estructuras, se ha oficializado una programación quinquenal jerarquizada de intervenciones, mismas que van desde rehabilitaciones hasta construcción de obra nueva.

Para ello, este Consejo ha contratado al ITCR para el levantamiento e inventario de la mayoría de las estructuras de puentes ubicadas en rutas nacionales y de travesía. Las estructuras restantes han sido estudiadas por el LanammeUCR, como parte de sus funciones de fiscalización del estado de la Red Vial Nacional pavimentada.

Ante eventos hidrometeorológicos

Referente al tema de las amenazas hidrometeorológicas, al igual que, las de origen geológico como la sísmica y la volcánica, generan también desastres naturales; sin embargo, tanto por su comportamiento, como por recurrencia, estas amenazas son consideradas como de especial cuidado, además de que están estrechamente ligadas a otros fenómenos cíclicos como El ENOS (El Niño – Oscilación del Sur) y el cambio climático, el cual, en parte provocado por la intervención humana.

Cuando se habla de que estos fenómenos son de especial cuidado, es porque poseen una ocurrencia prácticamente estacional, así como por su impacto en la economía de los países, sobre todo de aquellos cuyos recursos financieros limitan su recuperación; o aún más preocupante, porque cada intervención realizada reconstruye la vulnerabilidad que provocó la situación de emergencia, generándose un proceso de pérdida de competitividad como país y de pobreza para sus habitantes.

El patrón climático del país, hace esperar la generación de abundantes precipitaciones en los meses de mayo a noviembre de cada año. Situación que se agudiza con la aparición de fenómenos atmosféricos asociados con depresiones, tormentas tropicales y huracanes, los cuales ejercen -en la mayoría de ocasiones- un impacto indirecto producto del arrastre de vientos húmedos provenientes del Océano Pacífico, los cuales por el efecto orográfico de los sistemas montañosos que atraviesan el territorio nacional, se condensan en forma de nubosidad y se precipita en la vertiente del pacífico.

Por su parte, en otras épocas del año las lluvias se concentran en la vertiente del Caribe, producto de un incremento de los vientos alisios cargados de humedad

provenientes del norte o del impacto directo de los frentes fríos, propios de la estación invernal del hemisferio norte del planeta.

Es así, como este estudio busca identificar la Red Vial Nacional, susceptible o vulnerable a amenazas hidrometeorológicas y socio-naturales, por lo que se tomará como punto de partida, las intervenciones realizadas por este Consejo, en atención a los daños en la infraestructura vial, producto de eventos extremos o estacionales intensos.

Por lo que se utilizará como información base, los datos recopilados, almacenados y procesados por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes y por la Dirección de Planificación Institucional, en un periodo de aproximadamente ocho años, o sea, desde el año 2009 hasta la fecha.

En este periodo de estudio, el país ha sufrido el embate de fenómenos de diferente naturaleza, los cuales han provocado severos daños en la infraestructura vial del país. Los más comunes asociados a eventos hidrometeorológicos tales como: inundaciones, aludes, avalanchas, deslizamientos y caída de material en carreteras (derrumbes).

Los eventos extremos se registran con diferentes periodos de retorno que pueden variar de décadas o cientos de años. Sin embargo, también existen aquellos cuya magnitud es menor, pero que poseen una recurrencia anual o incluso, de varias veces al año. Para el caso de Costa Rica, este tipo de evento –como ya se comentó– está comúnmente asociado a los efectos indirectos del paso por el Mar Caribe de huracanes, tormentas y depresiones tropicales, entre otros.

Además, estos fenómenos atmosféricos pueden verse incrementados, gracias a patrones climáticos recurrentes, como es el caso de la fase fría del ciclo ENOS o

mejor conocido como La Niña. Esto sucede así, al menos para el Pacífico Central y la Zona Sur del país.

Por otra parte, el fenómeno opuesto o El Niño, está más relacionado con una escasez de precipitaciones e incluso, periodos de sequías para la provincia de Guanacaste y algunos sectores de la Región Huetar Norte, pero también con altas precipitaciones para la Región Huetar Atlántica.

En razón de lo anterior, se consideran los siguientes fenómenos atmosféricos, los cuales generaron importantes afectaciones en la Red Vial Nacional, dentro de un periodo donde se manifestó el fenómeno cíclico de La Niña, específicamente entre los años 2010 – 2012, como a continuación se detalla:

- Setiembre 2010: Tormentas tropicales Mathew y Nicole.
- Noviembre 2010: Huracán Thomas.
- Diciembre 2010: Frente frío.
- Octubre 2011: Huracán Rina.

Por su parte, el huracán Otto (noviembre 2016) y la tormenta tropical Nate (octubre 2017) catalogada como el fenómeno atmosférico más destructivo de las últimas décadas, se han asociado también a la aparición de un nuevo ciclo de La Niña.

Ahora bien, el interés de este estudio no solo radica en identificar los daños suscitados por eventos climáticos extremos, sino que, también por aquellos fenómenos estacionales de alta intensidad, que han provocado daños y situaciones de emergencias a lo largo y ancho del territorio nacional.

Por tal motivo, es que se utilizará la información de imprevisibilidades por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, en un periodo que abarca desde el 2010 hasta finales del 2017.

Para lo cual, se plantea el uso –al menos de forma parcial- de la “Metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil” del MIDEPLAN (citado en párrafos anteriores).

Para cada amenaza identificada conforme las definiciones brindadas en dicha Metodología, existe asociado un cuadro o Matriz de Evaluación de la amenaza, que permite estimar el índice de vulnerabilidad que podría tener un proyecto conforme a su ubicación.

La importancia de esta metodología es que su aplicación es de carácter oficial y obligatorio para la elaboración de estudios de preinversión de proyectos públicos, con el fin realizar de su inscripción en el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) del Mideplan y su posible incorporación en los ejercicios presupuestarios de las instituciones públicas.

A simple vista pareciera ser, que las principales limitantes de dicha metodología radican en la disponibilidad de los datos e información requerida para llenar o completar las matrices de amenazas.

Por ello, desde un inicio se han estado gestionando múltiples acciones y coordinaciones para la obtención de la información georreferenciada necesaria y suficiente, a fin de realizar los análisis geoespaciales que permitan caracterizar toda la Red Vial Nacional dentro de zonas vulnerables a determinadas amenazas naturales, mismas que resultan frecuentes o recurrentes dependiendo de su localización geográfica.

Para lo cual, se ha buscado fuentes de información más del tipo académico, ya que presentan muy pocas restricciones para su obtención, como es el caso de los Atlas o repositorios de capas georreferenciadas con información de variada índole, generados por ITCR.

Pero la información contenida en dichos repositorios es limitada, lo que exigió en su momento, buscar en otras fuentes más especializadas como es el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) o la misma Comisión Nacional de Emergencias (CNE), con resultados poco satisfactorios.

Por tal motivo, la estrategia metodológica propuesta para la identificación de infraestructura vial vulnerable a amenazas hidrometeorológicas, es la de utilizar una combinación entre la metodología del Mideplan para el análisis de amenazas naturales, complementada con un análisis geoespacial mediante el SIGI, con la información por secciones de control de la RVN afectada, principalmente por eventos hidrometeorológicos extremos o estacionales intensos, recopilada por este Consejo en un periodo aproximado de ocho años, con la generación de información levantada en campo con GPS, específicamente en el lugar donde se materializó el riesgo o se registró el daño.

De forma tal, que las matrices de amenazas propuestas en la metodología del Mideplan serán aplicadas, siempre y cuando, se tenga la información requerida. Caso contrario, se utilizará la información generada por este Consejo.

Aplicación de la Herramienta para el registro de infraestructura vial vulnerable.

Con el fin de elaborar el presente Diagnóstico, se impulsó el desarrollo y aplicación de una herramienta digital elaborada como una macro de Microsoft Excel, con el fin de identificar infraestructura vulnerable en la Red Vial Nacional ante amenazas de índole sísmico, volcánico, geológico, hidrometeorológico, socio-natural y sus desencadenantes, tales como deslizamientos, inundaciones, aludes y lahares, entre

otros; que pueden poner en inminente riesgo la infraestructura vial del país o cuyo riesgo ya se materializó. (Para mayor referencia de la herramienta, se puede ubicar el manual en el Anexo A).

Por otra parte, específicamente para los meses de setiembre y octubre del año 2017, el país se vio afectado con el paso del fenómeno hidrometeorológico conocido como la Tormenta Tropical "Nate", que pasó posteriormente a ser huracán, ya en aguas más lejanas de Costa Rica. Dicho fenómeno ocasionó un impacto considerable sobre el territorio nacional dejando víctimas mortales y cuantiosas pérdidas económicas y daños en la infraestructura civil.

Si bien, el fenómeno atmosférico indicado en el párrafo anterior, generó destrucción a nivel nacional; también brindó la oportunidad de aplicar la herramienta de identificación de infraestructura vial vulnerable y con ello, el registro de los daños con su ubicación geográfica, pasando de tener información localizada por secciones de control, a una base de datos con información puntual, específicamente en el sitio donde se materializó la amenaza.

Es así, como a través de la colaboración y apoyo de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del Conavi, se aplicó dicha herramienta y se recolectó la información suficiente para registrar la infraestructura vial vulnerable a ese evento hidrometeorológico extremo.

Como parte del procedimiento para el uso de la herramienta, se brindó un proceso de capacitación a los funcionarios de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, responsables de la aplicación de la misma; los cuales participaron proactivamente en el reconocimiento de cada una de las variables o elementos integrados a evaluar. Cabe mencionar que la misma herramienta tuvo un proceso previo de revisión y validación, en cooperación con otras unidades sustantivas del Conavi, tales como la Dirección de Contratación de Vías y Puentes, y Conservación de Vías y Puentes.

Uno de los propósitos primordiales de los reportes generados por la herramienta, es la posibilidad de constituir y alimentar bases de datos de información georreferenciada con el reconocimiento espacial de los puntos exactos donde se han generado impactos negativos sobre las rutas nacionales.

Por dicho motivo, la herramienta condiciona campos específicos con coordenadas geográficas donde se sitúa el sitio de referencia del problema o daño reportado.

A partir de estos valores o datos, la Unidad de Sistemas de Información realiza un geo-procesamiento y depuración de las bases de datos, a través de los GIS, y se generan los mapas correspondientes a cada zona de conservación vial.

La aplicación de la herramienta en cada una de las zonas de conservación vial del país, tuvo como limitante que su ejecución únicamente se podía realizar en equipos informáticos con el MS-Excel instalado, lo que implicaba que el llenado de la información en la herramienta, se realizaba posterior a su levantamiento en campo.

Además, la ubicación geográfica se tenía que ingresar manualmente, con el inconveniente de que, en varias ocasiones, se registraron lugares con diferentes sistemas de coordenadas.

Con el fin de resolver dicha limitante, se solicitó colaboración a la Dirección de Tecnologías de Información del CONAVI, para que la herramienta pudiera ser utilizada en un dispositivo móvil con sistema operativo Android; con la facilidad de que tanto el llenado de la herramienta como la ubicación del lugar afectado, se puede registrar en mismo momento en que se realiza la inspección de campo.

Con lo anterior, se tendrá una herramienta para ser aplicada en futuros análisis y estudios, que a su vez, servirá para actualizar el presente diagnóstico, así como el tener, una forma sencilla de recolectar información útil para la toma de decisiones.

Realización de giras y elaboración de Fichas Resumen de Campo.

Producto de la conformación de las bases de datos georreferenciadas con información recopilada a través la herramienta de identificación de infraestructura vial vulnerable, la Unidad de Sistemas de Información se ha dado a la tarea de programar giras de campo para realizar un reconocimiento de los sitios o de la infraestructura vial identificada como susceptible, principalmente a eventos hidrometeorológicos extremos o estacionales de alta intensidad.

El interés de la mismas, es la elaboración de Fichas Resumen donde se ha identificado infraestructura vial vulnerable, a fin de constatar la calidad de la información registrada mediante la herramienta, así como documentar el estado de dicha infraestructura, lo que servirá para priorizar aquellos casos que requieren de una intervención mayor y que generalmente, por ley, están fuera de las competencias de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI.

Estas mismas fichas, servirán de base para la elaboración de los estudios de preinversión requeridos por el MIDEPLAN, para la inscripción de los proyectos en el SNIP, así como para su futura incorporación dentro de los ejercicios presupuestarios del CONAVI.

En el anexo B, se muestran varios ejemplos de Fichas de Campo con algunos de casos identificados mediante la Herramienta.

Abordaje Teórico - Conceptual

Conceptos comúnmente empleados

Desde hace más de medio siglo, la comunidad científica internacional ha generado un importante número de investigaciones enfocadas en parte, a pronosticar las variaciones en los patrones climáticos del planeta, producto del cambio climático y sus consecuencias, los cuales han apuntado desde una nueva era glacial hasta un proceso de calentamiento global, desertificación y de desertización.

Hoy es de entendimiento común, que el efecto invernadero producto de la concentración y acumulación de los GEI en la atmósfera del planeta, está generando un aumento en la temperatura media de la tierra, el deshielo de los polos y de las cumbres nevadas como las ubicadas en la cordillera Andina, así como la tendencia a una disminución de las precipitaciones, con la aparición recurrente de fenómenos extremos como la formación de huracanes, tornados y tormentas.

No obstante, todos estos estudios desarrollados a nivel mundial, hacen uso de una terminología que no necesariamente concuerda con la realidad o el contexto regional, lo que en muchos casos, crea confusión o malinterpretaciones en los conceptos empleados, constituyendo en sí, una fuerte limitante en lo que corresponde a la generación de conocimiento y en la seriedad y credibilidad de una investigación como la presente.

Por tal razón, se brindará una lista de definiciones con los conceptos y constructos más utilizados para la elaboración de este Diagnóstico; los cuales, en parte han sido tomados de fuentes con reconocimiento mundial como La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, 2009), así como en

trabajos de ámbito regional como los elaborados por el Ministerio de Transportes de Colombia (Alianza Clima y Desarrollo, 2014) y la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red, 1993). También se consideran las definiciones empleadas en la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo (Ley 8488 de 2005), norma aplicable para Costa Rica.

Es importante aclarar, que las siguientes definiciones no son las que comúnmente conforman un glosario, puesto que cada una de ellas, están contextualizadas y definidas como un constructo, adecuadas al objeto de estudio.

A continuación, se presentan los conceptos y constructos más utilizados y representativos de este diagnóstico:

- Amenaza: condición peligrosa, fenómeno, sustancia o actividad humana que podría ocasionar efectos adversos a las personas, los bienes, los servicios públicos, o daños ambientales. En el caso específico de este informe la amenaza constituye un peligro latente que puede ocasionar daños en la infraestructura ubicada en la Red Vial Nacional.
- Amenaza volcánica: fenómeno de origen geotectónico que se manifiesta en actividades y emisiones volcánicas que podrían ocasionar efectos adversos a las personas, los bienes, los servicios públicos, o al medio ambiente.
- Amenaza sísmica: fenómeno de origen geotectónico que se manifiesta en sismos que podrían ocasionar efectos adversos a las personas, los bienes, los servicios públicos, o al medio ambiente.
- Amenaza hidrometeorológica: proceso o fenómeno de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico que se manifiesta en forma de huracanes, tempestades, granizadas, tornados, tormentas de nieve, fuertes nevadas,

avalanchas, marejadas, inundaciones, sequías, olas de calor y frío, que podrían ocasionar efectos adversos a las personas, los bienes, los servicios públicos, o daños ambientales.

- Amenaza geológica: proceso o fenómeno de origen geológico que se manifiesta como el movimiento de masas, aludes, desprendimiento de rocas, derrumbes en la superficie y corrientes de barro o escombros e inclusive procesos terrestres internos que también se pueden clasificar como amenazas sísmicas o volcánicas, que podrían ocasionar efectos adversos a las personas, los bienes, los servicios públicos, o al medio ambiente.
- Amenaza socio-natural: fenómeno que surge de la interacción de las amenazas naturales con los suelos y los recursos ambientales explotados en exceso o degradados y que incrementan la ocurrencia de eventos, más allá de sus probabilidades naturales, que podrían ocasionar efectos adversos a las personas, los bienes, los servicios públicos, o al medio ambiente. En otras palabras, son amenazas naturales cuya intensidad y probabilidad de ocurrencia ha aumentado a causa de actividades humanas.
- Vulnerabilidad: características o circunstancias físicas, sociales, económicas o ambientales de un bien determinado, un sistema o una comunidad, que lo hace susceptible a los efectos adversos de una amenaza. La vulnerabilidad es propia de estos elementos, por lo que es independiente de su grado de exposición y además varía considerablemente en el transcurso del tiempo. Ejemplos de vulnerabilidad van desde el desconocimiento o falta de conciencia oficial del riesgo hasta diseños y construcciones inadecuadas.

En el caso específico de la Red Vial Nacional, entre los ejemplos de vulnerabilidad se tiene el trazo inadecuado de una carretera, la falta de diseño

de taludes, la protección ineficiente de elementos de los puentes y la construcción con materiales deficientes.

Es común utilizar el término de vulnerabilidad para incluir también el grado de exposición de los bienes, sistemas o comunidades, de manera que en la práctica la definición podría ser utilizada de una forma más amplia y en este caso no correspondería únicamente a una característica inherente de los elementos.

La vulnerabilidad se ve afectada por tres factores: la exposición, la fragilidad del sistema y la resiliencia o capacidad de adaptación. Estos términos se explican a continuación.

- Exposición: relacionada con la ubicación física del sistema y se refiere a aquellos de sus elementos expuestos con respecto a la distribución de las amenazas, como la población y las propiedades presentes en zonas amenazadas y que por lo tanto se convierten en elementos potencialmente afectados. La exposición es uno de los factores que afecta la vulnerabilidad de un sistema: ésta aumenta conforme aumenta su exposición.
- Fragilidad: medida en que un sistema se puede ver afectado por el impacto de un evento. La fragilidad mide el nivel de resistencia y protección de un sistema y es uno de los factores que afecta la vulnerabilidad. A mayor fragilidad del sistema, mayor será su vulnerabilidad.
- Resiliencia: nivel de capacidad de recuperación o de asimilación de un sistema afectado por un evento resultado de una amenaza, que le permite resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos

de manera oportuna y eficaz. Incluye la preservación y restauración de las estructuras y funciones básicas del sistema. La resiliencia es determinada por la cantidad de recursos disponibles para enfrentar el evento y por la capacidad de organización anterior y posterior al evento.

- **Riesgo:** el riesgo se define en términos generales, como la combinación de probabilidades de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. En el caso específico de la materia de este informe, se entiende por evento una amenaza que llega a concretarse. Por lo tanto, el riesgo es la probabilidad de sufrir pérdidas o daños de personas, bienes, servicios públicos o daños al medio ambiente producto del impacto de un evento.

El riesgo combina los factores de probabilidad de una amenaza con la vulnerabilidad de los elementos posiblemente afectados, por lo que usualmente se representa como la combinación matemática de ambos factores.

Es importante hacer énfasis en el término de riesgo de desastres, que se refiere específicamente a las posibles pérdidas de vidas, de las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y servicios que ocasionaría un desastre futuro en determinado lugar. De aquí la necesidad de definir a continuación el concepto de desastre.

- **Desastre:** evento resultado de una amenaza, identificable en el tiempo y el espacio, que provoca una interrupción en el funcionamiento normal de una comunidad con cantidad de muertes y pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales de magnitud tal que exceden la capacidad de dicha comunidad para enfrentarlo con recursos propios.

Posibles amenazas para la Red Vial Nacional

- **Inundación:** Situación originada cuando el volumen de agua de lluvia, o el vaciamiento de agua represada excede la capacidad de conducción del cauce normal del río. También puede producirse por el taponamiento u obstrucción de los sistemas de drenaje naturales o artificiales que provoca la acumulación de agua hasta niveles en que empieza a afectar de manera aguda la funcionalidad de los sistemas de transporte, la viabilidad de los cultivos, de los animales, la biodiversidad, la estabilidad de los ecosistemas, la funcionalidad de edificios públicos y privados, las áreas residenciales y la vida humana.
- **Deslizamiento:** Se define como un movimiento pendiente abajo, lento o súbito, debido a la ruptura y desplazamiento gravitatorio del terreno en una ladera que puede estar constituida por rocas, suelo y cobertura boscosa, o bien por rellenos artificiales. El movimiento puede haber sido propiciado por acción de la socavación en la parte inferior de los cauces de los ríos o quebradas, o por la intervención de la sismicidad, lluvias intensas o acciones humanas (cortes en laderas, apertura de caminos). Se caracterizan por la formación de una superficie de ruptura plana o curva, a partir de la cual se desplaza la masa de terreno que se ha separado del conjunto.
- **Alud torrencial o avalancha:** Movimiento muy rápido de masas de materiales sólidos, como por ejemplo grandes bloques de roca, grava y arena, con ciertas cantidades de materiales más finos como limo y arcilla, mezclados con agua, biomasa y aire atrapado. Ocurren con más frecuencia en las laderas de pendiente elevada y transitan por cauces de quebradas y ríos de montaña. Tienen como agravante un comienzo súbito y la elevada velocidad de flujo

(ejemplo lahar de Taras, 1963-65, aludes de Arancibia –Cordillera de Tilarán, junio 2000- y Calle Lajas –Escazú, noviembre 2010-).

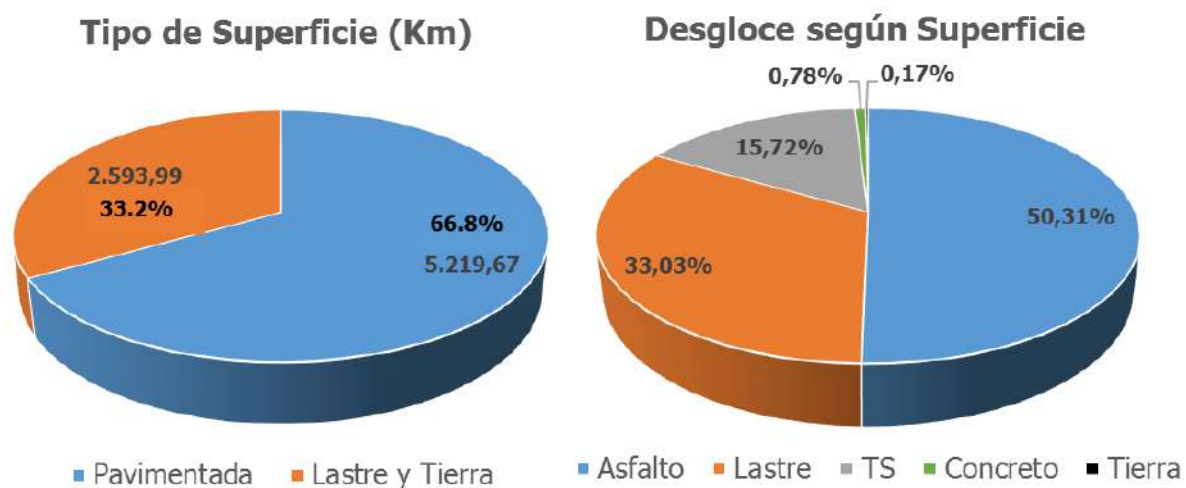
- Sismo: Movimiento vibratorio que se origina en el interior de la Tierra y se propaga en todas direcciones en forma de ondas. La causa principal de su ocurrencia, es el movimiento de las placas tectónicas, lo que provoca la liberación de energía que termina remeciendo bruscamente la corteza. Otra causa que puede incidir en la generación de sismos son las erupciones volcánicas. La escala utilizada para caracterizar la amenaza sísmica en cuanto a su magnitud es la de Richter y la escala que mide su percepción es la de Mercalli.
- Tsunami (del japonés TSU: puerto o bahía, NAMI: ola): También conocida como inundación por marejada. Es una ola o serie de olas que se producen en una masa de agua al ser empujada violentamente por una fuerza que la desplaza verticalmente. Estas olas determinan la inundación de áreas de territorios habitualmente no ocupadas por la masa acuática.

Abordaje del Contexto

Referente a la composición de la RVN

Costa Rica posee una RVN con una longitud total de 7.813,66 kilómetros (MOPT, 2018); de los cuales, 5.219,67 km poseen superficie de rodamiento pavimentada, mientras que su longitud restante está constituida de una superficie en lastre y tierra, como a continuación se resume:

Figura #1. Distribución de la RVN conforme a su superficie de ruedo.



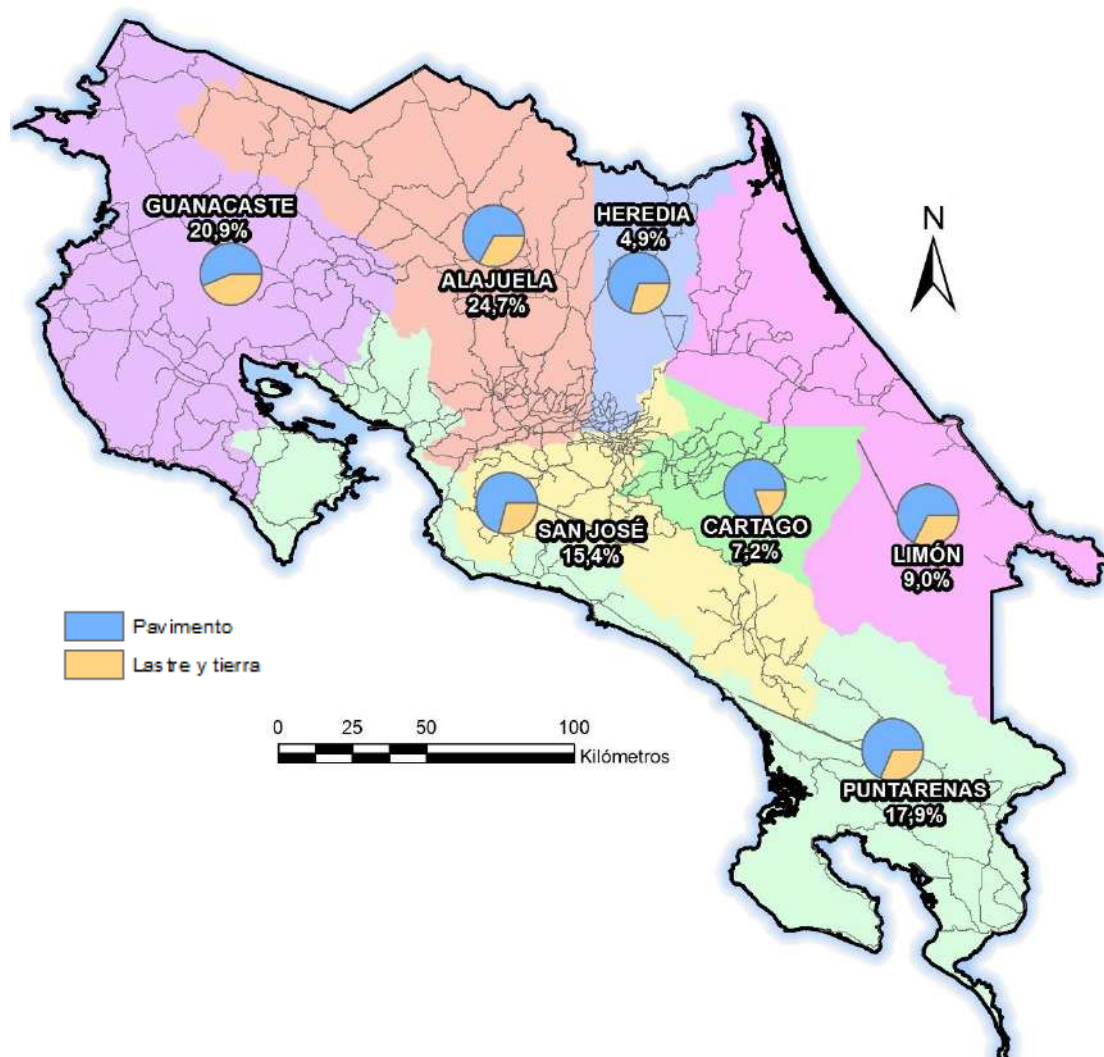
Fuente: Inventario de la RVN, Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT, 2018.

Es importante observar, que aproximadamente un 33,2% de la RVN tiene su superficie de ruedo en "Lastre y tierra", específicamente un 33,03% en lastre y un 0,17% en tierra, lo que la hace una red vial vulnerable principalmente a intensas precipitaciones o a los efectos adversos de una condición seca extrema o de sequía, por la generación de polvo.

Referente a la distribución de la RVN por provincia, en la siguiente imagen se observa como la provincia con mayor longitud de vías es Alajuela, con casi una cuarta parte de las Rutas Nacionales de todo el país, seguida de Guanacaste y de Puntarenas.

Si bien, San José es la cuarta provincia con mayor cantidad de Rutas Nacionales, es importante destacar que este indicador no considera el área de las mismas, a razón de que San José superficialmente hablando es la más pequeña de las anteriores; solo Cartago y Heredia son de menor tamaño.

Figura #2. Distribución de la RVN por provincias



Fuente: Inventario de la RVN, Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT, 2018.

No obstante, si se considera la densidad de rutas por provincia, es San José la provincia con mayor cantidad de kilómetros de rutas nacionales por kilómetro cuadrado de extensión. En la siguiente tabla se observan las provincias con mayor densidad de rutas nacionales.

Tabla #2. Densidad de rutas nacionales por provincia

Provincia	Densidad (Km/Km ²)
San José	0,24
Alajuela	0,20
Cartago	0,18
Guanacaste	0,16
Heredia	0,14
Puntarenas	0,12
Limón	0,08

Fuente: Inventario de la RVN, Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT, 2018

De la figura anterior, se muestra que para cada provincia se tiene un gráfico de pastel, donde se observa la relación existente entre rutas nacionales "Pavimentadas" y rutas con superficie de rodamiento en "Lastre y tierra".

Si bien, tanto la figura como la tabla anterior, brindan información referente a la cantidad de kilómetros y densidad de rutas nacionales en función de la división provincial del país; los gráficos de pastel brindan un patrón común, como lo es que la mayoría de las provincias, poseen un porcentaje de RVN en lastre cercano al 30%, con la excepción de Cartago que únicamente tiene un 20% y Guanacaste con un 44%.

El hecho de que Guanacaste, territorio que forma parte de la Región Chorotega del país, presente un porcentaje tan alto de Rutas Nacionales en lastre, genera un problema de vulnerabilidad, esto relacionado con la fuerte tendencia que tiene esa región de sufrir de sequías y un posible proceso de desertización producto del cambio climático.

En sí, cada provincia posee características muy propias, que las pueden hacer más vulnerables que otras, ante amenazas hidrometeorológicas y socio-naturales. Sin embargo, cuando se habla de RVN, se deja de lado la división territorial provincial para adoptarse una división por regiones y zonas de conservación vial, mismas que se verán más adelante.

Referente a la regionalización de la RVN

El territorio nacional está dividido en siete (7) provincias, ochenta y dos (82) cantones y cuatrocientos ochenta y cinco (485) distritos, los cuales constituyen la división físico política y administrativa del país.

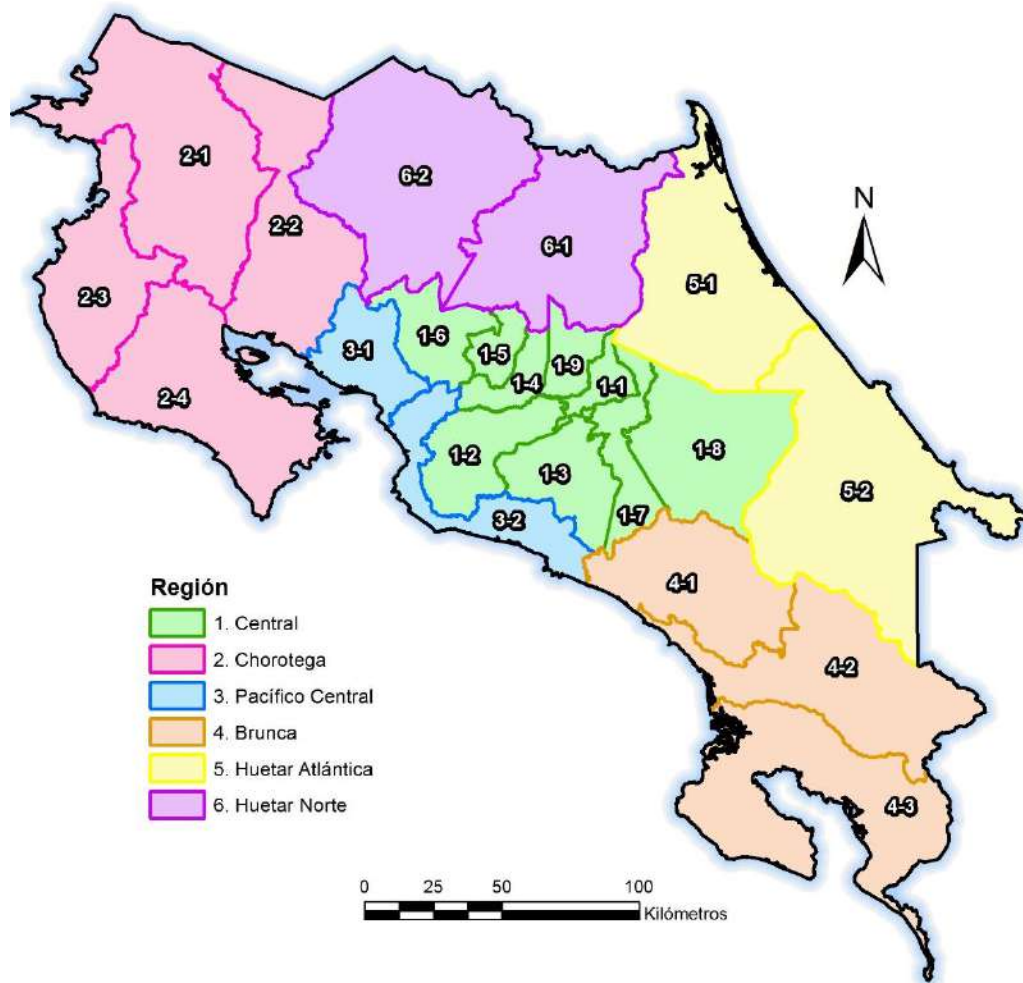
Sin embargo, cuando se habla de la RVN, ésta se divide en seis (6) Regiones y veintidós (22) Zonas de Conservación Vial, mismas que a continuación se presentan:

Tabla #3. Regiones y Zonas de Conservación Vial

Región	Zona	Ubicación
1. Central	1-1	San Jose
	1-2	Puriscal
	1-3	Los Santos
	1-4	Alajuela
	1-5	Alajuela Norte
	1-6	San Ramón
	1-7	Cartago
	1-8	Turrialba
	1-9	Heredia
2. Chorotega	2-1	Liberia
	2-2	Cañas
	2-3	Santa Cruz
	2-4	Nicoya
3. Pacífico Central	3-1	Puntarenas
	3-2	Quepos
4. Brunca	4-1	Pérez Zeledón
	4-2	Buenos Aires
	4-3	Sur
5. Huetar Atlántica	5-1	Guápiles
	5-2	Limón
6. Huetar Norte	6-1	San Carlos
	6-2	Los Chiles

Fuente: Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI. 2018.

Figura #3. Regiones y Zonas de Conservación Vial



Fuente: Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI. 2018.

Cada zona de conservación vial posee una longitud aproximada de 350 km. Esta unidad territorial es congruente con la utilizada en los procesos de contratación administrativa, para la atención con trabajos de mantenimiento rutinario y periódico, así como de rehabilitación de la RVN, tanto "Pavimentada" como en "Lastre y tierra".

Es importante aclarar, que las vías del país están divididas en rutas nacionales y de travesía cuya atención -por ley- compete a la Administración Central; mientras que los caminos cantonales (segundo grupo de interés) son de competencia municipal. Este tema se detalla a continuación.

Referente al Marco Normativo vigente.

Referente a la administración de la Red Vial Nacional y de los Caminos Cantonales, el artículo 1º de la Ley N°5060 o “Ley General de Caminos Públicos”, especifica lo siguiente:

Artículo 1º.- Para los efectos de la presente ley, los caminos públicos, según su función -con su correspondiente órgano competente de administración- se clasificarán de la siguiente manera:

RED VIAL NACIONAL: Corresponde su administración al Ministerio de Obras Públicas y Transportes, el cual la definirá según los requisitos que al efecto determine el Poder Ejecutivo, por vía de acuerdo. Esta red estará constituida por las siguientes clases de caminos públicos:

- a) Carreteras primarias: Red de rutas troncales, para servir de corredores, caracterizados por volúmenes de tránsito relativamente altos y con una alta proporción de viajes internacionales, interprovinciales o de larga distancia.*
- b) Carreteras secundarias: Rutas que conecten cabeceras cantonales importantes -no servidas por carreteras primarias- así como otros centros de población, producción o turismo, que generen una cantidad considerable de viajes interregionales o intercantonales.*
- c) Carreteras terciarias: Rutas que sirven de colectoras del tránsito para las carreteras primarias y secundarias, y que constituyen las vías principales para los viajes dentro de una región, o entre distritos importantes.*

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes designará, dentro de la Red vial nacional, las carreteras de acceso restringido, en las cuales sólo se permitirá el acceso o la salida de vehículos en determinadas intersecciones con otros caminos públicos. También designará las autopistas, que serán carreteras de acceso restringido, de cuatro o más carriles, con o sin isla central divisoria.

RED VIAL CANTONAL: Corresponde su administración a las municipalidades.

Estará constituida por los siguientes caminos, no incluidos por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes dentro de la Red vial nacional:

- a) Caminos vecinales: Caminos públicos que suministren acceso directo a fincas y a otras actividades económicamente rurales; unen caseríos y poblados con la Red vial nacional, y se caracterizan por tener bajos volúmenes de tránsito y altas proporciones de viajes locales de corta distancia.*
- b) Calles locales: Vías públicas incluidas dentro del cuadrante de un área urbana, no clasificadas como travesías urbanas de la Red vial nacional.*
- c) Caminos no clasificados: Caminos públicos no clasificados dentro de las categorías descritas anteriormente, tales como caminos de herradura, sendas, veredas, que proporcionen acceso a muy pocos usuarios, quienes sufragarán los costos de mantenimiento y mejoramiento. (Ley 5060 de 1972)*

(El subrayado no forma parte del texto original)

Es así, como por ley, que queda estipulado que la administración de la RVN, conformada por la red de rutas nacionales y rutas de travesía, es competencia de la Administración Central a través del MOPT; mientras que la red de vías cantonales, definidos como todos aquellos caminos "(...) *no incluidos por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes dentro de la Red vial nacional*", es competencia directa de

los gobiernos locales o Municipalidades, de ahí que los alcances de este diagnóstico se centran en la RVN del país.

Por su parte, el CONAVI como órgano con desconcentración máxima adscrito al MOPT, tiene bajo su responsabilidad la intervención de la RVN con obras y trabajos de conservación vial, entre ellos, el mantenimiento rutinario, periódico y de rehabilitación; de reconstrucción, mejoramiento y construcción vial, considerada la conservación como actividad ordinaria prioritaria y de interés nacional, por parte de este Consejo.

Lo anterior queda así estipulado en los artículos 1º, 2º y 3º de la Ley N°7798 "Creación del Consejo Nacional de Vialidad", como se indica textualmente a continuación:

ARTÍCULO 1.- La presente ley regula la construcción y conservación de las carreteras, calles de travesía y puentes de la red vial nacional. Para los efectos de esta ley, se definen los siguientes conceptos:

Red vial nacional: Conjunto de carreteras nacionales determinadas por el Consejo Nacional de Vialidad con sustento en los estudios técnicos respectivos.

Calles de travesía: Conjunto de carreteras públicas nacionales que atraviesan el cuadrante de un área urbana o de calles que unen dos secciones de carretera nacional en el área referida, de conformidad con el artículo 3 de la Ley General de Caminos Públicos.

Conservación vial: conjunto de actividades destinadas a preservar, de forma continua y sostenida, el buen estado de las vías y los puentes, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario. La conservación vial comprende

todo lo que no alcanza a ser construcción de obras nuevas o variación sustancial de estándar de las existentes. Tampoco comprende las obras de restauración que se requieren a causa de emergencias, salvo lo dispuesto por la presente ley como excepción. Dentro de la conservación vial pueden distinguirse las siguientes actividades: mantenimiento (rutinario y periódico), refuerzo, rehabilitación y mejoramientos puntuales.

Mantenimiento rutinario: Conjunto de labores de limpieza de drenajes, control de vegetación, reparaciones menores y localizadas del pavimento y la restitución de la demarcación, que deben efectuarse de manera continua y sostenida a través del tiempo, para preservar la condición operativa, el nivel de servicio y seguridad de las vías. Incluye también la limpieza y las reparaciones menores y localizadas de las estructuras de puentes.

Mantenimiento periódico: conjunto de actividades programables, cada cierto período, tendientes a renovar la condición original de los pavimentos mediante la aplicación de capas adicionales de lastre, grava, tratamientos superficiales o recapados asfálticos o de secciones de concreto, según el caso, sin alterar la estructura de las capas del pavimento subyacente. El mantenimiento periódico de los puentes incluye la limpieza, la pintura y la reparación o el cambio de elementos estructurales dañados o de protección.

Rehabilitación: Reparación selectiva y refuerzo del pavimento o la calzada, previa demolición parcial de la estructura existente, con el objeto de restablecer la solidez estructural y la calidad de ruedo originales. Además, por una sola vez en cada caso, podrá incluir la construcción o reconstrucción del sistema de drenaje que no implique construir puentes o alcantarillas mayores. Antes de cualquier actividad de rehabilitación en la superficie de ruedo, deberá verificarse que el sistema de drenaje funcione bien. La rehabilitación de puentes se refiere a reparaciones mayores, tales como el cambio de

elementos o componentes estructurales principales o el cambio de la losa del piso.

Reconstrucción: Renovación completa de la estructura del camino, con previa demolición parcial o total de la estructura del pavimento o las estructuras de puente.

Mejoramiento: mejoras o modificaciones de estándar horizontal o vertical de los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, a fin de incrementar la capacidad de la vía y la velocidad de circulación. También se incluyen, dentro de esta categoría, la ampliación de la calzada, la elevación del estándar del tipo de superficie ("upgrade") de tierra a lastre o de lastre a asfalto, entre otros, y la construcción de estructuras tales como alcantarillas grandes, puentes o intersecciones.

Mejoramientos puntuales: corresponden a mejoras o modificaciones localizadas del estándar horizontal o vertical de los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, a fin de incrementar la seguridad vial. Se consideran mejoramientos puntuales: la construcción de bahías de autobuses, el mejoramiento de cruces, la ampliación puntual de la calzada para ubicar un carril de giro; así como corregir el alineamiento vertical u horizontal de puntos con incidencia de accidentes de tránsito.

Obras nuevas: Construcción de todas las obras viales que se incorporen a la red nacional existente, de acuerdo con la presente ley (...)

ARTÍCULO 2.- Declárase la conservación vial actividad ordinaria de servicio público prioritario e interés nacional.

ARTÍCULO 3.- Créase el Consejo Nacional de Vialidad, órgano con desconcentración máxima, adscrito al Ministerio de Obras Públicas y Transportes. El Consejo tendrá personalidad jurídica instrumental y presupuestaria para administrar el Fondo de la red vial nacional, así como para suscribir los contratos y empréstitos necesarios para el ejercicio de sus funciones, de conformidad con la presente ley. Este Consejo será administrado por el Consejo de Administración (...) (Ley 7798 de 1998)

Asimismo, como parte de los alcances de esta investigación es el de identificar toda aquella infraestructura vulnerable a amenazas hidrometeorológicas y socio-naturales, ubicada en el derecho de vía de la RVN; se hace indispensable conceptualizar lo que se entiende por derecho de vía, para lo cual, se utiliza la definición presente en el inciso 2.9 del artículo 2° del Decreto N°35586-MOPT “Reglamento Carreteras de Acceso Restringido”:

Derecho de vía: Franja de terreno propiedad del Estado, de naturaleza demanial, destinada para la construcción de obras viales, para la circulación de vehículos, tránsito de personas y otras obras relacionadas con la seguridad, el ornato y el uso peatonal, generalmente comprendida entre los linderos que la separa de los terrenos privados adyacentes a la vía, no susceptible de uso, ocupación o apropiación particular o con fines particulares, con excepción de los casos de nomenclatura vial, rótulos indicativos de destinos turísticos, actividades y servicios y las paradas en tránsito para el transporte público o parabuses. (Decreto N°35586-MOPT del 2009)

Referente a la elaboración de este Diagnóstico

El presente diagnóstico es el resultado parcial de la meta “Diagnóstico integral del riesgo de la red vial nacional y cantonal”, acción estratégica “A1.16.3. Programas de mantenimiento y renovación de infraestructura física”, Ámbito de gestión: reducción del riesgo y del Lineamiento 16: Protección de la Inversión en Infraestructura, tomada de la Matriz 1. Ámbito de gestión: Reducción del riesgo. Delimitación de acciones estratégicas, metas y responsables, Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2016 – 2020. (CNE, 2016)

Se define como un resultado parcial, a razón de que este análisis se limita a estudiar específicamente la RVN, mientras que el producto esperado era un diagnóstico tanto de las rutas nacionales como de las cantonales. Sin embargo, como se explicó en párrafos atrás, el CONAVI, por ley, únicamente se hace cargo de atender o intervenir la RVN. De ahí, que cada gobierno local o municipalidad deberá aportar su propio diagnóstico.

Por lo anterior, se considera que la integración del diagnóstico final deberá ser coordinado por el MOPT, como ente responsable de todo el sector.

Finalmente, este estudio está alineado con el cumplimiento por parte del CONAVI de la disposición 4.7., inciso i., del informe DFOE-IFR-IF-00002-2017 de fecha del 3 de abril del 2017 y elaborado por la CGR, donde se especifica que *“(...) en relación con los Planes Nacionales de Gestión del Riesgo que se elaboren (incluyendo el Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2020), se cumplan las metas y acciones de esos planes que se deberán ejecutar en los plazos fijados para ese fin, en lo que a su competencia corresponde”*.

Afectación de la RVN ante amenazas naturales

Amenaza Volcánica

A continuación, se realizará el análisis de toda aquella infraestructura de la RVN, que podría verse afectada ante una erupción volcánica, esto conforme con los mapas de peligros volcánicos extraídos de la Metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil del MIDEPLAN.

La ubicación de las rutas nacionales susceptibles a un evento volcánico, se determinaron mediante el uso del SIGI del CONAVI. Por su parte, la metodología del Mideplan caracteriza las erupciones volcánicas, como aquellas cuya afectación es por lluvia ácida y por expulsión de ceniza y piroclastos, donde la primera variable posee un 25% del valor del indicador o índice de amenaza, mientras que la segunda constituye el 75% del mismo índice.

Al final de este apartado, se valorará los posibles efectos de una erupción volcánica en determinadas estructuras de la RVN.

Volcán Irazú

El volcán Irazú se ubica en la Cordillera Volcánica Central, en el distrito de Santa Rosa, cantón de Oreamuno provincia de Cartago, aproximadamente 17 km al noroeste de la ciudad de Cartago. Este volcán tiene una altitud de 3 432 metros sobre el nivel del mar y es el más alto de Costa Rica.

La sección de control 30510 de la Ruta Nacional N° 219, que se extiende desde el límite cantonal Oreamuno/Alvarado (casetas de cobro) hasta el parqueo del Parque Nacional Volcán Irazú es la que presenta una mayor exposición a piroclastos (zona de color rojo en el Mapa "Amenaza volcánica en la red vial nacional: Volcán Irazú").

Las secciones de control 30250 (Ruta N° 219) y 30522 (Ruta N° 402) serían parcialmente afectadas por piroclastos y por los gases (zona de exposición media a los gases).

La sección de control 30761 de la Ruta Nacional N° 417 también sería afectada por la exposición a los gases.

De acuerdo al mismo mapa, numerosas rutas nacionales ubicadas en el valle central se verían afectadas por la pluma de ceniza, entre las que se pueden mencionar las Rutas Nacional N°: 2, 3, 32, 108, 109, 112, 116, 202, 205, 206, 212, 216, 218, 220, 221, 307 y 309.

Volcán Poás

El volcán Poás se ubica en el cantón de Poás, provincia de Alajuela, aproximadamente 45 km al noroeste de la ciudad de San José.

La Ruta Nacional N° 120 que llega hasta la entrada del Parque Nacional Volcán Poás (portones) es la que se vería más afectada por la caída de piroclastos ya que se ubica en las zonas de mayor exposición (zonas color rojo y amarillo en el Mapa "Amenaza volcánica en la red vial nacional: Volcán Poás").

Las Rutas Nacionales N° 126, N° 712, N° 146 y N° 708 también podrían ser afectadas por la caída de piroclastos ya que algunos tramos se encuentran en la zona de menor afectación por piroclastos.

Una gran cantidad de vías nacionales podrían ser afectadas por la lluvia acida, entre las que se puede mencionar las Rutas Nacionales N°: 1, 107, 118, 120, 130, 141, 146, 154, 703, 704, 708, 709, 711, 712 y 741.

Volcán Rincón de la Vieja

El volcán Rincón de la Vieja se ubica en la cordillera de Guanacaste a unos 25 km al noreste de ciudad de Liberia. Tiene una altitud máxima de 1 916 metros sobre el nivel del mar.

En este caso, solamente la sección entre Oratorio y Dos Río de la Ruta Nacional N° 917 podría ser afectada por la caída de piroclastos (zona de moderado a bajo peligro por la caída de piroclastos, según Mapa "Amenaza volcánica en la red vial nacional: Volcán Rincón de la Vieja").

Volcán Turrialba

El volcán Turrialba se ubica en el distrito de Santa Cruz, cantón de Turrialba, provincia de Cartago, a 24 km de la ciudad del mismo nombre.

De acuerdo a la CNE el volcán Turrialba es uno de los cinco volcanes activos y que han estado en erupción en Costa Rica en los últimos 300 años (junto con Irazú, Poás, Arenal y Rincón de la Vieja). Su última erupción magmática finalizó hace 146 años, en marzo de 1866.

La Ruta Nacional N° 417 es la que podría ser más afectada por la actividad volcánica ya que se encuentra en la zona con alto y moderado peligro de balística. Además, se encuentra en zonas donde la lluvia ácida es frecuente u ocasional.

Por otra parte, numerosas rutas nacionales podrían ser afectadas por la caída de ceniza, especialmente las que se ubican en la zona de alto a moderado peligro de ceniza, que son Rutas Nacionales N° 218 (secciones de control 30270, 10350 y 30280), N° 219 (secciones de control 30250 y 30500), N° 401 (sección de control 30591) y N° 402 (secciones de control 30522 y 30530).

Varias rutas en Turrialba, Cartago y San José tienen un peligro bajo de caída de cenizas, como las Rutas Nacionales N°: 2, 10, 202, 205, 206, 212, 216, 218, 228, 230, 307, 309, 405 y 415 entre otras.

Volcán Arenal

El volcán Arenal se encuentra situado en la Fortuna de San Carlos, provincia de Alajuela. Se ubica dentro del parque nacional que lleva el mismo nombre. Tiene una altura aproximada de 1755 metros sobre el nivel del mar. Su último periodo de actividad inició en el año 1968, sin embargo, después de 42 años de actividad eruptiva, desde enero de 2010, el volcán no manifiesta explosiones ni coladas de lava.

Las Rutas Nacionales N° 142, 702 y 936 son las que más podrían ser afectadas por la actividad volcánica. Como se observa en el Mapa "Amenaza volcánica en la red vial nacional: Volcán Arenal"), estas rutas se ubican en áreas donde se pueden presentar flujos de lodo, coladas de lava y caída de bombas volcánicas.

Las Rutas Nacionales N° 142 y N° 936, que se encuentran alrededor de la laguna del Arenal, podrían ser afectadas por la caída de piroclastos.

El área de influencia de una posible erupción pleniana es bastante amplia y varias rutas serían afectadas, entre las que se puede mencionar las Rutas Nacionales N°: 142, 143, 145, 606, 619, 620, 734 y 926.

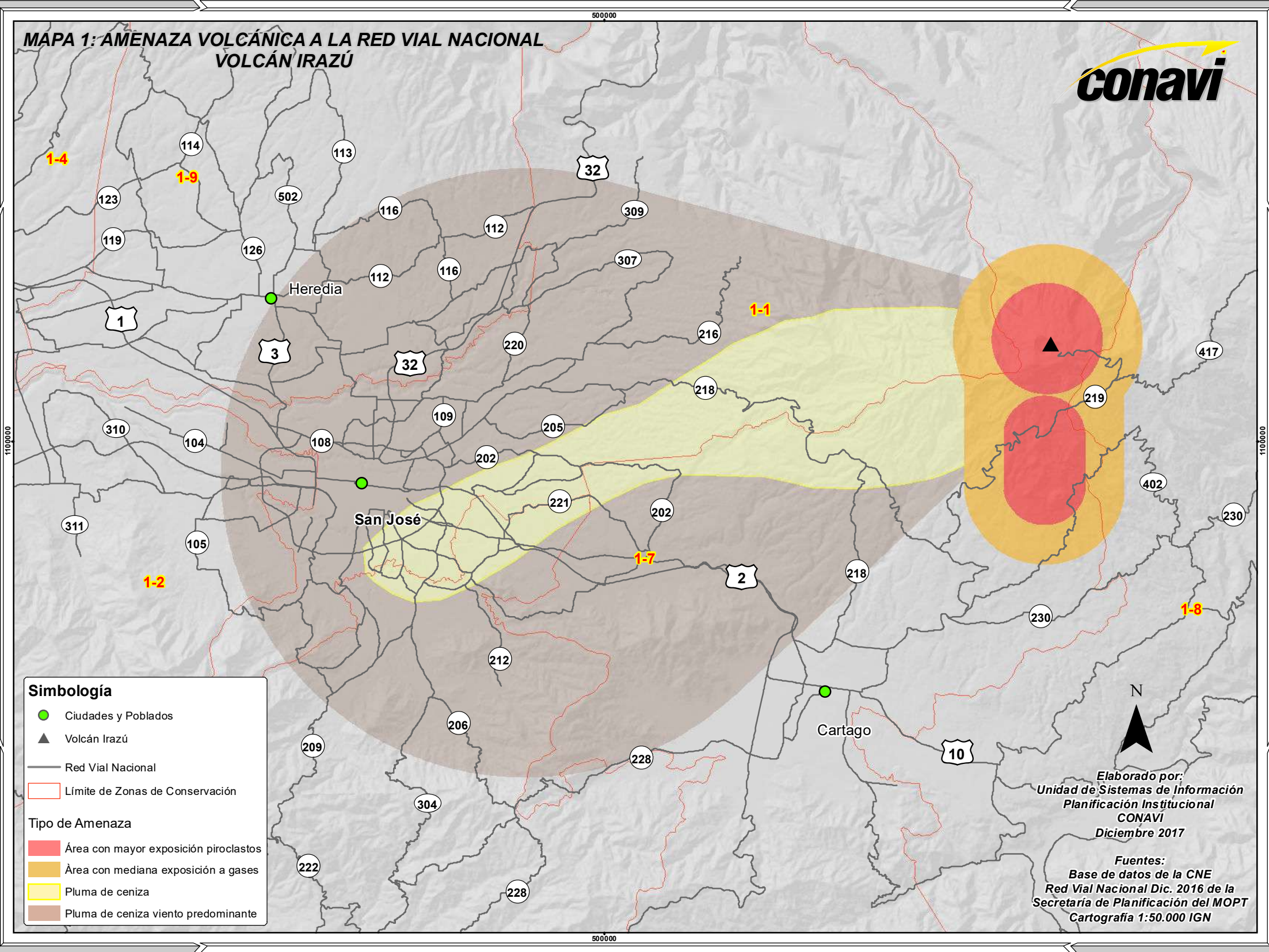
Efectos del vulcanismo en la RVN.

De acuerdo a la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Amenazas (CNE, 2014), los siguientes son los efectos del vulcanismo que se relacionan con la infraestructura vial:

- La ceniza puede hacer que las carreteras se tornen resbaladizas, por lo que se puede producir un accidente de tránsito.
- Esta composición de partículas de roca y mineral muy finas de origen volcánico puede obstruir drenajes y alcantarillas, además el lodo de la ceniza se puede endurecer como el concreto y también causar obstrucciones.
- La ceniza se puede acumular en los vehículos y causar desperfectos mecánicos, lo que también puede generar accidentes de tránsito.
- La lluvia ácida afecta las estructuras metálicas como los puentes, señales de tránsito y barreras de seguridad.
- La caída de piroclastos o bombas volcánicas también son un peligro para los usuarios de las vías.
- Los lahares o avalanchas de materiales volcánicos generan gran destrucción por donde pasan, incluso en la infraestructura vial.

Finalmente, como producto de la fuerte actividad del volcán Turrialba acontecida en los últimos años, el LanammeUCR realizó un estudio donde puntualizó la posible afectación de más de cuarenta (40) puentes vehiculares por la ocurrencia de lahares, esto en rutas de gran importancia como la rutas N°10 (Juan Viñas - Turrialba - Siquirres), N°32 (San José - Limón), N°230 (La Pastora - Capellades - Pacayas), N°402 (Cot - Pacayas) y N°415 (Turrialba-La Herediana de Siquirres).

**MAPA 1: AMENAZA VOLCÁNICA A LA RED VIAL NACIONAL
VOLCÁN IRAZÚ**



Simbología

- Ciudades y Poblados
- ▲ Volcán Irazú
- Red Vial Nacional
- ▭ Límite de Zonas de Conservación

Tipo de Amenaza

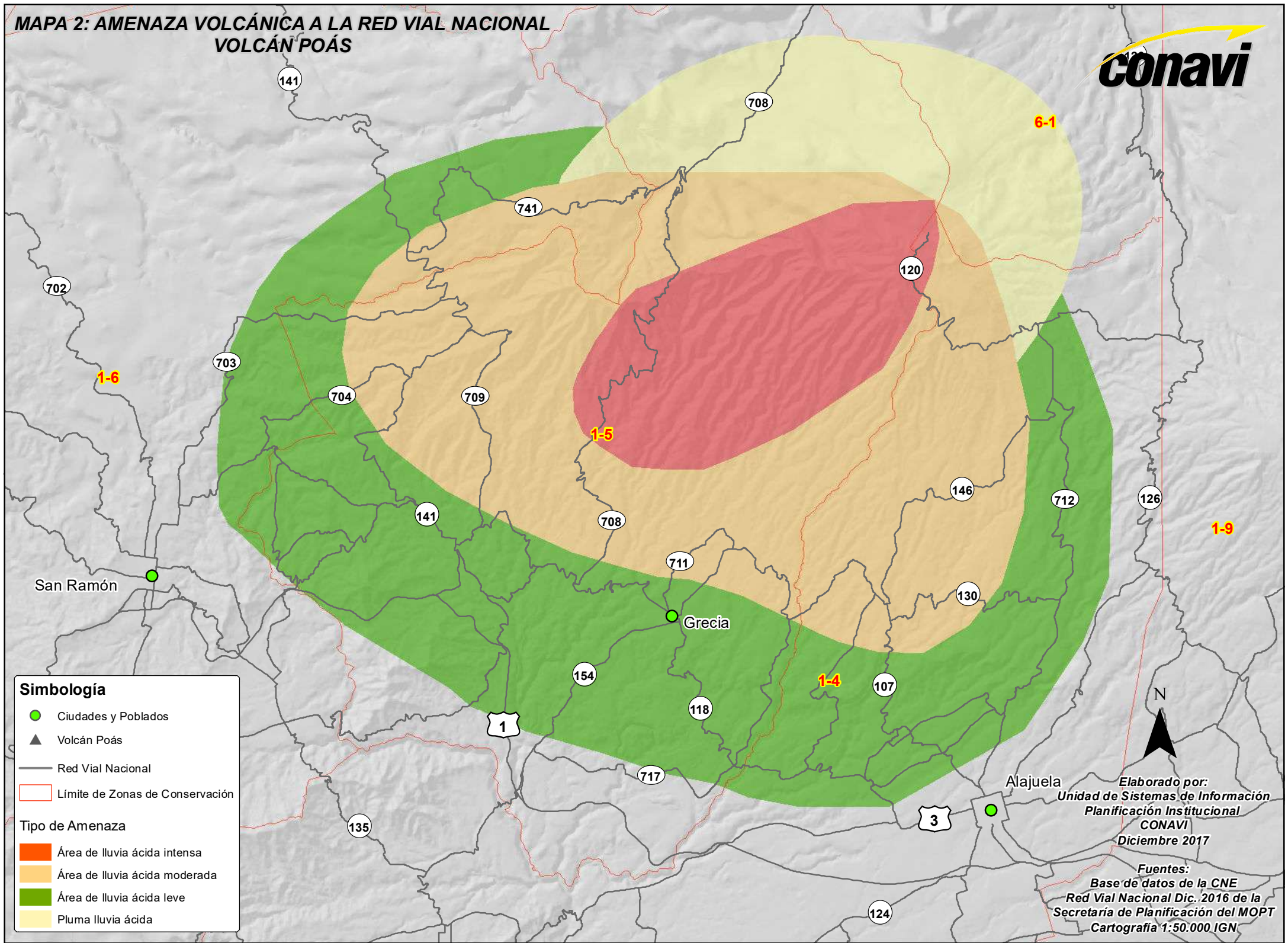
- Área con mayor exposición piroclastos
- Área con mediana exposición a gases
- Pluma de ceniza
- Pluma de ceniza viento predominante



Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
CONAVI
Diciembre 2017

Fuentes:
Base de datos de la CNE
Red Vial Nacional Dic. 2016 de la
Secretaría de Planificación del MOPT
Cartografía 1:50.000 IGN

**MAPA 2: AMENAZA VOLCÁNICA A LA RED VIAL NACIONAL
VOLCÁN POÁS**



Simbología

- Ciudades y Poblados
- ▲ Volcán Poás
- Red Vial Nacional
- ▭ Límite de Zonas de Conservación

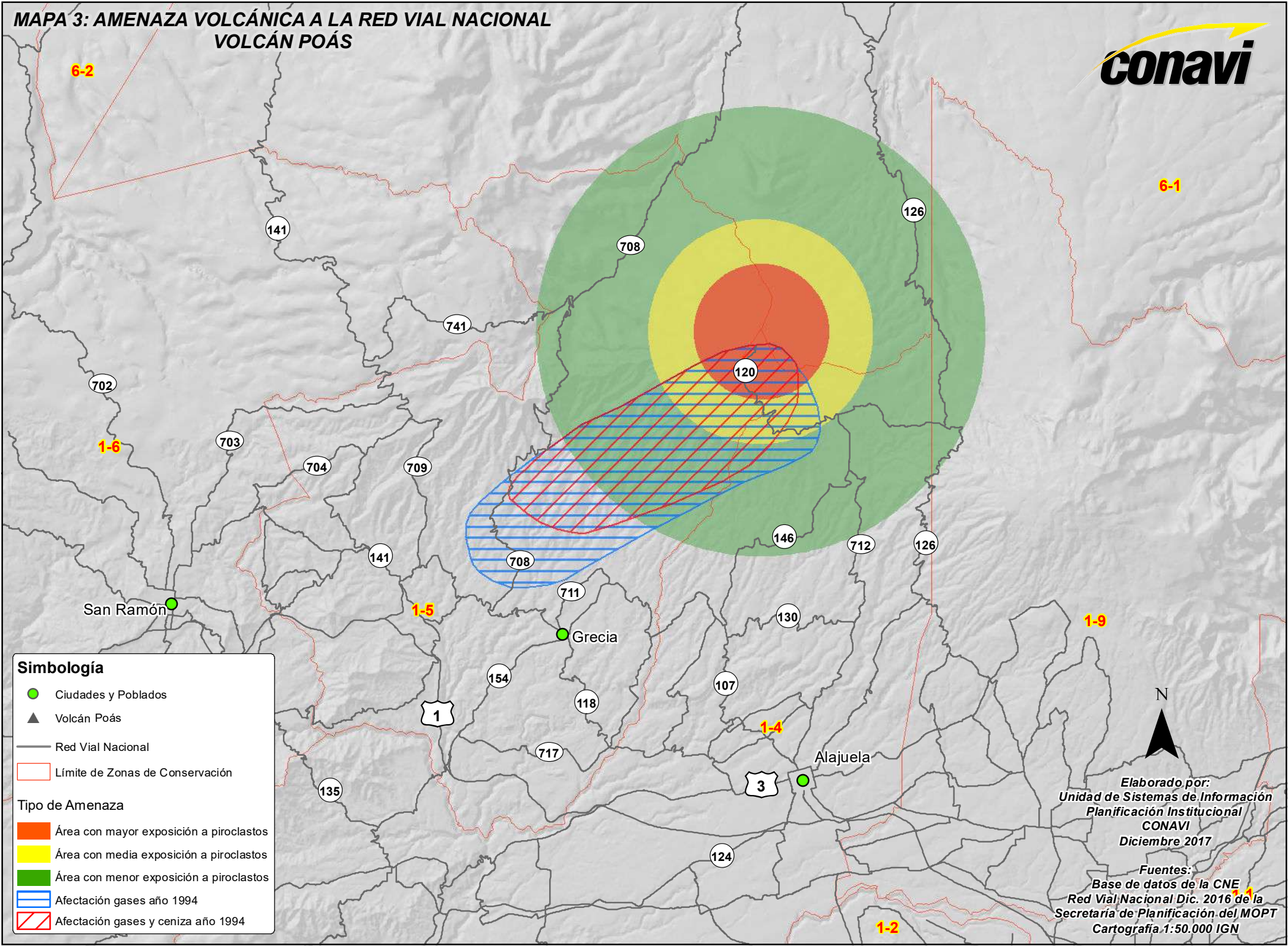
Tipo de Amenaza

- Área de lluvia ácida intensa
- Área de lluvia ácida moderada
- Área de lluvia ácida leve
- Pluma lluvia ácida

Elaborado por:
 Unidad de Sistemas de Información
 Planificación Institucional
 CONAVI
 Diciembre 2017

Fuentes:
 Base de datos de la CNE
 Red Vial Nacional Dic. 2016 de la
 Secretaría de Planificación del MOPT
 Cartografía 1:50.000 IGN

**MAPA 3: AMENAZA VOLCÁNICA A LA RED VIAL NACIONAL
VOLCÁN POÁS**



Simbología

- Ciudades y Poblados
- ▲ Volcán Poás
- Red Vial Nacional
- Límite de Zonas de Conservación

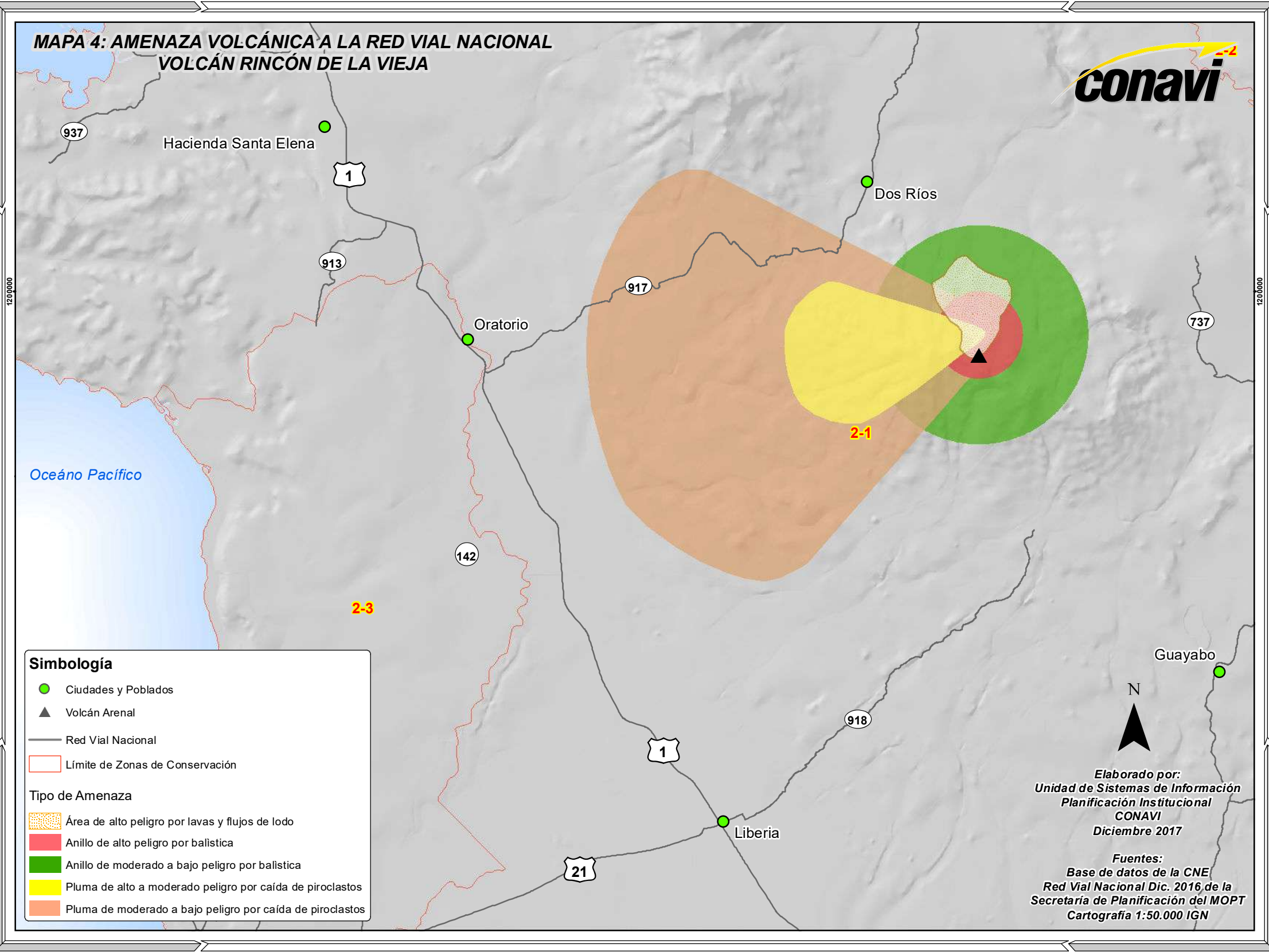
Tipo de Amenaza

- Área con mayor exposición a piroclastos
- Área con media exposición a piroclastos
- Área con menor exposición a piroclastos
- Afectación gases año 1994
- Afectación gases y ceniza año 1994

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
CONAVI
Diciembre 2017

Fuentes:
Base de datos de la CNE
Red Vial Nacional Dic. 2016 de la
Secretaría de Planificación del MOPT
Cartografía 1:50.000 IGN

**MAPA 4: AMENAZA VOLCÁNICA A LA RED VIAL NACIONAL
VOLCÁN RINCÓN DE LA VIEJA**



Simbología

- Ciudades y Poblados
- ▲ Volcán Arenal
- Red Vial Nacional
- Límite de Zonas de Conservación

Tipo de Amenaza

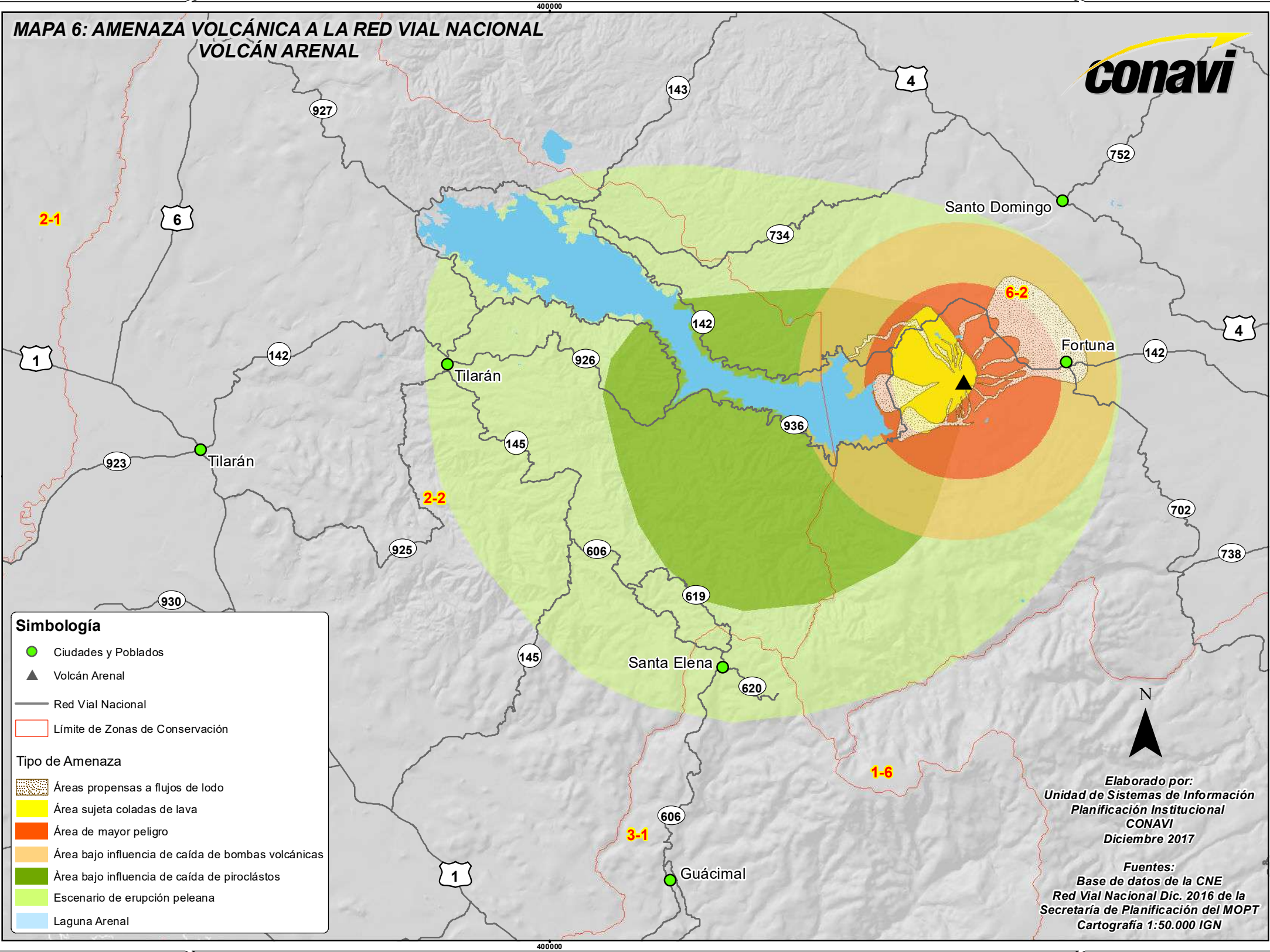
- Área de alto peligro por lavas y flujos de lodo
- Anillo de alto peligro por balística
- Anillo de moderado a bajo peligro por balística
- Pluma de alto a moderado peligro por caída de piroclastos
- Pluma de moderado a bajo peligro por caída de piroclastos



Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
CONAVI
Diciembre 2017

Fuentes:
Base de datos de la CNE
Red Vial Nacional Dic. 2016 de la
Secretaría de Planificación del MOPT
Cartografía 1:50.000 IGN

**MAPA 6: AMENAZA VOLCÁNICA A LA RED VIAL NACIONAL
VOLCÁN ARENAL**



Simbología

- Ciudades y Poblados
- ▲ Volcán Arenal
- Red Vial Nacional
- Límite de Zonas de Conservación

Tipo de Amenaza

- Áreas propensas a flujos de lodo
- Área sujeta coladas de lava
- Área de mayor peligro
- Área bajo influencia de caída de bombas volcánicas
- Área bajo influencia de caída de piroclastos
- Escenario de erupción peleana
- Laguna Arenal

N

*Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
CONAVI
Diciembre 2017*

*Fuentes:
Base de datos de la CNE
Red Vial Nacional Dic. 2016 de la
Secretaría de Planificación del MOPT
Cartografía 1:50.000 IGN*

Amenaza Sísmica

Costa Rica es un país que se ubica en el cinturón de Fuego del Pacífico y además en la intersección de cuatro placas tectónicas, que son Coco, Caribe, Nazca y Sudamericana. Por lo que los sismos son producidos por el roce y las roturas entre dichas placas.

Como consecuencia de esta colisión entre las placas, la placa oceánica del Coco presenta un movimiento de subducción a velocidades que van desde 70 mm por año frente a la costa pacífica, hasta poco más de 90 mm (9 cm) por año frente a la Península de Osa. Como lo indica la CNE, a lo largo de este límite es donde ocurren en Costa Rica la mayoría de los terremotos de gran magnitud, como por ejemplo el terremoto de Nicoya.

Otro aspecto a considerar, es que en el país hay un importante sistema de fallas que lo divide en dos bloques: norte y sur. Como se observa en el mapa, la cantidad de fallas en el territorio nacional es muy grande y no se sabe con certeza, cual puede provocar movimientos sísmicos, puesto que no se les da seguimiento a todas.

Los periodos de más alta sismicidad suelen suceder luego de terremotos de gran magnitud. Uno de los períodos de mayor actividad sísmica en Costa Rica se registra entre 1990 y 1993, cuando se presentó el enjambre de Puriscal, entre los meses de junio y julio de 1990; el terremoto de Alajuela de diciembre del 1990, el sismo de Naranjo de marzo de 1992 y los temblores de Pejibaye de Jiménez y Turrialba en julio de 1993.

Después del terremoto de Nicoya en 2012, los científicos del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori) estiman que aproximadamente en diez años ocurrirá un terremoto de magnitud superior a 7 grados en las

Penínsulas de Osa y Burica. Justo en esta zona la placa Coco se está moviendo bajo la placa de Panamá (proceso de subducción). Dada la ubicación de la falla, la afectación más crítica se daría en las localidades de: Burica, Osa, Paso Canoas, Ciudad Neily, Río Claro, Palmar Sur, Palmar Norte.

En términos generales, toda la RVN puede ser afectada por los sismos, debido a la gran cantidad de fallas que se encuentran en todo el país, por lo que el propósito de este diagnóstico no es señalar los tramos o puntos más vulnerables a la amenaza sísmica, sino brindar un enfoque general de la situación del país.

Algunos profesionales consideran que el Valle Central (Región Central) y la península de Osa (Región Brunca), son las zonas más vulnerables a la amenaza sísmica. Este es un punto importante a resaltar, ya que la mayoría de las rutas más vulnerables a los fenómenos hidrometeorológicos también se encuentran en estas regiones, conforme con lo que se discutirá en los próximos apartados.

Por otra parte, los cantones menos vulnerables a la amenaza sísmica serían Guatuso, Upala y Los Chiles, ubicados en la zona verde del mapa de "Amenazas por sismicidad en la Red Vial Nacional", precisamente donde se esperan las menores aceleraciones.

Actualmente, hay muchas estructuras antiguas de puentes en situación vulnerable, ya que fueron construidas siguiendo lineamientos sismo-resistentes y de capacidad funcional, que cumplían con las especificaciones propias de la época en que fueron diseñadas; sin embargo, a hoy requieren ser rehabilitadas conforme con la normativa técnica vigente.

Por otra parte, existen estructuras afectadas por eventos sísmicos de importante magnitud, las cuales por un tema presupuestario no han sido rehabilitadas. Es importante aclarar, que las mismas siguen en operación sin implicar que sean un peligro para sus usuarios. En sí, la importancia de su rehabilitación consiste en ser

nuevamente estructuras sismo-resistentes y con ello, aumentar su grado de resiliencia.

Sin embargo, este diagnóstico adoptará las estructuras propuestas para su intervención, de conformidad con lo dispuesto en el Plan Quinquenal de Puentes (PQP), documento de carácter oficial, basado en los inventarios de puentes realizados por el ITCR y el LanammeUCR, así como su selección y priorización mediante el SAEP.

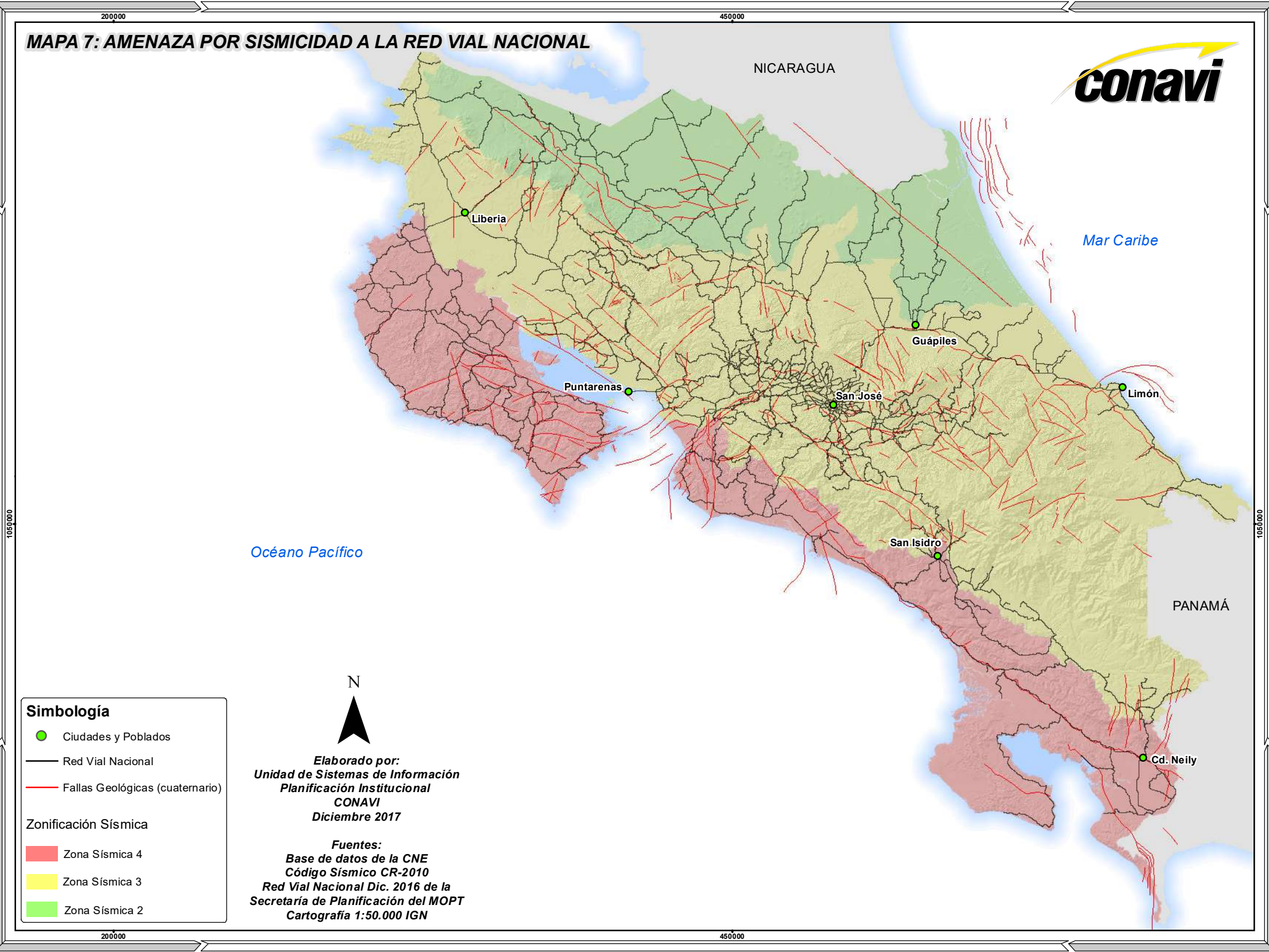
Por otra parte, este Consejo ya ha implementado desde las fases de estudios y diseño, los códigos y lineamientos para disminuir la vulnerabilidad sísmica de las estructuras, especialmente los puentes.

El diseño y la rehabilitación sismorresistente de puentes en Costa Rica debe satisfacer los requisitos incluidos en las especificaciones o manuales que se indican a continuación:

- Lineamientos para el Diseño Sismorresistente de Puentes Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, Comisión Permanente de Estudio y Revisión del Código Sísmico de Costa Rica.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Sixth Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2012.
- AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design, 2nd Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2011.

- Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 1 - Bridges (Publication N° FHWA-HRT-06-032). Federal Highway Administration (FHWA), 2006.
- Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2010.
- AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 3rd Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2010.

MAPA 7: AMENAZA POR SISMICIDAD A LA RED VIAL NACIONAL



Simbología

- Ciudades y Poblados
- Red Vial Nacional
- Fallas Geológicas (cuaternario)

Zonificación Sísmica

- Zona Sísmica 4
- Zona Sísmica 3
- Zona Sísmica 2

N



Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
CONAVI
Diciembre 2017

Fuentes:
Base de datos de la CNE
Código Sísmico CR-2010
Red Vial Nacional Dic. 2016 de la
Secretaría de Planificación del MOPT
Cartografía 1:50.000 IGN

200000

450000

1050000

1050000

Amenazas Hidrometeorológicas

Afectación por zonas de conservación vial

Como ya explicó en el capítulo "Abordaje del Contexto", el CONAVI opera un total de veintidós (22) zonas de conservación vial distribuidas en todo el país; de las cuales, en los últimos eventos hidrometeorológicos extremos, se han registrado la afectación de al menos veintiuna (21) de ellas (la Zona N°1-6 informó por correo electrónico que no reporta daños relacionados con este tipo de eventos).

La información de daños y de sitios vulnerables a eventos hidrometeorológicos para las diferentes zonas de conservación vial, fue registrada mediante la aplicación de la "Herramienta para el registro de infraestructura vial vulnerable" (ver capítulo "Abordaje Metodológico").

La aplicación de esta herramienta coincidió con la ocurrencia del fenómeno hidrometeorológico extremo denominado como la "Tormenta Tropical Nate", misma considerada como el evento meteorológico más destructivo del país, desde hace muchas décadas atrás.

Si bien, los daños generados por dicho evento fueron muy cuantiosos, a su vez, resultó –en cierta medida- una oportunidad para la ubicación puntual y georreferenciada de los mismos, principalmente en aquellas secciones de control, que de forma recurrente han registrado deterioros o afectaciones de considerable magnitud.

Por otra parte, no toda la información recibida fue de la calidad que inicialmente se esperaba; sin embargo, aun teniendo esta limitante, se decidió realizar los mapas y los análisis con la información que se pudiese utilizar, puesto que se tiene como

meta, estar en un proceso continuo de actualización de los daños por eventos tanto extremos como estacionales, a partir de la herramienta de registro de infraestructura vial vulnerable, misma que ya se puede aplicar haciendo uso de dispositivos móviles.

Los mapas elaborados con las bases de datos entregadas, fueron analizados en conjunto con la información de los reportes de daños que emitió directamente la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI, posterior a la tormenta tropical "Nate", cuya última actualización data del 30 de noviembre de 2017.

- **Zona de conservación vial 1-1 (ver Mapa #8)**

La zona de conservación vial 1-1 San José, reportó un total de 15 registros de daños en infraestructura de la RVN. Uno de los hechos más relevante que se produjeron fue el colapso de la alcantarilla anexa al puente sobre la quebrada Rivera y socavación en carretera, ambos en el sector del Walmart en Tibás, Ruta Nacional N°5.

Fotografía #1. Vistas lateral y aguas arriba, puente sobre quebrada Rivera, Ruta N° 5.



Fuente: periódico La Nación, octubre 2017.

El evento se clasificó con una magnitud moderada ya que no afectó a la subestructura ni estructura del puente, además el paso del tránsito vehicular fue regulado.

Otros puntos afectados de relevancia fueron: inestabilidad y derrumbe del talud margen derecha (sentido Tibás – Santo Domingo) del cañón del río Virilla, en las proximidades de la fábrica Neón-Nieto, en la misma Ruta Nacional N°5. Asimismo, se reportó un deslizamiento importante cerca de unas de las pilas del puente sobre el río Virilla (puente Saprissa), en la Ruta N° 32, que no requirió mayor intervención.

- **Zona de conservación vial 1-2 (ver Mapa #9)**

Topográficamente la zona de conservación 1-2 presenta en su mayoría escenarios de alta pendiente por sus diferencias altitudinales tan marcadas, esto hace que el área también tenga una gran cantidad de cauces encajonados, condiciones que han limitado el desarrollo de la RVN en esa parte del país.

A modo de ejemplo, antes de que sucediera la Tormenta Tropical Nate, en Julio de 2017, la Ruta Nacional N° 317 fue afectada por el gran deslizamiento de Pedernal, que, además de generar un impacto fuerte en esa carretera, afectó obras de estabilidad y contención que se estaban realizando en el sitio e inclusive, dejó incomunicados a algunos poblados por varios días.

Posteriormente se realizó un terraceo que permitió un control de estabilidad sobre dicho talud; sin embargo, no se puede descartar otro evento similar ante nuevas lluvias o fenómeno de gran magnitud e intensidad.

Fotografía #2. Deslizamiento en la Ruta Nacional N° 317, cantón de Puriscal, provocado por fuertes lluvias, julio 2017.



Fuente: www.laprensa libre.cr. Julio 2017.

Cuando incidieron las fuertes lluvias de Nate, nuevamente la ruta estuvo marcada por deslizamientos y derrumbes, tal es el caso que, a 700 metros de distancia de este deslizamiento de Pedernal, se reportó un derrumbe que provocó que el material deslizado cayera sobre la vía y la obstaculizara parcialmente, de modo que se requirió regular el paso.

Otra ruta nacional que fue y ha sido severamente afectada por los mismos eventos es la N° 239, en el tramo que va desde Ciudad Colón hasta el poblado de Salitrales. En esa sección se destaca sector de Cerbatana donde prácticamente todos los años, sin necesidad de la existencia de un evento extremo, son recurrentes los deslizamientos.

Fotografía #3. Proximidad del deslizamiento y derrumbe conocidos como "Pedernal", Ruta Nacional N° 317.



Fuente: Google Earth, 2018.

- **Zona de conservación vial 1-3 (ver Mapa #10)**

La zona de conservación 1-3 Los Santos, presenta un entorno similar a la zona 1-2 en cuanto a su dinámica geofísica, ya que la totalidad del área está localizada en un sistema montañoso que hace que se generen consecuentemente problemas por derrumbes y deslizamientos.

El daño generalizado para esta zona se concentró en derrumbes, pero también, producto de esto, se reportaron agrietamientos en la carretera. Las Rutas Nacionales N°209 y N°313 fueron las más afectadas, ya que se contabilizaron 10 y 12 problemas por esa situación, respectivamente.

- **Zona de conservación vial 1-4 (Mapa #11)**

En la zona 1-4 Alajuela hay 7 reportes de daños, los cuales muestran afectación principalmente de la superficie de ruedo. Uno de estos, en particular, se registró

como una socavación en la calzada en el relleno de aproximación del puente sobre el río Ciruelas, en la Ruta Nacional N° 124.

En el sitio es posible ver, que en apariencia un deslizamiento es lo que induce al reporte de la afectación, sin embargo, el daño se da a nivel de calzada (pérdida del cordón de caño). Una vez que se visita y se corrobora el lugar reportado, se determina que el río es el agente catalizador del deterioro del talud, mismo que mantiene su superficie expuesta, haciéndolo vulnerable a los procesos erosivos y la pérdida de material por efectos de la misma gravedad.

Un aspecto a considerar es que al puente se le realizó, en algún momento, una medida de protección mediante la colocación de muros de gaviones alrededor de cada bastión y a una parte del relleno de aproximación, sin embargo, el talud anexo que quedó expuesto es el que está provocando la socavación de la calzada.

Fotografía #4. Vista parcial del evento desatado por un deslizamiento, produciendo la socavación de la vía. Puente sobre río Ciruelas, Ruta N° 124.



Fuente: Gira de estudio, abril 2018.

Durante el reconocimiento de campo a la zona 1-4, también fue posible presenciar eventos que no fueron reportados con la herramienta, lo que sugiere que estos se dieron después de la Tormenta Tropical Nate y fueron disparados por condiciones normales de lluvias u otras causas. Un caso en concreto se dio en la Ruta Nacional N° 130, en el sector de San Luis de Sabanilla de Alajuela, el cual fue identificado por parte de los funcionarios de la Unidad de Sistemas de Información como un deslizamiento activo y de considerable tamaño, afectando por completo uno de los carriles, tal y como se puede apreciar en la siguiente fotografía.

Fotografía #5. Corona de deslizamiento sobre la superficie de ruedo, Ruta Nacional N° 130, sector de San Luis de Sabanillas.



Fuente: Gira de estudio, abril 2018.

Es importante mencionar que, en el momento de la visita al sitio de este evento, no se observaron medidas de control o mitigación sobre el deslizamiento, lo que podría generar que el volumen del área deslizada continúe expandiéndose y produzca mayor impacto a la ruta nacional, el cual implique eventualmente mayores costos de los que podrían invertirse cuando el problema apenas se estaba originado.

Otro punto de afectación reportado en la herramienta fue un derrumbe sucedido en la Ruta Nacional N° 3, frente al establecimiento "La Casita del Café". Dicha afectación provocó el cierre de la vía hasta entonces que fuera removido el material que cayó producto de las fuertes lluvias que se dieron ese momento en la zona.

- **Zona de conservación vial 1-5 (ver Mapa #12)**

Según lo reportado, esta zona registró 3 daños de magnitud severa. El primero concierne al colapso y obstrucción en la Ruta Nacional N° 1, mientras que los dos restantes consisten en el derrumbe y a la reptación localizadas en las proximidades del puente sobre el río Cayuela, en la Ruta N° 725.

De acuerdo a las bases de datos que fueron remitidas por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, entre otras de las Rutas Nacionales que tuvieron algún tipo de afectación están:

- Ruta Nacional N° 118: 3 daños por derrumbes.
- Ruta Nacional N° 141: 13 daños por derrumbes y colapso de alcantarillas.
- Ruta Nacional N° 708: 1 daño por derrumbe.
- Ruta Nacional N° 715: 3 daños por derrumbes y obstrucción en carretera.

Dentro de esta lista de rutas cabe destacar la N° 708, la cual ha sido una vía sumamente afectada por diversos fenómenos naturales, aparte de eventos hidrometeorológicos extremos como es el caso de la Tormenta Tropical Nate.

Esta vía también estuvo sometida a las fuerzas sísmicas que provocó el Terremoto de Cinchona, el que ocasionó obstrucción por la caída de materiales a través de grandes deslizamientos, colapso de tramos de la vía, principalmente por situarse a orillas de taludes, y colapso de los sistemas de drenaje.

- **Zona de conservación vial 1-6**

Si bien, esta zona no documentó ningún incidente con la Herramienta para el registro de infraestructura vial vulnerable (de ahí que esta zona no presenta mapa); de acuerdo con los reportes de daños brindados por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, producto de la Tormenta Nate, se documentaron al menos siete hundimientos en la Ruta Nacional N°1, colapsando la vía y generando otros eventos desencadenantes tales como: agrietamientos y socavación de la calzada, provocando cierres parciales o totales.

En la Ruta N° 742, por su condición en lastre y por sus características topográficas de alta pendiente, se registraron deslizamientos y derrumbes menores que ocasionaron la obstrucción de la vía. Por ejemplo, en la sección de control 20791 cerca del poblado de Carrera Buena, se produjeron derrumbes en los estacionamientos 19+700, 22+260 y 25+460, los cuales fueron removidos sin mayores inconvenientes.

Fotografía #6. Hundimiento en la zona de Cambronero, Ruta Nacional N° 1.



Fuente: diario Digital NotiOccidente, octubre 2017.

- **Zona de conservación vial 1-7 (ver Mapa #13)**

En la Zona de Conservación 1-7 Cartago se reportaron 12 daños, específicamente sobre las Rutas Nacionales N° 2 (4 daños), N° 10 (1 daño), N° 219 (3 daños), N°231 (1 daño), N° 401 (1 daño), N° 402 (1 daño) y la N° 409 (1 daño).

Se tiene 8 reportes de daños en carretera por obstrucción de magnitud severa y 4 daños en bastiones de puentes, uno de los cuales se dio por hundimiento y los restantes por socavación. Estos daños se deben a efectos de las lluvias abundantes, principalmente como consecuencia de la Tormenta Nate, y se dieron en sitios clasificados como vulnerables.

La Ruta Nacional N° 2 es donde más se reportan daños y presentó cierres de tránsito en varios de sus puntos, de los cuales se debe mencionar, uno de los más importantes fue ocurrido a la altura del poblado La Cangreja, donde se dio el colapso de un tramo de aproximadamente 100 m de carretera, que afectó a la vez varios de sus elementos como alcantarilla, talud, cuneta, calzada y toda la estructura de pavimento hasta la subrasante, como se aprecia en la Fotografía #7.

**Fotografía #7. Deslizamiento y colapso de carretera en la Cangreja,
Ruta N° 2.**



Fuente: periódico La Nación, octubre 2017.

Ese daño específico provocó el cierre total de la ruta en un tramo de mucha sensibilidad al ser considerada una vía estratégica por comunicar el Valle Central con Pérez Zeledón, por lo que su atención y rehabilitación fue prioritaria y se llevó a cabo en pocos días. Por esta razón este caso no fue reportado con la herramienta y no se presenta en el mapa.

- **Zona de conservación vial 1-8 (ver Mapa #14)**

Desde el punto de vista administrativo la zona de conservación 1-8 Turrialba abarca casi toda la provincia de Cartago, esto hace que la red de vías nacionales que ahí se sitúan tengan una interrelación sumamente estrecha con los principales sistemas montañosos como son; volcanes Turrialba e Irazú y las estribaciones de la Cordillera de Talamanca. Desde esa variable geodinámica, esta zona presenta un panorama muy similar al que sucede como con las zonas 1-2 Puriscal y 1-3 Los Santos, con respecto a las condiciones de alta susceptibilidad tales como deslizamientos, derrumbes, hundimientos, avalanchas y procesos erosivos extremos.

De acuerdo a los daños reportados, la Ruta Nacional N° 415 que comunica la ciudad de Turrialba con la Ruta N° 32 fue la que tuvo el mayor impacto, sobretodo en la sección de control 30392, pues se reportaron dos hundimientos, hubo afectación de los márgenes del puente sobre el río Lajas, producto del cambio del cauce repentino por crecidas súbitas y se dio la socavación de uno de los bastiones en el puente sobre el río Guayabo. El otro evento que se presentó fue el agrietamiento de la superestructura del puente sobre el río Turrialba.

Seguidamente, en la Ruta Nacional N° 224 se reportaron 3 daños en puentes, 1 por agrietamiento y 2 por fallas en elementos de acero. La Ruta N° 230, presenta fallos en los elementos de acero en la superestructura de los puentes sobre los ríos Birrís, Aquiares y Turrialba (La Alegría).

- **Zona de conservación vial 1-9 (ver Mapa #15)**

Esta zona presentó una particularidad en cuanto al reporte de "Anegación" de varias rutas nacionales, principalmente en centros poblados. Estos casos suceden sobre todo en zonas o áreas planas, pero además se dan debido a que los sistemas de drenaje, o no existen, están saturados de basura o simplemente no están diseñados para soportar la carga de aguas pluviales para la que originalmente fueron hechos. Prácticamente, la totalidad de la red de vías nacionales de la zona de conservación 1-9, está concentrada en zonas urbanas y esto hace, en muchas ocasiones, que eventos tales como anegaciones o inundaciones sean propiciados por el mal manejo y desecho de residuos sólidos que generan las personas, al momento en que se generan lluvias fuertes o máxime en fenómenos como la Tormenta Tropical Nate.

Por dicha razón, estos reportes de anegación de tramos de carreteras podrían estar también asociados con una amenaza de tipo socio-natural. Por ejemplo, cuando se realizó la visita a campo en un sitio que fue reportado con un problema de anegación en la Ruta Nacional N° 106 cerca al Barreal de Heredia, se pudieron identificar caños y alcantarillas repletos de basura, lo que se infiere que, al haber una lluvia fuerte y por tanto una mayor escorrentía, es cuando dichos sistemas colapsan y se producen los eventos reportados.

Ante esta situación, y considerando que la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes realiza los trabajos de mantenimiento periódicamente, se puede afirmar que, en zonas densamente pobladas se construye la vulnerabilidad a raíz de un problema como la basura, donde los malos manejos de esos residuos inciden posteriormente en afectaciones a carreteras e incluso vecindarios.

Fotografía #8. Tragante de aguas pluviales con saturación de basura, Ruta Nacional N° 106, Barreal de Heredia.



Fuente: Gira de estudio, marzo 2018.

Con respecto a otro de los daños reportados, se encuentra la socavación de la Ruta Nacional N° 126 en el sector de Varablanca. Seis puntos fueron identificados con esta situación en la sección de control 40100 y como medida temporal se colocaron señales tipo "Chevron", aunque dentro de las recomendaciones técnicas y definitivas están la realización de estudios geotécnicos e hidráulicos. Un aspecto a considerar es que esta ruta y en especial esta sección de control, por estar situada muy cerca del epicentro del terremoto de Cinchona ocurrido en el año 2009, afectó la estructura del material geológico consolidado en algunos tramos de la vía, lo que implica que, al haber pérdida de ese material, ya sea por razones sísmicas o climáticas, también se vea afectada la superficie de rueda lo que genera las socavaciones respectivas.

- **Zona de conservación vial 2-1 (ver Mapa #16)**

En la Zona de Conservación 2-1 Liberia se reportaron daños en carreteras, debido a derrumbes, a excesos de barro y daños por socavación en el relleno de aproximación

del Puente sobre el Río Sapoá, de la Ruta Nacional N° 4, en el cantón de La Cruz, como producto de efectos de lluvias.

Las otras rutas que reportaron daños a través de la herramienta fueron las Rutas Nacionales N° 737 y N° 939, que presentaron exceso de barro. Asimismo, la Ruta Nacional N° 914, con dos reportes por derrumbes y uno por exceso de barro. Todos los casos se clasificaron como de magnitud severa e implicaron cierres de tránsito.

Durante la emergencia provocada por la Tormenta Tropical Nate, se presentó además el cierre de la Ruta Nacional N° 937, por daños en el puente sobre el Río Mairena, en Santa Elena de La Cruz. Este caso no fue reportado mediante el uso de la herramienta de campo, sin embargo, se incluyó dentro del Mapa de la Zona 2-1 por ser uno de los casos de cierres de rutas reportados por el MOPT durante la emergencia.

- **Zona de Conservación Vial 2-2 (ver Mapa #17)**

En la mayoría de los registros de la Zona de Conservación 2-2 Cañas se presentan daños en elementos de carretera. De estos elementos, el más afectado es la calzada, principalmente por obstrucciones debidas a derrumbes y por hundimientos. Existen también algunos casos, en menor cantidad, de socavación y presencia de exceso de barro.

En la Ruta Nacional N° 606, en los distritos de La Sierra de Abangares y Quebrada Grande de Tilarán, se tienen 17 registros de ubicaciones donde hubo obstrucciones entre leves y moderadas, por derrumbes. En esta misma ruta y en el mismo tramo, se cuenta con 4 reportes de hundimientos de magnitud severa y uno de magnitud leve. En el mapa de la zona 2-2 se aprecia la forma tan densa en que se agrupan los distintos daños en esta sección de carretera. Además, se reporta en esta misma sección un daño en la calzada por exceso de barro de magnitud leve.

De Ruta Nacional N° 926 se reportan hundimientos, en algunos casos severos como en La Torre, así como obstrucción de carreteras por derrumbes en poblados como Tronadora, Viejo Arenal y Tilarán. En esta zona de conservación también se vio afectada la Ruta Nacional N° 145 con derrumbes que obstruyeron la carretera.

- **Zona de conservación vial 2-3 (ver Mapa #18)**

La sumatoria de los kilómetros de Rutas Nacionales en lastre existentes para la zona de conservación 2-3 Santa Cruz es de apenas 130,3 Km. A pesar de que esa cantidad no supera los aproximados 229,4 km de rutas en asfalto, el primer tipo de superficie presenta mayores problemas producto de fenómenos hidrometeorológicos.

Las rutas en lastre por lo general muestran una característica que, durante los periodos lluviosos son muy dadas a generar exceso de barro que imposibilita el tránsito normal de los vehículos. En contraparte, durante los periodos secos, al estar sometidas a condiciones de baja humedad y alta temperatura, prolifera la formación de grandes cantidades de partículas de polvo que afectan, en este caso, a la población que habita a lo largo de dichas vías.

Aunque ambos panoramas se propician por las condiciones normales de las épocas, tanto de lluvia como del periodo seco, los efectos se incrementan ante la incidencia de fenómenos naturales extremos, tales como huracanes o sequías. Debido a estas dos situaciones, hace entrever la importancia de la gestión que ocupan estas rutas en cuanto a la atención de emergencias o imprevisibilidades o para brindar el correspondiente mantenimiento rutinario y/o periódico.

En las Rutas Nacionales N° 160, N° 904, N° 909, N° 910, N° 911, N° 920 y N° 928, se registraron un total de 14 reportes de daños por exceso de barro. A pesar de que esta problemática se reporta como severa, no influyo en el flujo normal del tránsito en ese momento y por el contrario se pudieron realizar las medidas correctivas tales como la limpieza del sistema de drenaje y remoción del barro.

En las Rutas Nacionales N° 160 y 920, se registraron 3 y 4 daños, respectivamente, por exceso de polvo. Cabe indicar que, los reportes identificados con esta situación se dieron a finales de enero de 2018, a raíz de que la aplicación permite realizar actualizaciones conforme surjan nuevas situaciones que requieren la atención por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes. Asimismo, es importante mencionar que estos excesos de polvo fueron aplacados mediante la estabilización de la superficie con emulsión asfáltica.

Otros tipos de daños reportados fueron; anegación en las Rutas Nacionales N° 151 y 912, y colapso de alcantarilla en la Ruta Nacional N° 912, producto de lluvias fuertes, lo que requirió posteriormente en la reconstrucción del paso.

El puente sobre el río Tabaco, en la Ruta Nacional N° 160, tuvo una severa afectación por la crecida súbita del caudal, el cual, a través del transporte de rocas y palos, afectó el relleno de aproximación norte provocando consigo una socavación de la calzada hasta una de las pilas de la estructura.

Fotografía #9. afectación del puente sobre el río Tabaco, Ruta Nacional N° 160.



Fuente: vozdeguanacaste.com, octubre 2017.

Un hecho importante a destacar de este puente, es que, además de verse afectado por la Tormenta Tropical Nate en octubre de 2017, también ha sido afectado por episodios sísmicos, como el caso del evento del 16 enero de 2018, el cual registró una magnitud 6 en la escala Richter) y se localizó 100 kilómetros al suroeste de La Cruz en Guanacaste (OVSICORI, 2018). El mismo fue reportado con la herramienta, registrándose un daño por agrietamiento en una de sus pilas.

- **Zona de conservación vial 2-4 (ver Mapa #19)**

En la Ruta Nacional N° 21 se reportan diversos daños:

- Un talud que presenta erosión (magnitud moderada) en el sector conocido como Vueltas de Nambí. El talud es bastante alto, presenta alguna vegetación tipo charral y unos pocos árboles. Además, se observa que se pueden desprender rocas de gran tamaño (ver Fotografía #10).
- En el sector de San Joaquín se presenta exceso de barro en la calzada.
- Por otra parte, se reporta la obstrucción de una alcantarilla en Nicoya (200 m al norte de RITEVE). En este caso, se indica que se debe colocar una alcantarilla nueva y construir una cuneta.

Fotografía #10. Talud en la Vueltas de Nambi, Ruta Nacional N° 21.



Fuente: Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI.

En la Ruta Nacional N° 18 se reporta una cuneta obstruida cerca del Servicentro Tempisque en Pueblo Viejo. De acuerdo al reporte, este caso será atendido mediante los contratos de conservación vial vigentes.

Con respecto al tramo entre Servicentro Barrantes y Hospital de la Anexión, en la Ruta Nacional N° 150, se reporta la anegación de la calzada, el terreno es muy plano con pendientes entre 0% y 5%. En la Fotografía #11 se pueden observar problemas de drenaje que presenta la ruta.

Fotografía #11: Problemas de drenaje en la Ruta Nacional N°150.



Fuente: Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI.

En Corozalito, sobre la Ruta Nacional N° 160, se reporta un derrumbe de magnitud severa sobre la calzada (Estacionamiento 115+245).

En Torito de Sámará, Ruta Nacional N° 160, se reporta la socavación de los bastiones del puente sobre la quebrada Torito.

En la alcantarilla sobre la Quebrada Vainilla, ubicada en el tramo ente Santa Lucía y Tambor de la Ruta Nacional N° 160, se reporta la acumulación de escombros (Ver

Fotografía #12). En este caso ya se han ejecutado labores de limpieza por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.

Fotografía #12: Acumulación de escombros en la quebrada Vainilla, Ruta N°160.



Fuente: Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI.

En la Ruta Nacional N°621 se reporta la socavación de la calzada debido a la marea, específicamente en el sector donde se ubica el embarcadero de Paquera. Se han llevado a cabo obras de protección por parte de Conservación de Vías y Puentes de CONAVI.

- **Zona de conservación vial 3-1 (ver Mapa #20)**

La zona de conservación 3-1 Puntarenas se encuentra ubicada en el Pacífico Central de Costa Rica, por la cual es posible involucrar dos escenarios topográficos fundamentales donde se desencadenan distintas formas de amenazas.

Primeramente, por los sistemas montañosos a la que está influenciada, los cuales son: los montes del Aguacate, el sector conocido como Cambronero y parte de la sierra minera de Tilarán, en los cuales se han construido Rutas Nacionales de gran

importancia como, por ejemplo, la interamericana N° 1, en el tramo que conecta Puntarenas con el Gran Área Metropolitana y, la Ruta N° 606, de considerable tránsito y en especial de carácter turística que conduce a la comunidad de Monteverde. Estos provocan en gran medida que, ante la recurrencia de lluvias fuertes, se produzcan derrumbes y deslizamientos prácticamente todos los años, generando continuamente gastos para la atención de los daños.

Como segundo aspecto, en los terrenos planos se encuentra la influencia de las mareas altas cuando existen eventos climáticos como temporales, frentes fríos, tormentas tropicales y huracanes, las cuales son bastante significativas como para producir daños en algunas de las Rutas costeras, tal es el caso de la N° 17 en el sector de Chacarita – La Angostura y la N° 23 en el sector de Caldera, donde en ambos sitios se reportó un colapso de relleno debido a este tipo de mareas.

Asimismo, un aspecto importante a considerar es que, el país aún no se ha enfrentado a un fenómeno de gran magnitud como son los Tsunamis, los cuales, se infiere de que, en caso de ocurrir un evento afín, evidentemente producirían un impacto negativo de mayor dimensión en estas Rutas Nacionales costeras y prácticamente en todas las zonas donde se vea influenciado este fenómeno.

A continuación se citan más daños reportados en esta zona de conservación:

- Agrietamientos en los puentes sobre los ríos: Guacimal, Lagarto y Seco, los tres en la Ruta N°1, Estero Mata Limón y Boca Barranca, ambos en la Ruta N°23 y río Jabonal en la Ruta N° 742.
- Agrietamientos en carreteras, secciones de control 60681 y 60682 de la Ruta Nacional N° 606.
- Derrumbes en Rutas Nacionales N° 1 y 742, y erosión de un talud en la Ruta N°17.

Uno de los puntos de mayor afectación fue un derrumbe que se dio en la sección de control 60200, cerca del poblado de Paraíso, en la zona conocida como Cambronero. Las medidas oportunas que se tomaron para la atención de este evento fueron; la remoción del material que quedó sobre la calzada y el descuaje de árboles.

- **Zona de conservación vial 3-2 (ver Mapa #21)**

En la Zona de Conservación 3-2 Quepos se reportaron un total de 11 incidentes: nueve en carreteras, uno en puentes y el último en una alcantarilla, todos a causa de lluvias intensas. Se vieron afectadas principalmente la Ruta Nacional N° 34, con 5 reportes y la Ruta Nacional N° 3, con 3 reportes de daños. Sin embargo, también se vieron afectadas las Rutas Nacionales N° 301, N° 320 y N° 609.

Los daños en la Ruta Nacional N° 3 se presentaron en el cantón de San Mateo, en el Monte del Aguacate. Dos de los daños corresponden a obstrucciones de magnitud severa en alcantarilla y cuneta. La medida aplicada en estos casos fue su limpieza. El tercer reporte corresponde a un derrumbe de magnitud considerable, entre San Mateo y Atenas.

Fotografía #13: Derrumbes en la Vía entre Atenas y San Mateo, Ruta N° 3.



Fuente: diario la Prensa Libre, octubre 2017.

La Ruta Nacional N° 34 presenta 4 reportes de daños en carreteras: dos por derrumbes de taludes, uno por anegación de calzada y en otro el colapso de un muro. Adicionalmente, en esta ruta se tiene un reporte por el colapso de una alcantarilla, donde se tuvo que hacer sustitución de rellenos.

El daño reportado en la Ruta Nacional N° 301 corresponde al colapso de un puente por falla de sus bastiones, en la localidad de Sardinal. En la Ruta Nacional N° 320 se presentaron derrumbes en un talud cerca de Tárcoles, en el cantón de Garabito. Por último, se registran daños en la vía por socavación en la Ruta Nacional N° 609, cerca del poblado Playón, en el cantón de Parrita.

- **Zona de conservación vial 4-1 (ver Mapa #22)**

La Ruta Nacional N° 335 es una vía en lastre que pasa por un sector montañoso donde el terreno presenta pendientes mayores al 25%. Se destacan tres sitios donde se han presentado hundimientos en la calzada entre San Ramón Norte y Santa Eduviges, los cuales se ubican en La Virgen, El Mirador, y recta de Toribio. Los dos primeros se reportan como casos severos.

En la zona del Macizo de la Muerte, sección comprendida entre Nivel y La Ese (Ruta Nacional N°2), se reportaron cinco sitios afectados por la Tormenta Tropical Nate, específicamente en Tolomuco y la Ese se presentaron hundimientos en la calzada. En el sector de Macho Mora se presentó el derrumbe de un talud y colapso de un relleno. Por último, se tiene otro derrumbe (magnitud severa) en un talud del kilómetro 115.

La Ruta Nacional N° 323 es una vía en lastre que atraviesa una zona montañoso y presenta un alineamiento muy sinuoso. Durante la tormenta Tropical Nate se registraron tres daños por socavación de la calzada en la zona de San Martín (los tres muy cercanos entre sí), sección ubicada entre Rivas y Pueblo Nuevo. Un aspecto

a considerar es la cercanía del río Buenavista a la ruta, ya que este tiene antecedentes de avalanchas.

Fotografía #14. Deslizamiento en la Ruta N°2, a la altura de la Ese.



Fuente: Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI.

En la Ruta Nacional N° 242, sección entre San Isidro del General y Rivas, se reporta una deformación en un muro de gaviones (magnitud moderada), el cual se ubica a la entrada de Linda Vista. Se indica que la atención de esta situación está pendiente de acuerdo a los reportes de la zona.

En el puente Los Gemelos sobre la Ruta Nacional N° 322 (sección General Viejo – Rivas), se reporta un problema de socavación en los bastiones. Este caso fue atendido por medio de los contratos de conservación vial vigentes y como solución se construyeron escolleras de protección.

La Ruta Nacional N° 243 (La Palma – Platanillo) es una vía pavimentada que se ubica en una zona montañosa, caracterizada por pendientes del terreno mayores al 25%. En el sector de los Chorros se reporta el derrumbe de un talud producto de la Tormenta Tropical Nate.

La vía que comunica Rivas con San Gerardo es la Ruta Nacional N° 242. Ésta es una ruta en lastre que presenta un alineamiento sinuoso y atraviesa una zona montañosa. Se tiene un reporte de socavación de la calzada en el sector de Canaán, la magnitud del evento fue severa y está pendiente la atención del caso.

En la Ruta Nacional N° 333, que comunica Fátima con la Fortuna (Ruta N°2) se tienen tres reportes. Se destaca un colapso del relleno de aproximación al puente en San Jerónimo (Río San Rafael) y la anegación de una parte de la calzada. El daño se calificó como severo y fue necesario reconstruir los rellenos de aproximación; además, de una sección del camino y las protecciones del puente, así como el encauzamiento del río.

Sobre la misma Ruta N°333, se reporta un hundimiento en la calzada en el sector de Zapotal. Este caso tiene relación con la activación de una falla, por lo que se presenta el movimiento de masas de tierra.

En la Ruta nacional N°327, se registró la socavación de los bastiones del puente sobre el río San Pedro (puente modular), este fue intervenido por medio de los contratos de conservación vial, se construyeron escolleras de protección y se realizó el encauzamiento del río.

En la Ruta Nacional N°2, en el tramo Convento – La Piñera, se destaca el problema de un hundimiento en la calzada, en el sector de Santa Marta. La afectación se describe como severa.

En el tramo entre Juntas de Pacuar y Convento, en la misma Ruta N°2, se tienen tres reportes producto de la Tormenta Tropical Nate:

- El puente sobre el Río San Pedro sufrió socavación en los rellenos de aproximación.

- El puente de la Unión de San Pedro presentó socavación en los bastiones, por lo que se tuvieron que construir escolleras y se realizó el encauzamiento del río.
- Por otra parte, se presentó un derrumbe cerca de la escuela Santa Ana en San Pedro de Pérez Zeledón. En este caso, se reportó una afectación moderada, sin embargo, se debe valorar la estabilización del talud.

En la sección entre Palmares y Juntas de Pacuar se reportó la obstrucción de una alcantarilla, cerca del río Peje, sobre la Ruta N°2; sin embargo, la afectación se reportó como moderada.

En la Ruta Nacional N° 244, sección Mollejones de Platanares – Pejibaye de Pérez Zeledón, se reporta un hundimiento en la calzada, en este sitio se tiene un deslizamiento que afecta la calzada (deslizamiento de San Pablo).

Sobre la misma ruta, se presentó otro de hundimiento en la calzada producto de un deslizamiento en el sector de San Marcos.

- **Zona de conservación vial 4-2 (ver Mapa #23)**

La Zona de Conservación Vial 4-2 Buenos Aires, que abarca parte de los cantones de Buenos Aires, Osa y Coto Brus, en la zona sur del país, reportó un total de 9 daños, 6 de los cuales se dieron en la Ruta Nacional N° 2, uno en la Ruta Nacional N° 34, uno en la Ruta Nacional N° 612 y uno en la Ruta Nacional N° 213. Esta zona de conservación forma parte de la región del país que ha sido mayormente afectada, en términos de daños a la Red Vial Nacional, por los recientes fenómenos del Huracán Otto y la Tormenta Tropical Nate.

De lo anterior y tomando en cuenta los daños sufridos en la Zona de Conservación Vial 1-7, se observa que la Ruta Nacional N° 2 es vulnerable en secciones de control pertenecientes a ambas zonas de conservación. En este caso, de los 6 daños

reportados en la Ruta Nacional N° 2, cinco se deben a obstrucciones en carretera y uno al colapso de un relleno. Este último corresponde a un daño considerable en la sección de control N° 60051 ocasionado por el Río Grande de Térraba.

Fotografía #15. Daño en la Ruta N° 2 ocasionado por el Río Grande de Térraba.



Fuente: diario crhoy.com, octubre 2017.

Sin embargo, el mayor daño ocasionado en esta zona durante la emergencia de la Tormenta Tropical Nate, corresponde a la afectación del puente sobre el río anteriormente mencionado, en el kilómetro 0+700 de la Ruta Nacional N° 237, cerca de Paso Real en el Distrito Potrero Grande de Buenos Aires, donde colapsó el relleno de aproximación norte a causa de la socavación producida por una crecida, lo que provocó el cierre del puente y la incomunicación de varios poblados entre Buenos Aires y Coto Brus.

**Fotografía #16. Colapso de puente sobre Río Grande de Térraba,
Ruta N° 237.**



Fuente: periódico La Nación, octubre 2017.

Los montos de estas pérdidas, así como otra información adicional de estos eventos, se pueden revisar en el apartado “Montos estimados del costo de obras y labores producto del impacto de macroeventos hidrometeorológicos a la Red Vial Nacional de Costa Rica”.

- **Zona de conservación vial 4-3 (ver Mapa #24)**

Esta zona reporta un total de 25 afectaciones en la Ruta Nacional N° 2, de las cuales 13 se deben a daños en puentes, 9 en carretera y 3 a alcantarillas.

De los 13 puentes dañados en la Ruta Nacional N° 2, 8 sufrieron afectaciones en sus bastiones, 3 por acumulación de escombros de magnitud leve y 5 por socavaciones cuyas magnitudes fueron clasificadas entre leves y moderadas. De los restantes 5 puentes afectados se tiene 2 por daños en sus márgenes debidos a un cambio en el alineamiento del cauce, 2 por daños en las pilas por acumulación de escombros y uno presenta un hundimiento en su relleno de aproximación.

Los daños reportados en estructuras de alcantarillas de la Ruta Nacional N° 2 se deben en dos casos a afectaciones en el delantal, uno por socavación y otro por colapso, y en el otro caso a un daño en la estructura principal de la alcantarilla, por una acumulación de escombros considerable. Estos daños se dieron en tres diferentes poblados: uno en Sierpe de Osa, otro en Puerta del Sol de Osa y el tercero en el Alto de Golfito.

En la Ruta Nacional N° 2 se presentaron 9 registros de daños en carretera. De estos hay 4 que presentan daños en la calzada por hundimientos y socavación, 2 con asentamientos en los rellenos, 2 con derrumbes de taludes y una obstrucción de magnitud leve de una alcantarilla reportada cerca de la entrada al Ebais de Piedras Blancas de Osa.

Para la Ruta Nacional N° 14, Río Claro – Golfito, se presentan las siguientes afectaciones:

- En el tramo entre Kilómetro 3 y Golfito (deposito libre), se destacan ocho alcantarillas mayores que presentan problemas de falta de capacidad o acumulación de escombros, por lo que claramente este es un tramo que requiere mejoras en las estructuras de drenaje. La ubicación de las alcantarillas es: Depósito Libre Comercial de Golfito (DLCG), El Samoa, Hospital de Golfito, Sede de la UCR Recinto de Golfito, Bomberos de Golfito, parque de Golfito, Fish Cook y Plaza de Kilómetro 3.
- Se tienen dos problemas de deslizamientos, uno cerca del Hotel Las Gaviotas y otro en Kilómetro 14 (cerca del Muro de los Lamentos).
- Por otra parte, tres puentes presentan problemas de acumulación de escombros en los bastiones: puente sobre el río Coto, puente en Kilómetro 16 y puente sobre la quebrada La Purruja.

Ruta Nacional N° 608, Ciudad Neily – Laurel:

- Esta ruta tiene una superficie en lastre, presenta un alineamiento recto de curvas suaves y pendientes menores al 3%, la zona donde se ubica es plana y el uso de suelo que predomina son poteros y plantaciones. En general se ha observado que requiere mejoras en las alcantarillas y cunetas.
- En la sección entre Finca Coto 47 y Kilometro 25 se destaca que hay dos puentes que presentan problemas por acumulación de escombros, que son el Puente Amarillo y Puente Negro.

Ruta Nacional N° 237: La sección entre Campo Dos y Medio y Caño Seco es un tramo sinuoso y empinado, donde se ubican cuatro taludes con problemas de estabilidad, dos de ellos presentan agrietamientos (en la cuesta Fila Cal) y otros dos presentan problemas de reptación producto de deslizamientos (deslizamiento ubicado en Campo Dos y Medio y deslizamiento ubicado en "la Chicharronera").

Ruta Nacional N° 223: Se destaca un problema de erosión en el relleno de la carretera debido a la marea, en el sitio frente a Finca La Teka.

Ruta Nacional N° 245: en los alrededores de la finca El Rancho se reporta un talud con problemas de erosión.

- **Zona de conservación vial 5-1 (ver Mapa #25)**

La Zona de Conservación Vial 5-1 Guápiles se vio afectada principalmente por derrumbes, que fueron reportados como obstrucciones en carretera. Todos los daños reportados se concentran en los cantones de Pococí con 10 y Siquirres con 9, para un total de 19 afectaciones.

En Pococí, de los 10 reportes, 8 se ubican sobre la Ruta Nacional N° 32, que ha sido afectada históricamente y presenta una alta vulnerabilidad por la combinación de

factores geotécnicos e hidrológicos, como taludes inestables y lluvias abundantes, debido a las características climáticas de la zona, que presenta elevadas precipitaciones la mayor parte del año.

Los daños se ubican en las secciones de la ruta que atraviesan el Parque Nacional Braulio Carrillo, en puntos específicos que se consideran sitios vulnerables, por lo que es común que se presenten cierres de esta ruta periódicamente.

Los otros dos reportes que se tienen de Pococí, se dieron en el distrito de La Roxana, sobre la Ruta Nacional N° 248, donde en ambos casos se presentan obstrucciones de carretera específicamente en vados

Fotografía #17: Derrumbe en Ruta Nacional N° 32 durante Tormenta Tropical Nate.



Fuente: diario crhoy.com, octubre 2017.

En el cantón de Siquirres, de los 9 daños reportados, 8 se dieron en el distrito Florida, sobre la Ruta Nacional N° 415 y con la excepción de un caso de “obstrucción en carretera”, todos los daños corresponden a hundimientos.

Por último, se reporta también una “obstrucción en carretera” cerca del poblado Linda Vista, en el distrito central de Siquirres, sobre la Ruta Nacional N° 10 en el deslizamiento conocido como Santa Marta.

- **Zona de conservación vial 5-2 (ver Mapa #26)**

La zona de conservación 5-2 Limón comprende más de la mitad de la región Huetar Atlántica (establecida por MIDEPLAN), además, administrativamente está compuesta por los cantones de Matina, Limón y Talamanca, la cual la convierte en la de mayor extensión territorial de las 22 zonas en total.

Desde el punto de vista topográfico esta zona está caracterizada por sus condiciones montañosas, sin embargo, la mayoría de su red de vías nacionales está concentrada en zonas planas, como es el caso de Barra de Matina, zona céntrica de Limón, valle de La Estrella y Sixaola. Debido a este panorama, las principales amenazas vienen siendo los desbordamientos de ríos que luego dan paso a las anegaciones y/o inundaciones.

En relación a esas amenazas, se puede agregar que la provincia de Limón es un territorio que todos los años se ve afectado por fenómenos hidrometeorológicos, principalmente, por frentes fríos, donde, al haber un incremento en la velocidad de los vientos alisios desde el norte, éstos generan un empuje de grandes masas de humedad que chocan con la cordillera de Talamanca descargando progresivamente volúmenes de agua muy altos. A raíz de esto, como las pendientes juegan un papel importante en el aumento de la velocidad de las aguas de escorrentía superficial, favorece a que se desencadenen las crecidas de ríos y por tanto los desbordamientos, provocando que las llanuras se inunden y produciendo a su paso socavación de carreteras y puentes. Entre otros de los problemas que se reportan y que aún persisten por las condiciones geológicas son los derrumbes y deslizamientos.

En Julio de 2015, un sistema de baja presión afectó la costa Atlántica que trajo consigo varias inundaciones. El centro de mayor población en esta zona, la ciudad de Limón, fue una de las más impactadas, generando incluso el colapso del alcantarillado pluvial y obstrucción de otros ductos de los sistemas de drenaje.

Para el caso de la Tormenta Tropical Nate, en las Rutas Nacionales N° 803, N° 804, N° 805 y N° 813, se reportó la anegación de la calzada con una magnitud severa.

Para estos casos, la confluencia entre los ríos Barbilla y Chirripó fueron los responsables, dada la carga de aguas que traían ambos cauces desde las zonas más altas.

Fotografía #18. Centro de la ciudad de Limón.



Fuente: noticiasal instante.cr, Julio 2015.

Otro aspecto que destaca es que, al igual que en la zona pacífica, también se dio la afectación por mareas altas. Según se reporta, en la Ruta Nacional N° 36 se produjo una socavación moderada justamente en la desembocadura de los ríos: Bananito, Estero Negro y Vizcaya, producto del choque de marea con el río. El puente Binacional en la frontera entre Costa Rica y Panamá también se vio afectado pero

esta vez por un evento de anegación, ya que las aguas de río Sixaola se elevaron tanto que sobrepasaron la estructura del puente. Como medida de intervención temporal se realizó protección y apoyo de los espaldones.

En esa misma ruta se dieron dos derrumbes de magnitud leve; uno en el estacionamiento 56+645 y el otro en 57+290, de los cuales, dentro de las medidas que se aplicaron fue la remoción de material que obstruía la vía.

- **Zona de conservación vial 6-1 (ver Mapa #27)**

La Zona de Conservación Vial 6-1 San Carlos presenta un total de 42 registros de daños, y se trata, por lo tanto, de una de las zonas más afectadas del país. Las lluvias intensas fueron los eventos que generaron la mayor parte de daños. Sin embargo, se tiene reporte de dos daños severos por actividad sísmica.

Esos daños fueron consecuencia del sismo de enero de 2009, conocido como terremoto de Cinchona y produjeron el colapso de dos estructuras de puente. Una de ellas ubicada en la Ruta Nacional N° 708 sobre la Quebrada Seca, cerca del poblado Colonia El Toro, que se sustituyó por un puente modular. El otro caso fue el de un puente modular en la Ruta Nacional N° 126, sobre el Río El Ángel, cercano al poblado Cariblanco, que fue sustituido por un puente modular con una elevación superior.

Fotografía #19. Colapso de puente sobre Río El Ángel en la Ruta Nacional N° 126, Terremoto de Cinchona.



Fuente: diario La Nación, enero 2009.

Con respecto a eventos hidrometeorológicos, existen 37 reportes de daños por lluvias en esta zona. Estos registros se reparten de la siguiente manera: 4 en la Ruta Nacional N° 4, 3 en la Ruta Nacional N° 126, 7 en la Ruta Nacional N° 140, 5 en la Ruta Nacional N° 141, 6 en la Ruta Nacional N° 250, 3 en la Ruta Nacional N° 505, 4 en la Ruta Nacional N° 507, 2 en la Ruta Nacional N° 744, 1 en la Ruta Nacional N° 748 y 2 en la Ruta Nacional N° 751.

Las estructuras afectadas en mayor cantidad por fenómenos de lluvia en esta zona fueron las carreteras, con 17 reportes. De los cuales, 8 corresponden a daños en la calzada, principalmente por anegación. Destaca la Ruta Nacional N° 507, en el cantón de Sarapiquí, con 4 reportes de carreteras anegadas, en tramos donde predomina el lastre y con la influencia de los Ríos Chirripó, María y Sucio, principalmente.

Por daños en la calzada, también se registra una afectación severa por hundimiento en el km 26 de la Ruta Nacional N° 4 en el poblado El Tigre, de Puerto Viejo, donde se tuvo que construir un carril provisional como medida para habilitar el paso.

Existen 5 registros de daños en taludes que afectaron la Ruta Nacional N° 140 y la Ruta Nacional N° 141, 4 por derrumbes y uno por erosión severa a causa de las lluvias. Este último en Barrio San Juan, en el distrito Quesada de San Carlos.

Fotografía 20. Derrumbes en Ruta N°141, San Carlos-Naranjo, Huracán Otto.



Fuente: diario La Nación, noviembre 2016.

Por daños en rellenos de carretera, se reportan tres casos distintos: un afloramiento de agua en la Ruta Nacional N° 141 en Ciudad Quesada, un asentamiento en la Ruta Nacional N° 126 en San Miguel, cercano a la intersección con la Ruta Nacional N° 140, y un hundimiento en la Ruta Nacional N° 141 en el sector Puente Casa, en la Florencia de San Carlos, donde se tiene conocimiento de la existencia de una falla geológica que ya cuenta con estudios y propuestas para una solución definitiva.

En esta zona también se reporta el daño de una alcantarilla de la Ruta Nacional N° 126, en Quebrada Seca del distrito Sarapiquí de Alajuela, debido a que fue excedida su capacidad.

Además de los dos puentes colapsados por actividad sísmica, en esta zona se tiene registro de otros 17 daños en puentes, 13 de los cuales se deben a eventos de lluvias intensas y los restantes 4 se reportan como sitios vulnerables.

Se registran dos puentes con socavación de bastiones en la Ruta Nacional N° 4, en el distrito de Horquetas de Sarapiquí. En la Ruta Nacional N° 126 se reporta el colapso del puente sobre el Río La Paz, por lluvias abundantes. El paso se habilitó colocando otro puente modular en el sitio.

Se registran otros dos puentes colapsados en la Ruta Nacional N° 250, uno en la Ruta Nacional N° 140, uno en la Ruta Nacional N° 510, uno en la Ruta Nacional N° 745 y uno en la Ruta Nacional N° 744 por colapso de las pilas en puente modular sobre Río Toro, en el distrito Venecia de San Carlos.

Los 7 daños en puentes restantes corresponden a 4 casos por acumulación de escombros, dos por socavación de bastiones y uno por falla en elemento de acero.

En la Zona 6-1 se tiene, por último, el reporte de 7 alcantarillas con daños en su estructura principal, severo en casi todos los casos, por acumulación de escombros, colapso y exceso de capacidad diseñada. Estos daños afectaron la Ruta Nacional N° 140, la Ruta Nacional N° 250, la Ruta Nacional N° 505 y la Ruta Nacional N° 751.

- **Zona de conservación vial 6-2 (ver Mapa #28)**

La zona de conservación 6-2 Los Chiles es la segunda más extensa de las 22 zonas que cubren todo el territorio nacional. De acuerdo a los aspectos físicos, al sur de esta zona existe la presencia un sistema de cadenas montañosos que forman parte

de la Sierra de Tilarán y cordillera volcánica de Guanacaste, siendo el volcán Tenorio el punto donde concluye. En cuanto a las partes planas, las cuales comprenden la mayor cantidad de superficie de la zona, están localizadas las llanuras de Guatuso y San Carlos.

Tal y como se ha comentado también para otras zonas, a razón de ese dinamismo geofísico que presentan por sus características topográficas y asociadas a condiciones climáticas, es posible determinar la existencia de eventos interrelacionados que afectan de una manera importante a las Rutas Nacionales y la zona 6-2 no es la excepción.

De acuerdo al reporte de la herramienta, en total se contabilizaron 38 daños en las Rutas Nacionales de esta zona, los cuales se enlistan a continuación:

- Agrietamiento, Rutas afectadas: N° 4, N° 35, N° 138, N° 139, N° 141, N° 142, N° 143, N° 227, N° 702, N° 733, N° 734, N° 738, N° 739, N° 748, N° 751, N° 752, N° 753, N° 760, N° 761 y N° 936.
- Anegación, Rutas afectadas: N° 138, N° 139, N° 141 y N° 733.
- Exceso de barro, Rutas afectadas: N° 4, N° 35, N° 142, N° 143, N° 702, N° 733, N° 734 y N° 752.
- Obstrucción de la calzada, Rutas afectadas: N° 142, N° 702, N° 734 y N° 936.

Según el reporte, los agrietamientos que se dieron en esta zona fueron de magnitud severa, esto implicó que, su intervención requirió la demolición parcial o total de algunos tramos, donde se evidenció el daño. Por ejemplo, en la Ruta Nacional N° 142, la formación de grietas sobre la calzada, el aporte excesivo de lluvias y las vibraciones provocadas por el tránsito vehicular requirió la sustitución de la superficie de ruedo, sin embargo, a pesar de esta situación, no se reportó el cierre de las Rutas afectadas.

Fotografía #21. Agrietamiento producido por consecuencia de lluvias y otros efectos, Ruta nacional N° 142.



Fuente: periódico La Extra, octubre 2017.

El exceso de barro fue el segundo evento de mayor incidencia que se reportó para la zona 6-2. El elemento disparador fueron las avalanchas, aunque la magnitud fue leve en cada uno de los casos. Una situación en particular es la crecida súbita del río Purgatorio cerca de la comunidad de Monterrey, donde es muy común la recurrencia, año con año, de avalanchas ya sea por las condiciones de lluvia fuerte o por la presencia de algún gran fenómeno hidrometeorológicos. Estas crecidas repentinas también infieren en la red hídrica cercana (quebradas anexas) afectando gravemente las Rutas Nacionales próximas, como el caso de la N°4 en la comunidad de Cedros.

Fotografía #22. Crecida súbita del río Purgatorio cerca de la comunidad de Monterrey, distrito de Monterrey de San Carlos.



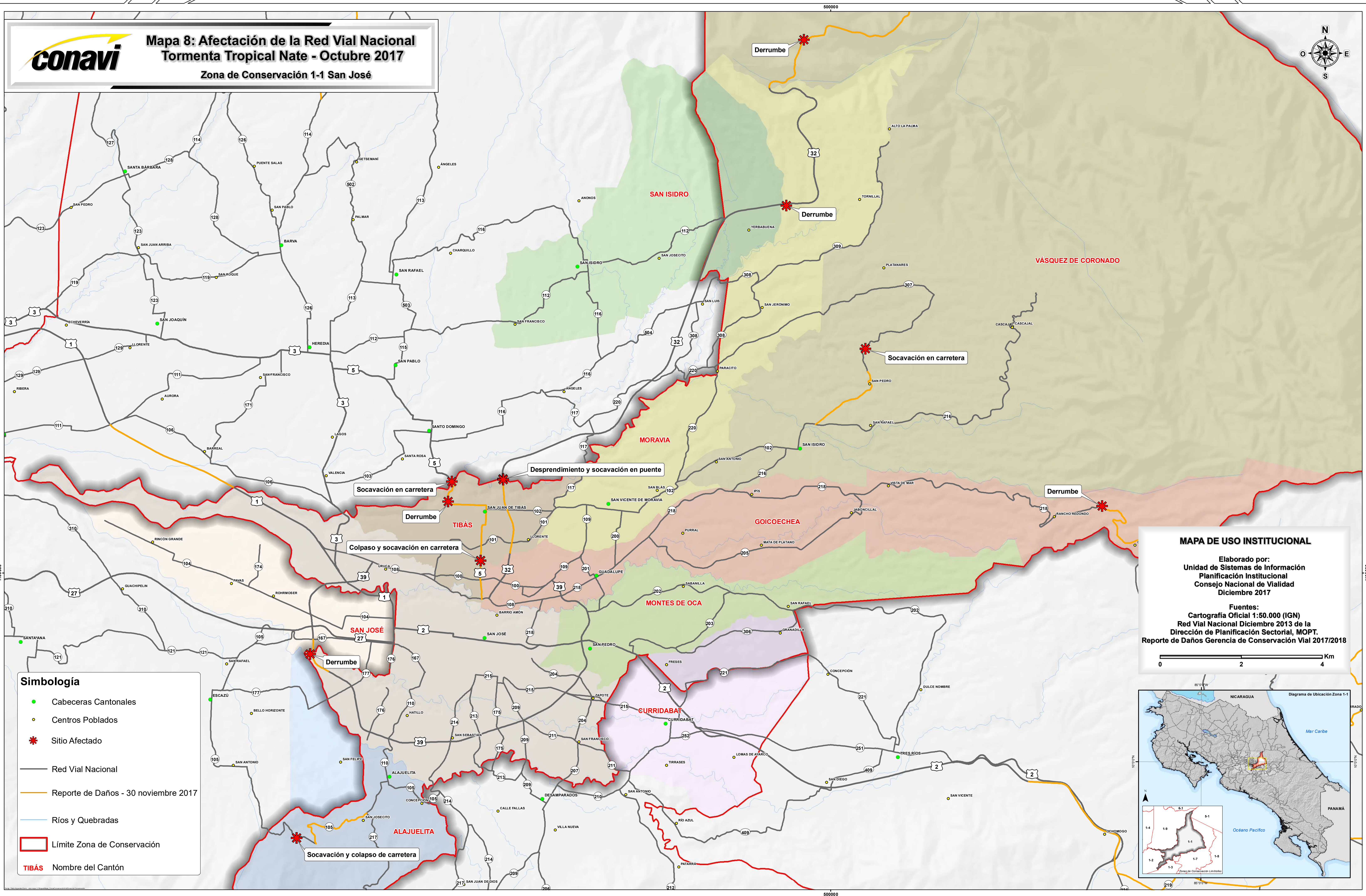
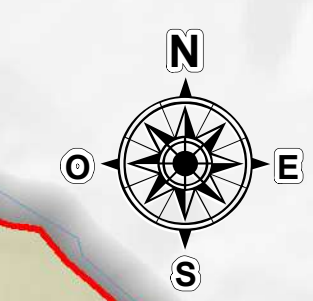
Fuente: periódico digital crhoy.com, mayo 2017.

Por último, la obstrucción en carreteras y anegación de las Rutas Nacionales fueron los eventos con menor reporte. No obstante, la obstrucción de las carreteras fue, en tres de los cuatro casos, clasificada como grave. Según lo reportado por la Gerencia de Conservación en el reporte de daños, muchas de estas obstrucciones se manifestaron bajo la acumulación de escombros producto de los derrumbes, pero en muchos de los casos también eran propiciados por la caída de árboles, donde, la solución inmediata era realizar trabajos, tanto el descuaje como de limpieza de la calzada y otros elementos como los sistemas de drenajes.

En cuanto a la anegación producida por las crecidas de los ríos o sucedida en sitios, donde no era posible un desfogue rápido de la escorrentía, la solución más adecuada fue simplemente esperar a que bajaran los niveles de agua.



Mapa 8: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017 Zona de Conservación 1-1 San José



Simbología

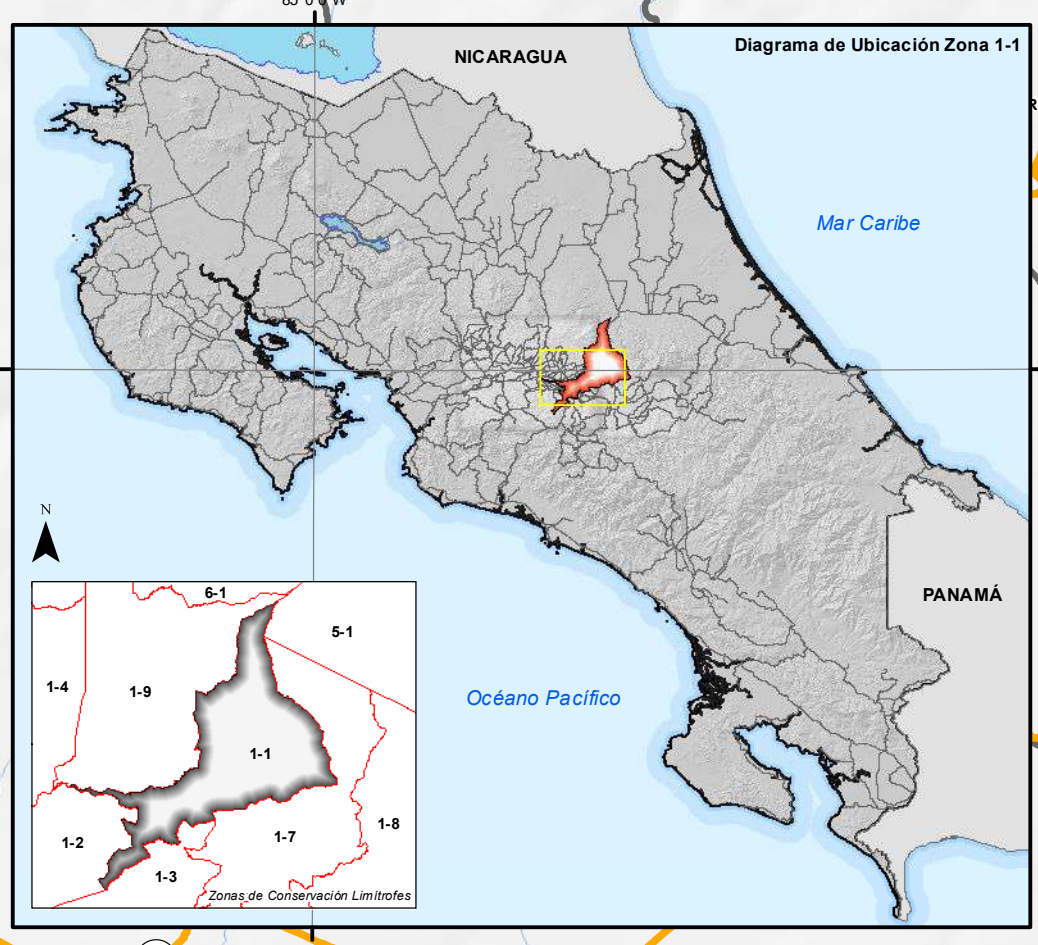
- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ★ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación
- TIBÁS Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Diciembre 2017

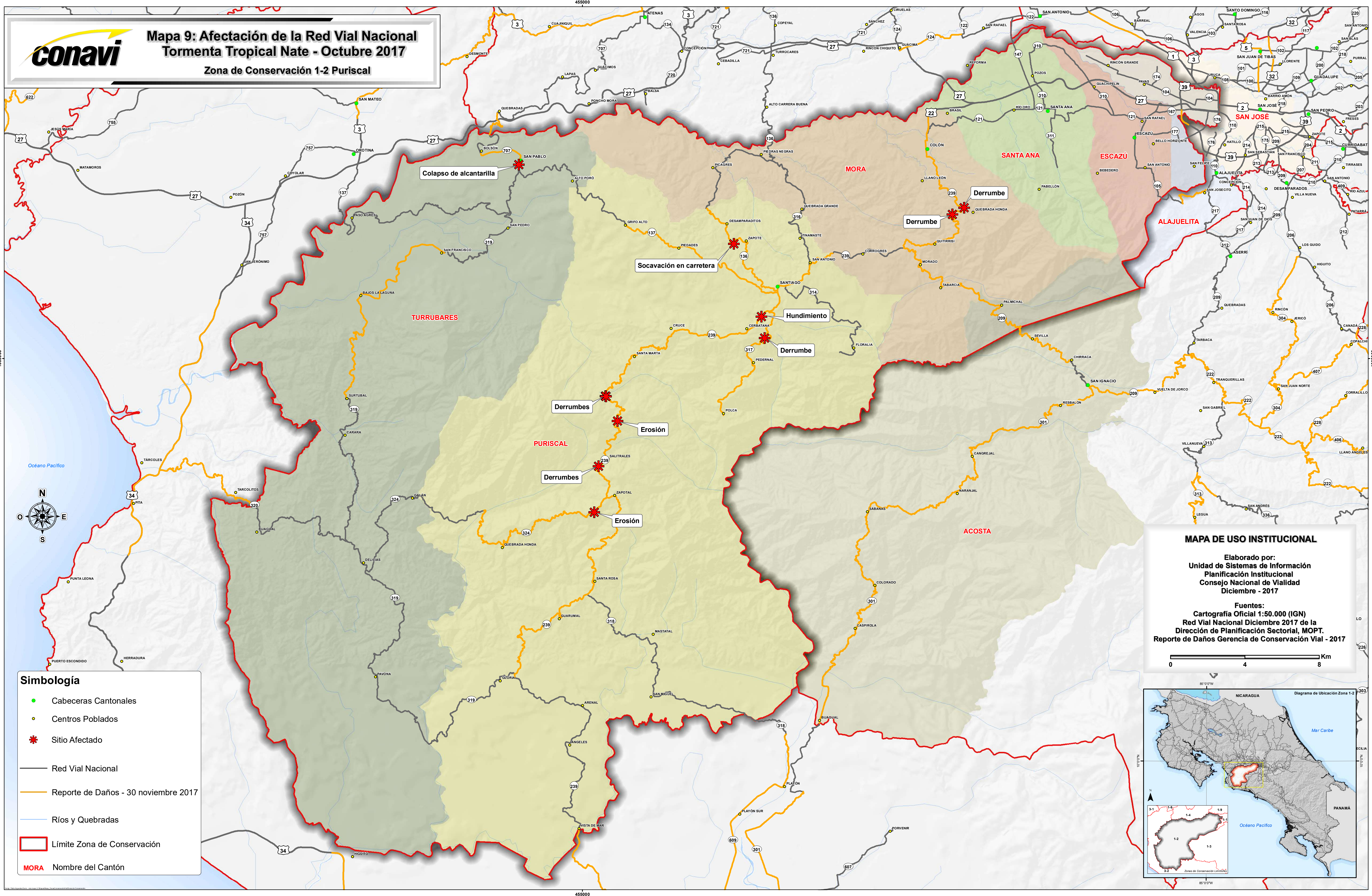
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2013 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

0 2 4 Km





Mapa 9: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017 Zona de Conservación 1-2 Puriscal



Simbología

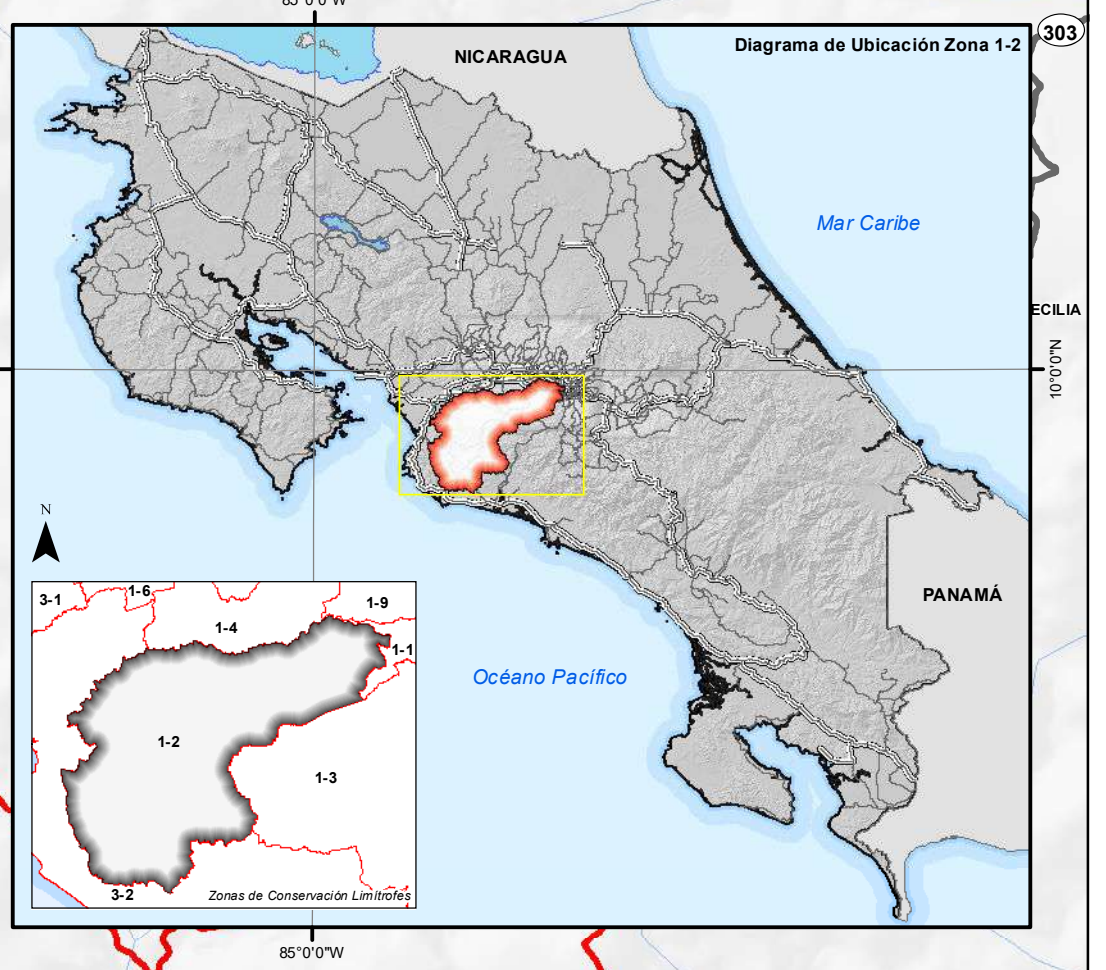
- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- * Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación
- MORA Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Diciembre - 2017

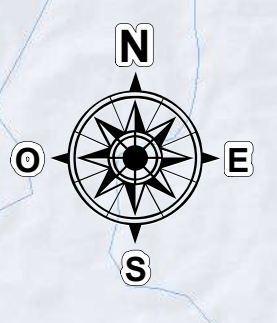
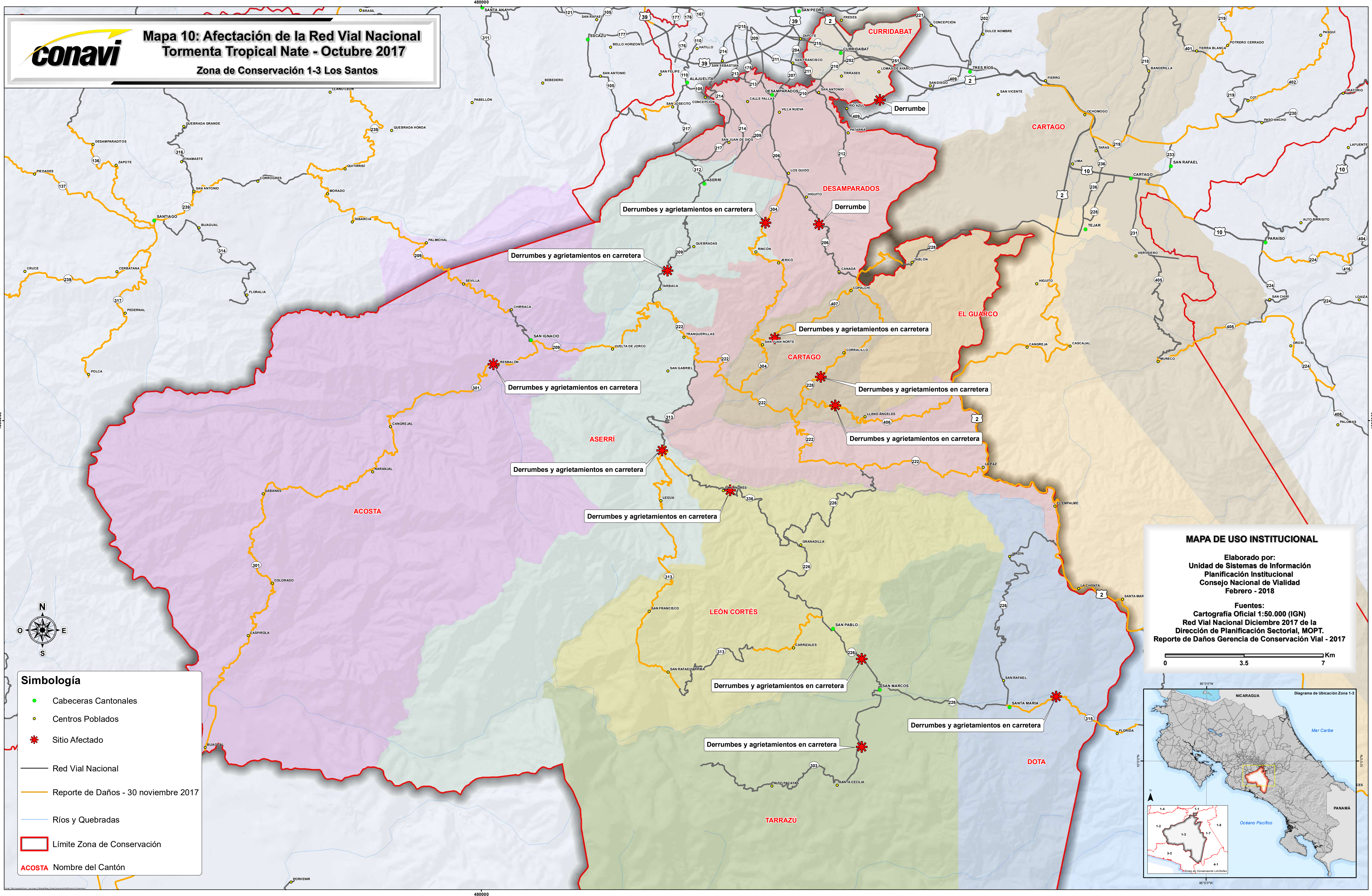
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial - 2017

0 4 8 Km





Mapa 10: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017 Zona de Conservación 1-3 Los Santos



- Simbología**
- Cabeceras Cantonales
 - Centros Poblados
 - * Sitio Afectado
 - Red Vial Nacional
 - Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
 - Ríos y Quebradas
 - ▭ Límite Zona de Conservación
 - ACOSTA Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Febrero - 2018

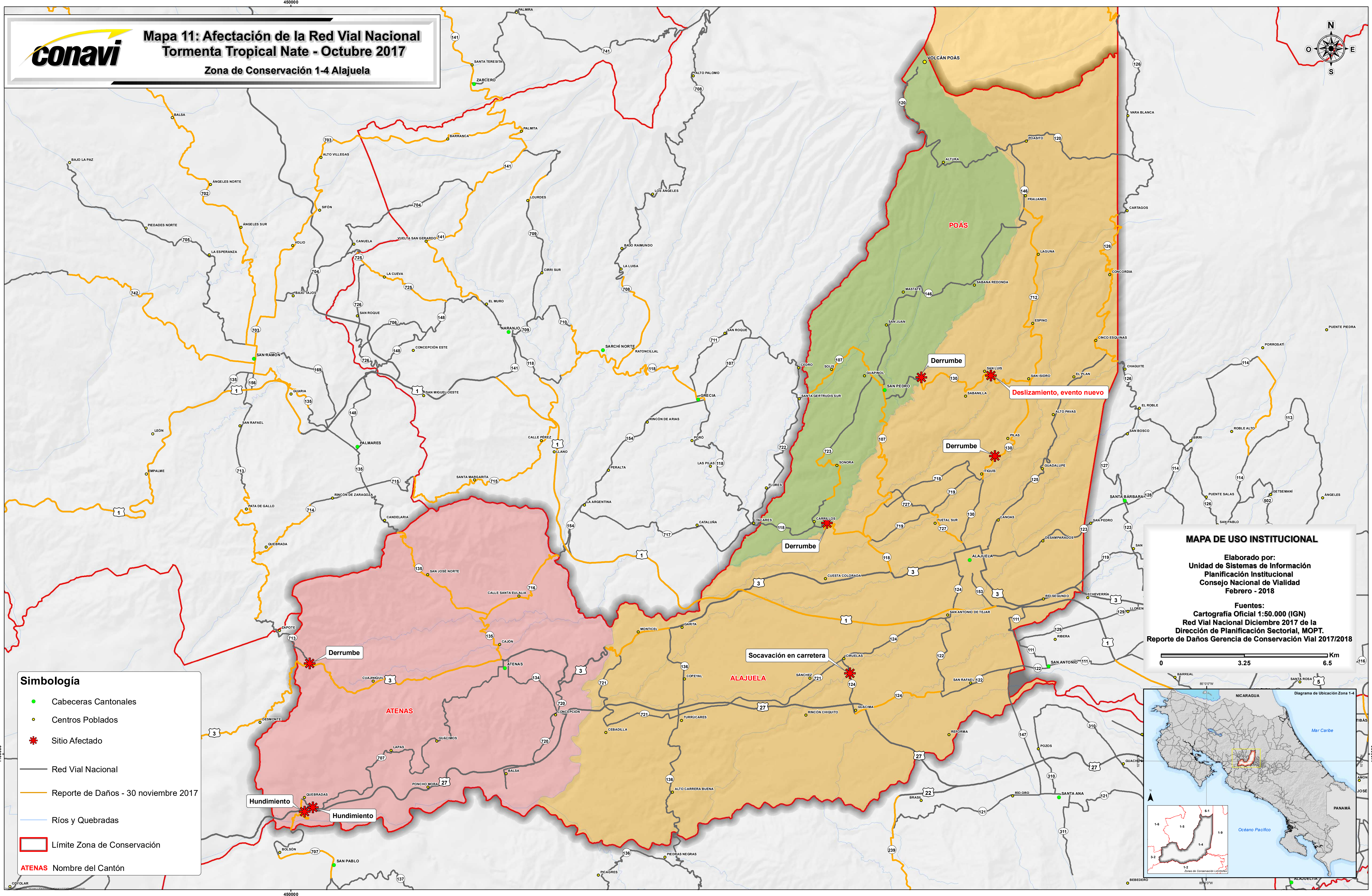
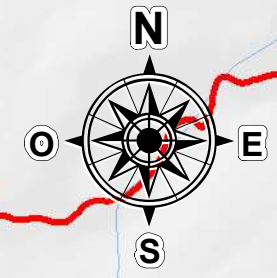
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial - 2017

0 3.5 7 Km





**Mapa 11: Afectación de la Red Vial Nacional
Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017
Zona de Conservación 1-4 Alajuela**



Simbología

- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ✱ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación
- ATENAS Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Febrero - 2018

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

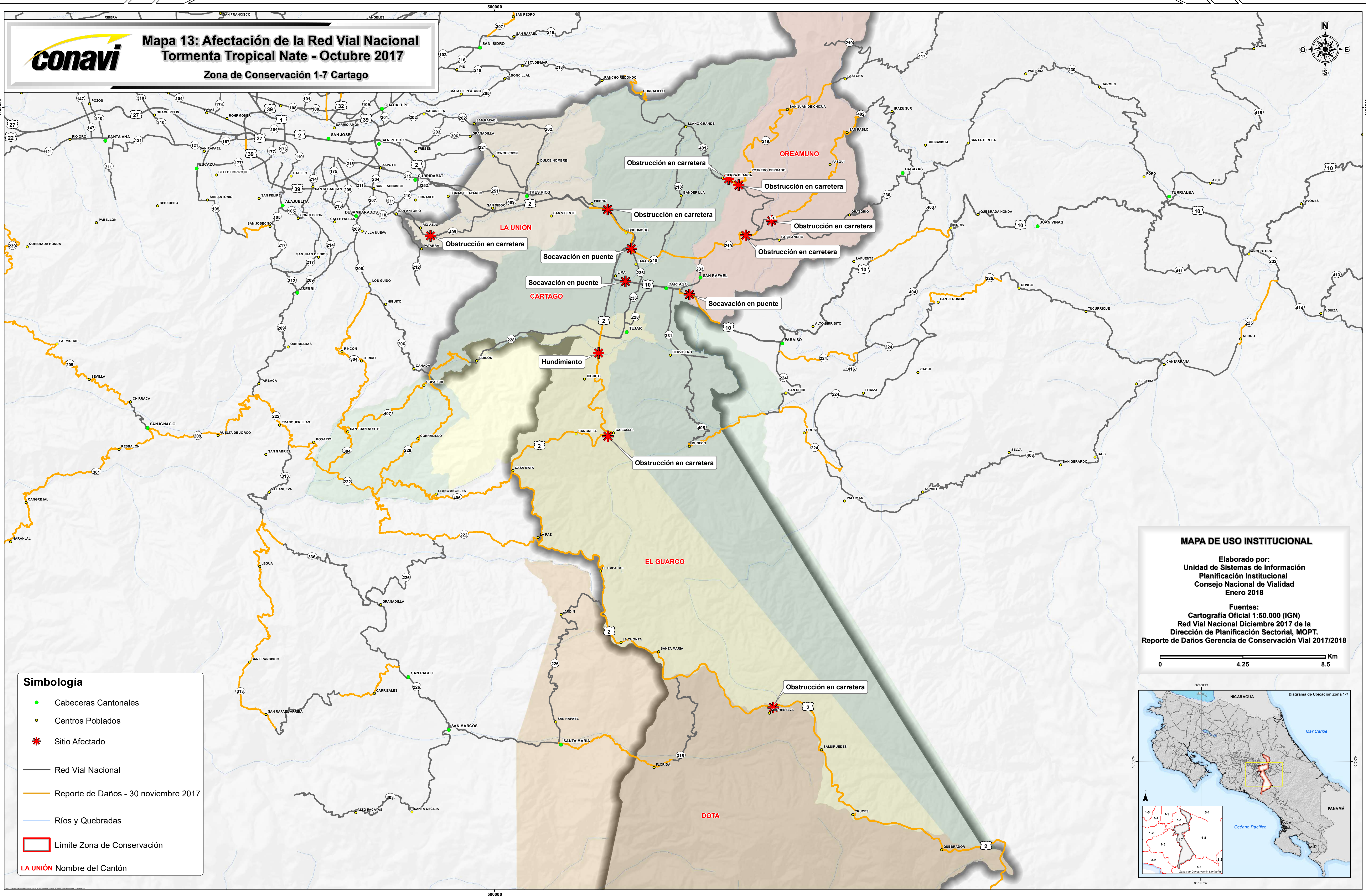
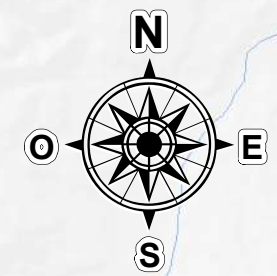
0 3.25 6.5 Km





Mapa 13: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017

Zona de Conservación 1-7 Cartago



Simbología

- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ★ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación

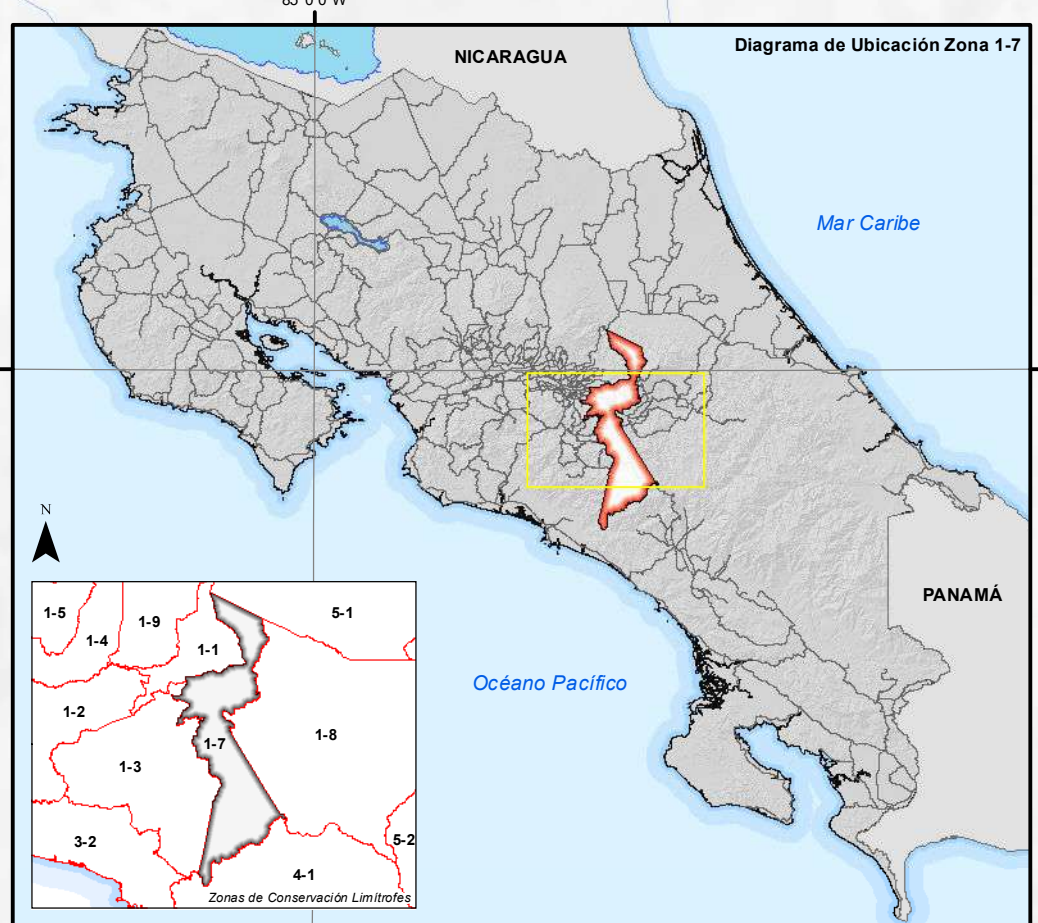
LA UNIÓN Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Enero 2018

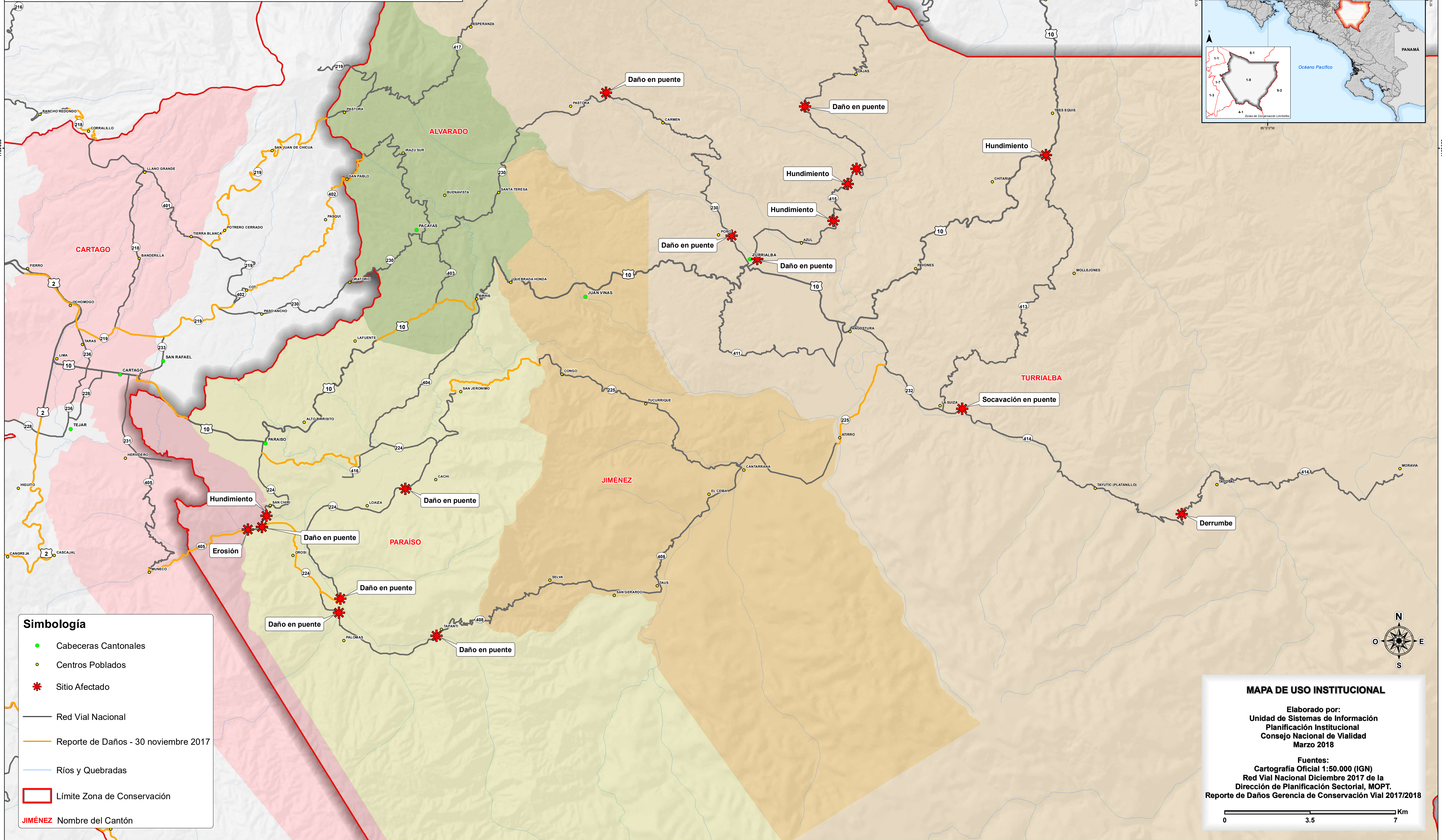
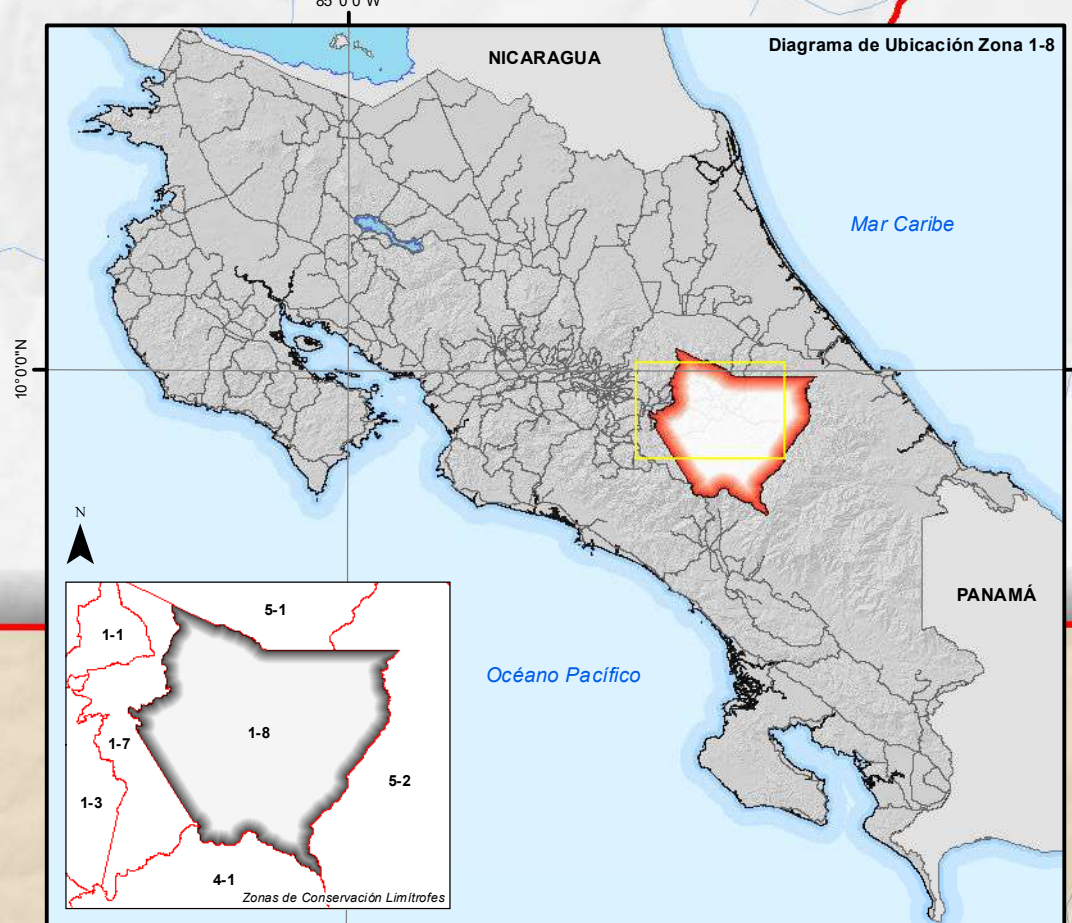
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

0 4.25 8.5 Km





Mapa 14: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017 Zona de Conservación 1-8 Turrialba



Simbología

- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ★ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación

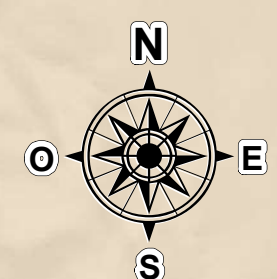
JIMÉNEZ Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Marzo 2018

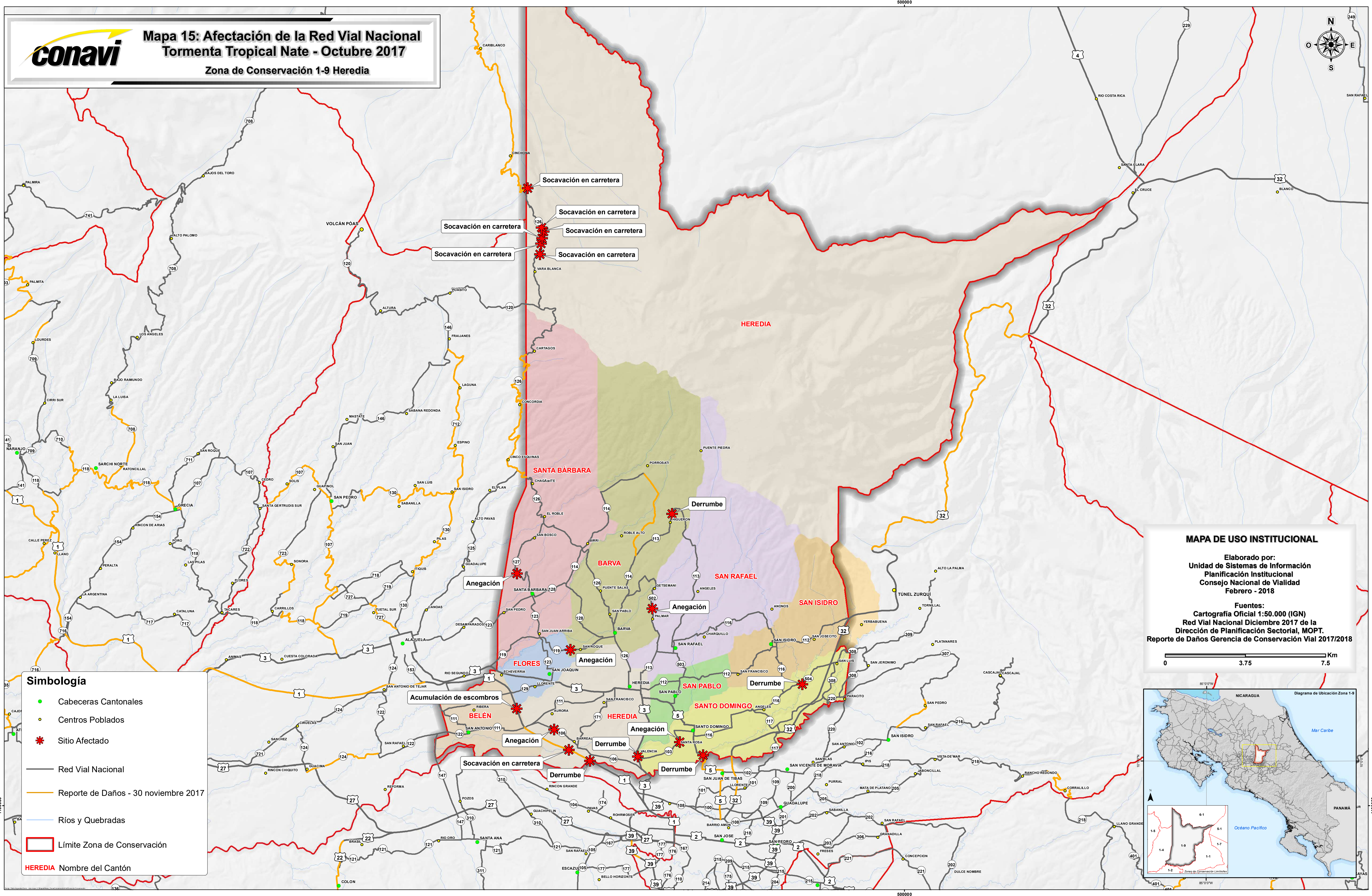
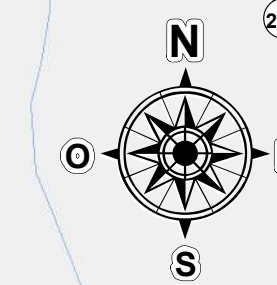
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

0 3.5 7 Km





**Mapa 15: Afectación de la Red Vial Nacional
Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017**
Zona de Conservación 1-9 Heredia



Simbología

- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ✱ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación
- HEREDIA Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Febrero - 2018

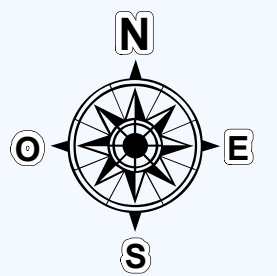
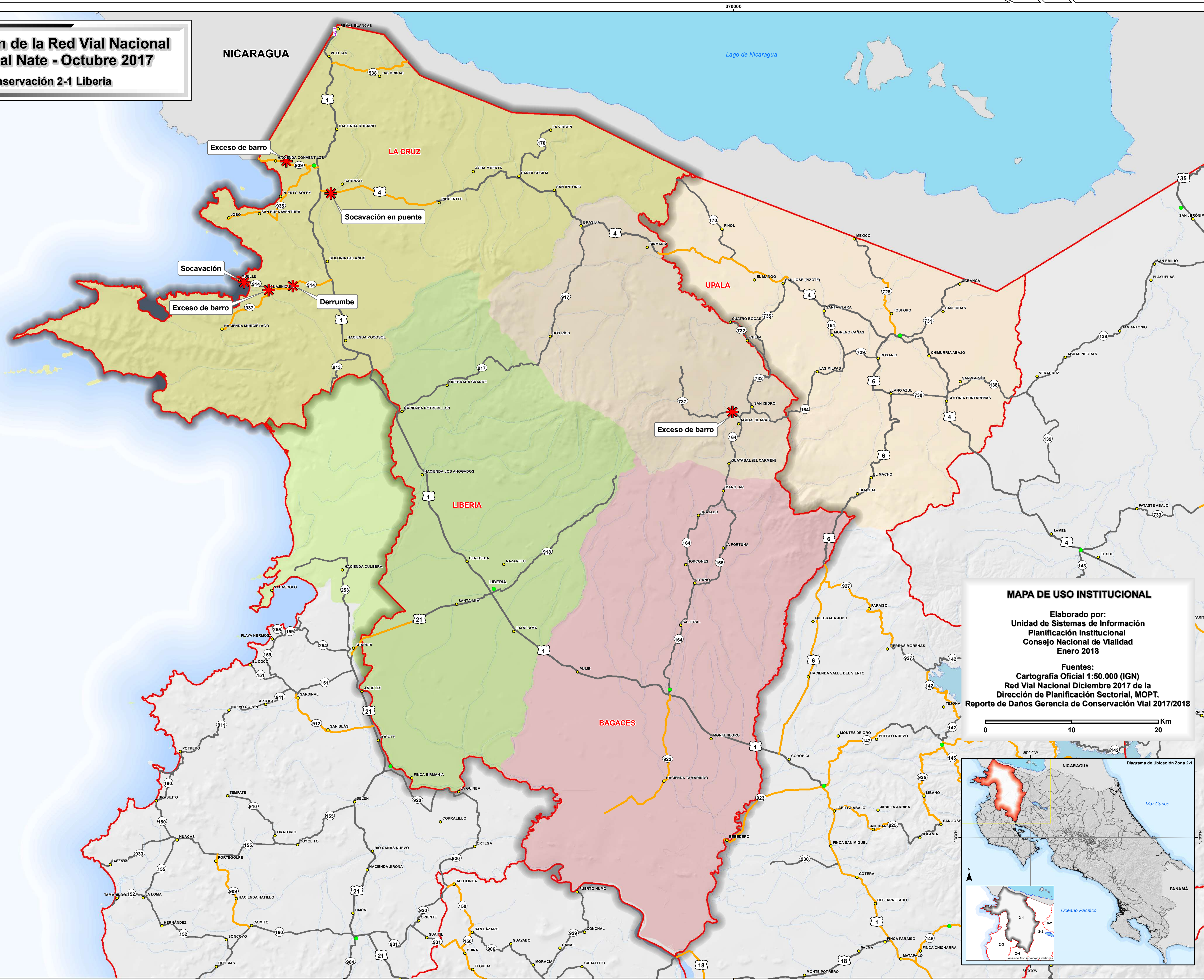
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

0 3.75 7.5 Km





**Mapa 16: Afectación de la Red Vial Nacional
Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017**
Zona de Conservación 2-1 Liberia



Simbología

- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ✱ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- Límite Zona de Conservación
- LIBERIA** Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Enero 2018

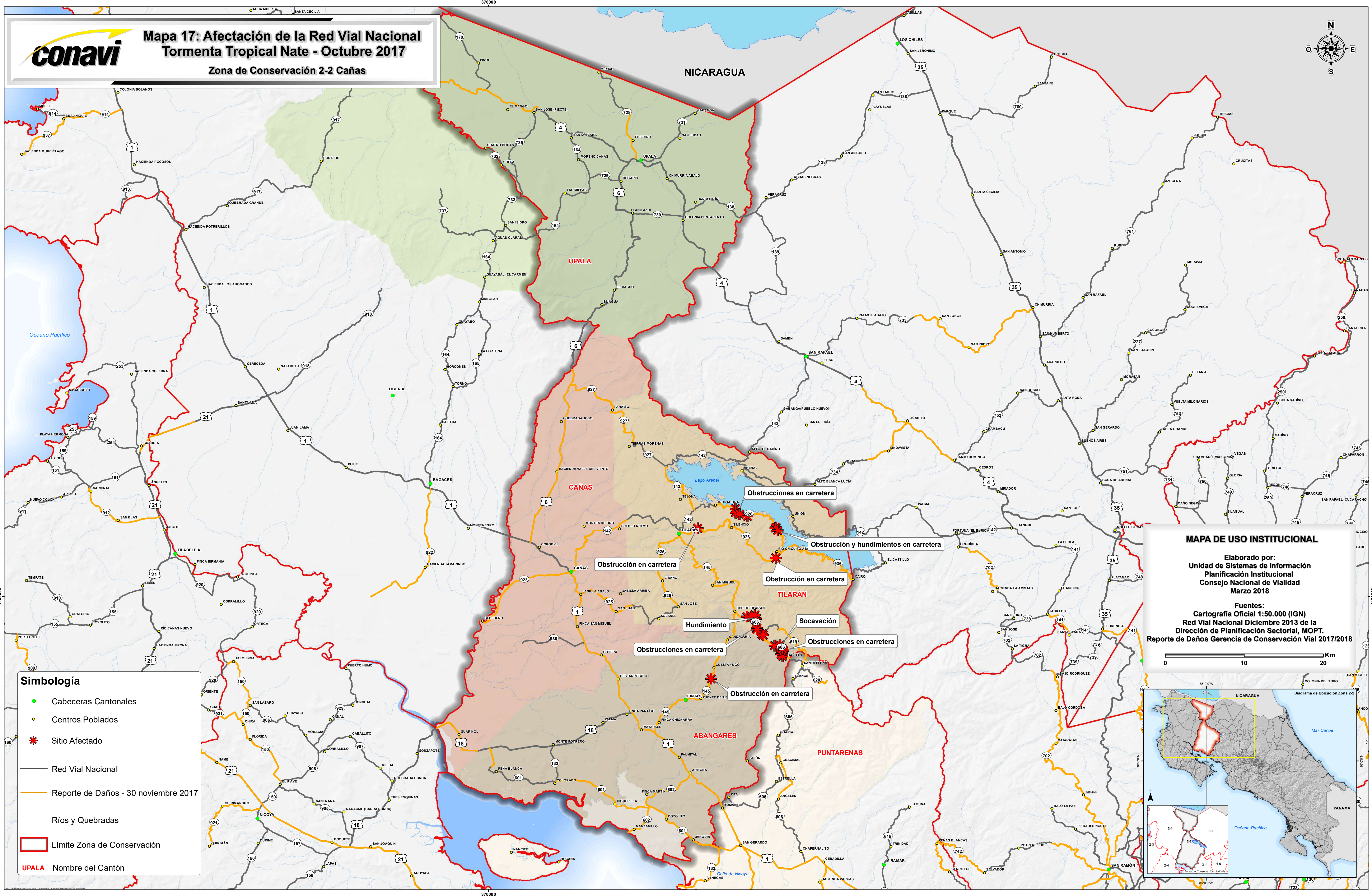
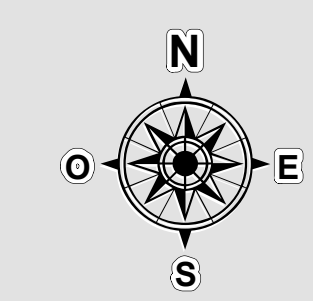
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

0 10 20 Km





**Mapa 17: Afectación de la Red Vial Nacional
Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017**
Zona de Conservación 2-2 Cañas



Simbología

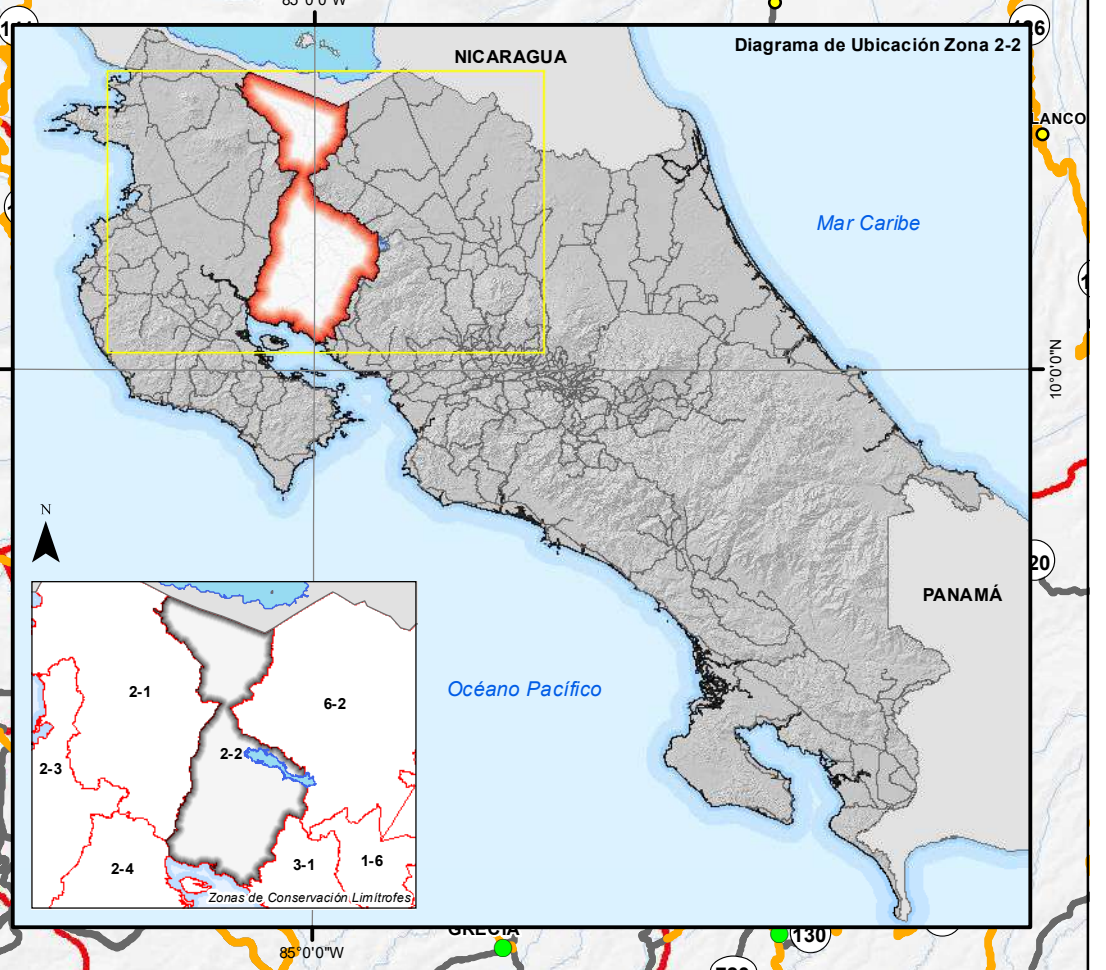
- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ★ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación
- UPALA Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Marzo 2018

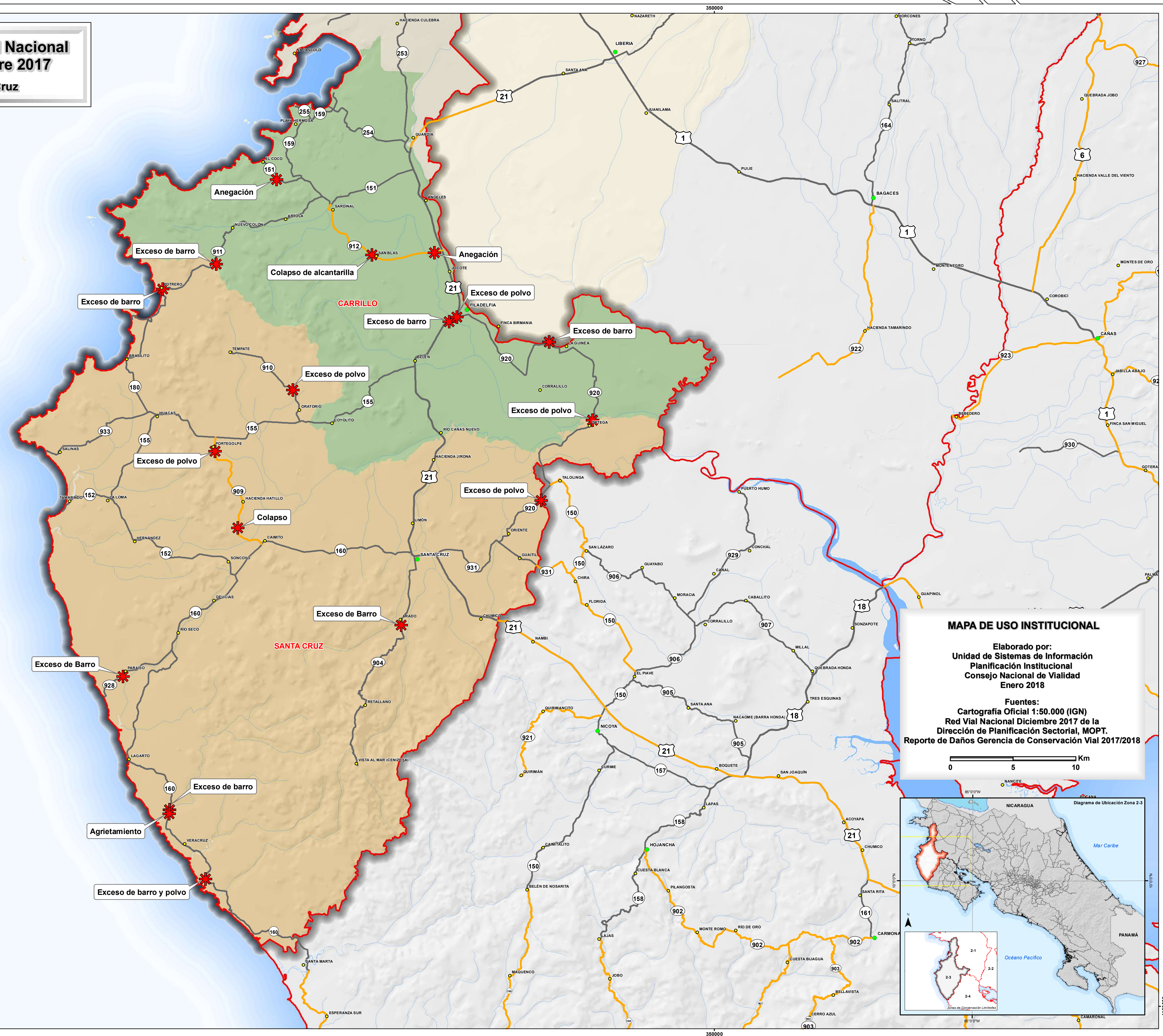
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2013 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

0 10 20 Km

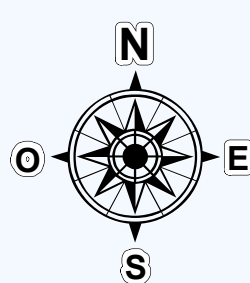




**Mapa 18: Afectación de la Red Vial Nacional
Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017
Zona de Conservación 2-3 Santa Cruz**



Océano Pacífico



Simbología

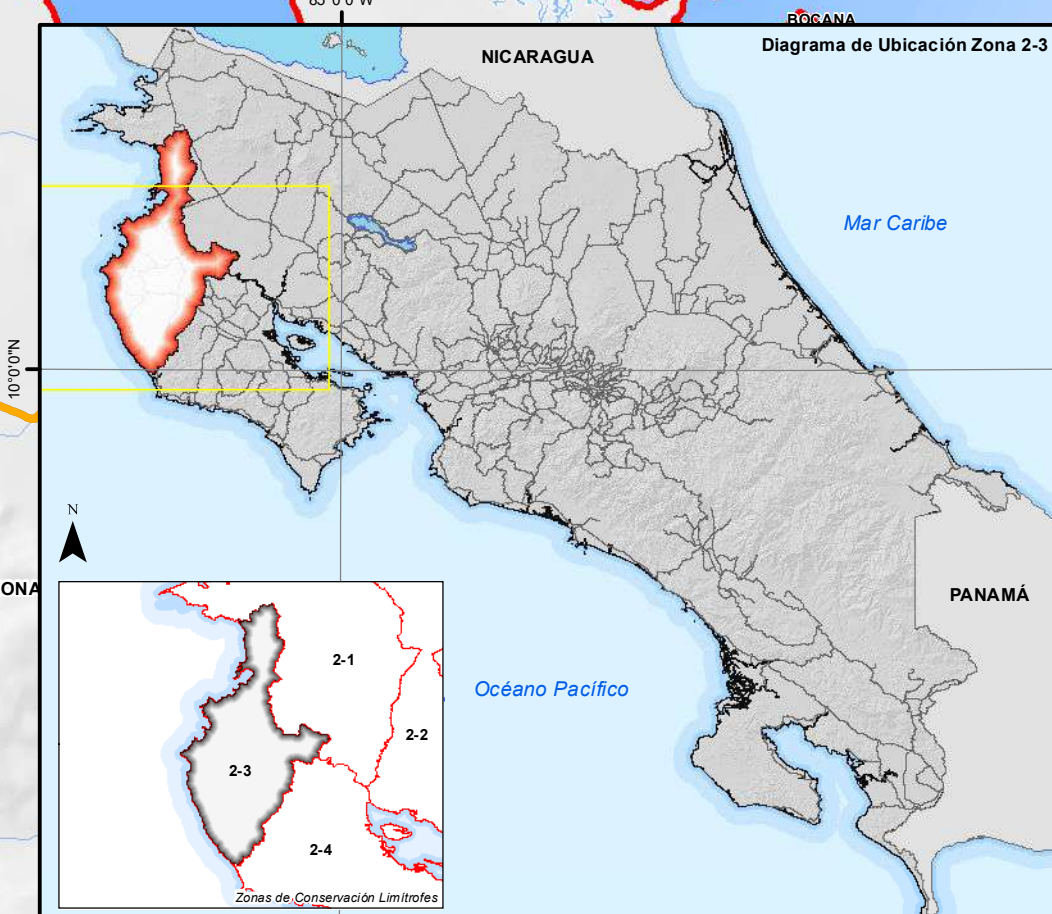
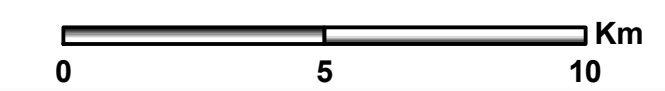
- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ✱ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación

CARRILLO Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Enero 2018

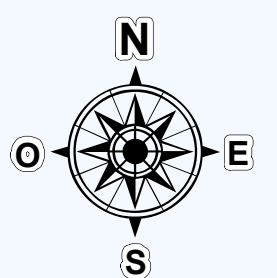
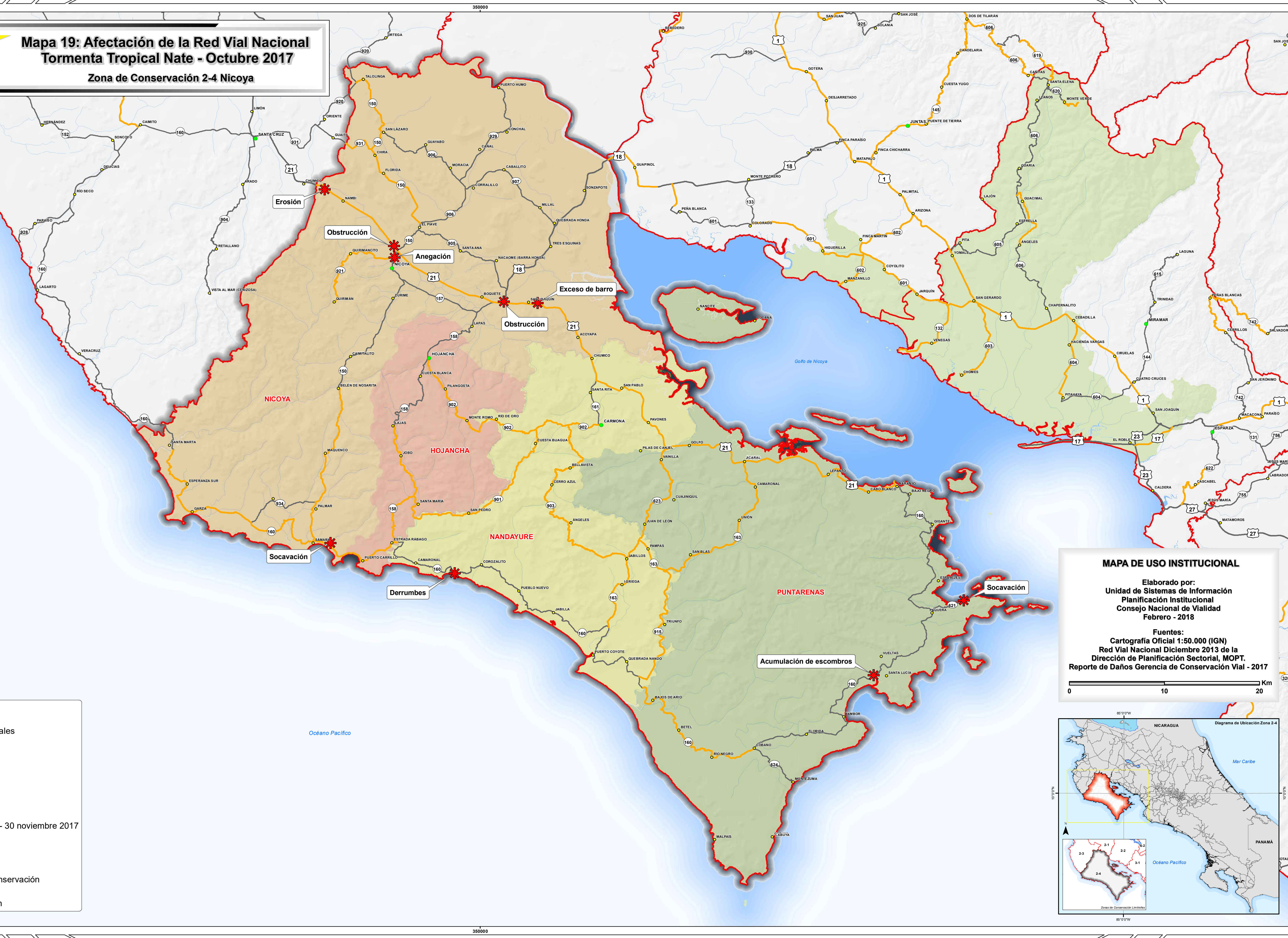
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018





Mapa 19: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017 Zona de Conservación 2-4 Nicoya

Zona de Conservación 2-4 Nicoya



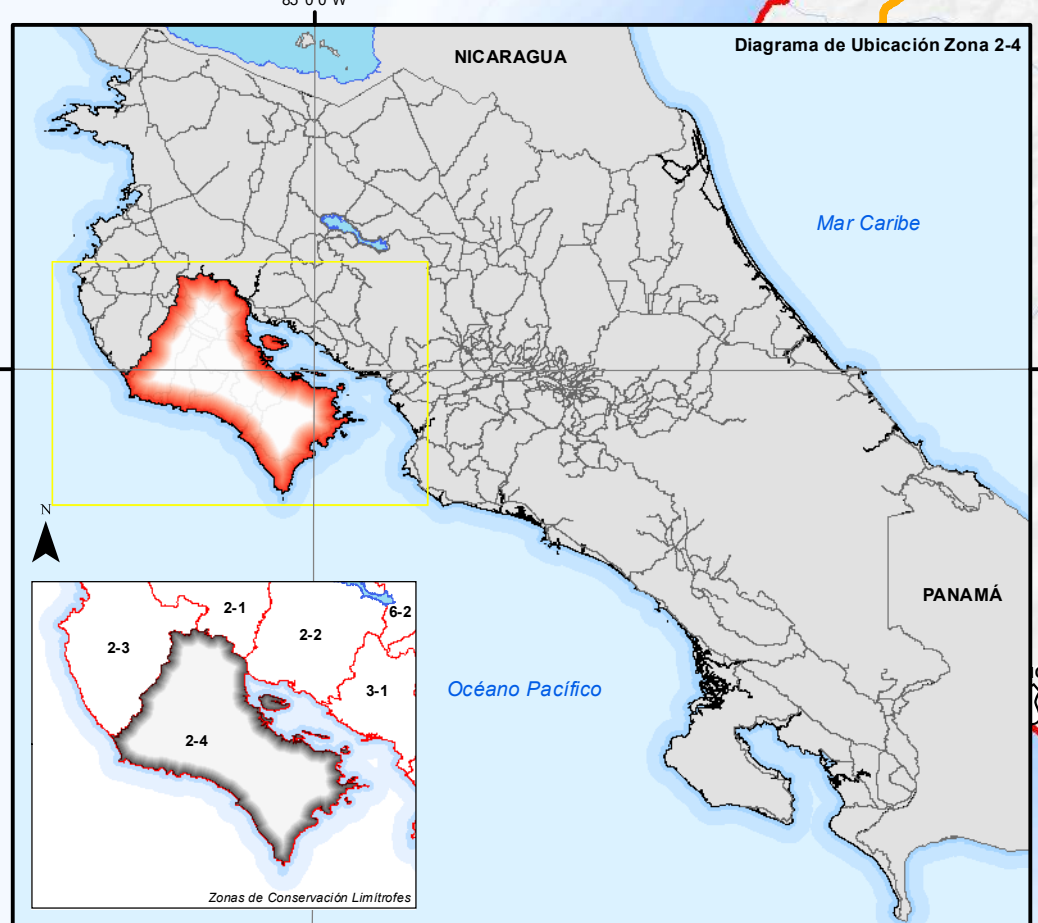
- Simbología**
- Cabeceras Cantonales
 - Centros Poblados
 - * Sitio Afectado
 - Red Vial Nacional
 - Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
 - Ríos y Quebradas
 - Límite Zona de Conservación
 - NICOYA Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Febrero - 2018

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2013 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial - 2017

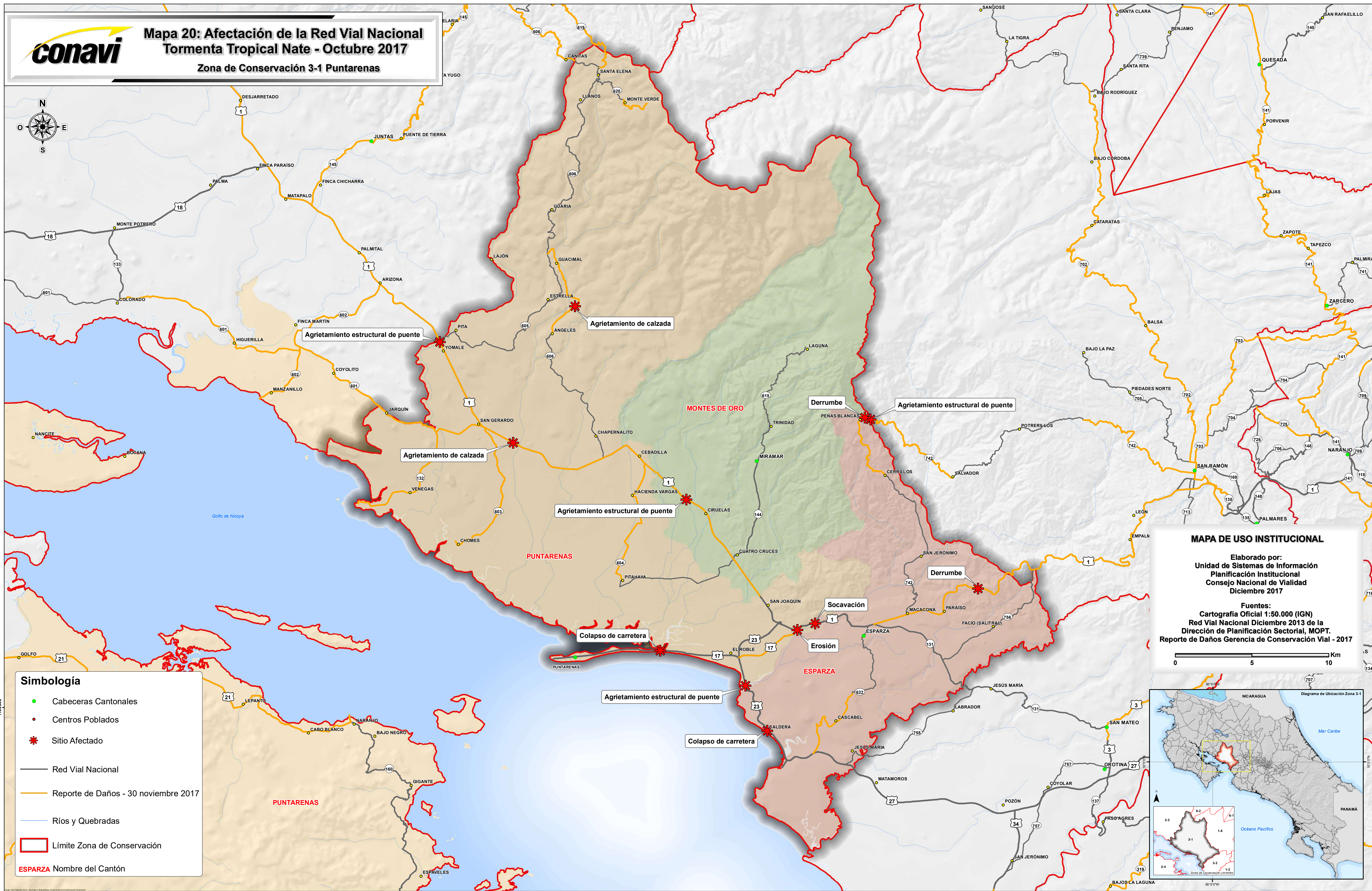
0 10 20 Km





Mapa 20: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017

Zona de Conservación 3-1 Puntarenas



Simbología

- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ✱ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- Límite Zona de Conservación

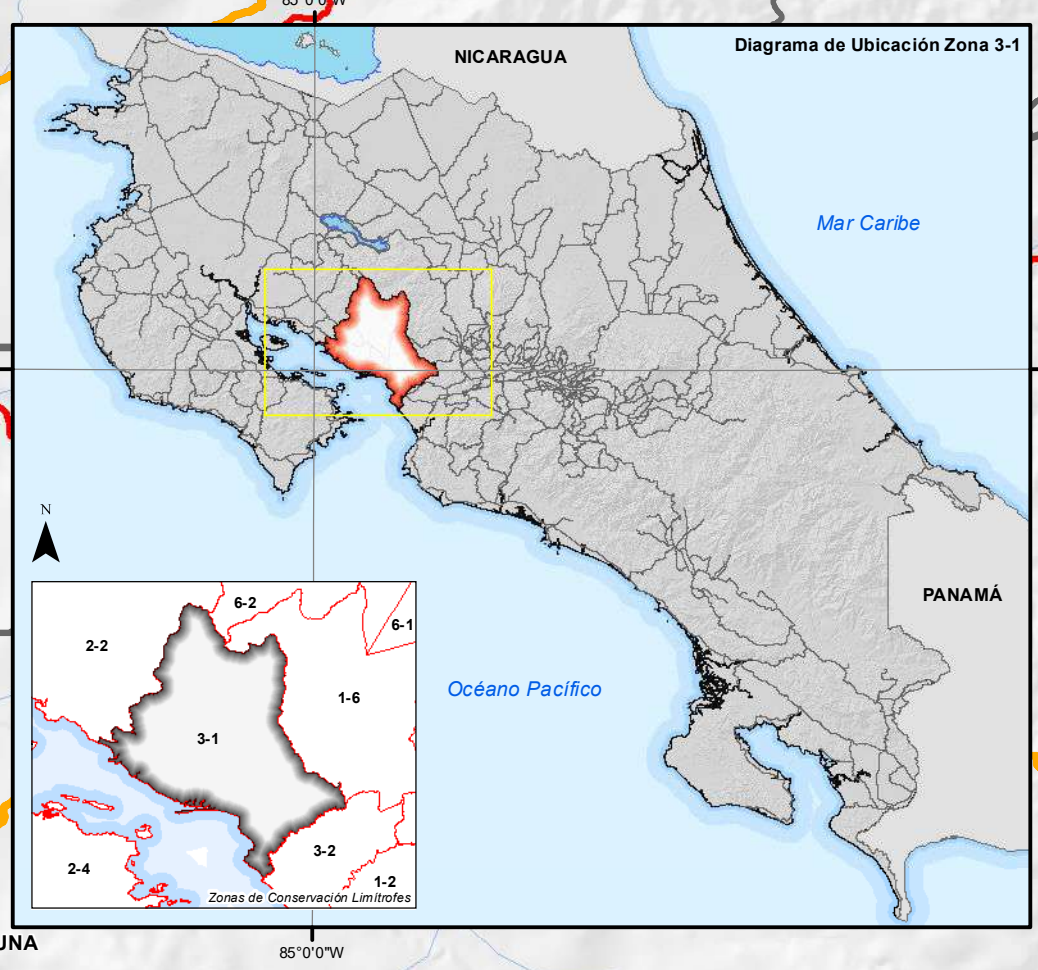
ESPARZA Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Diciembre 2017

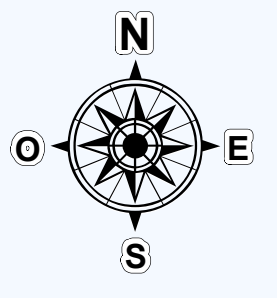
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2013 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial - 2017

0 5 10 Km





**Mapa 21: Afectación de la Red Vial Nacional
Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017**
Zona de Conservación 3-2 Quepos



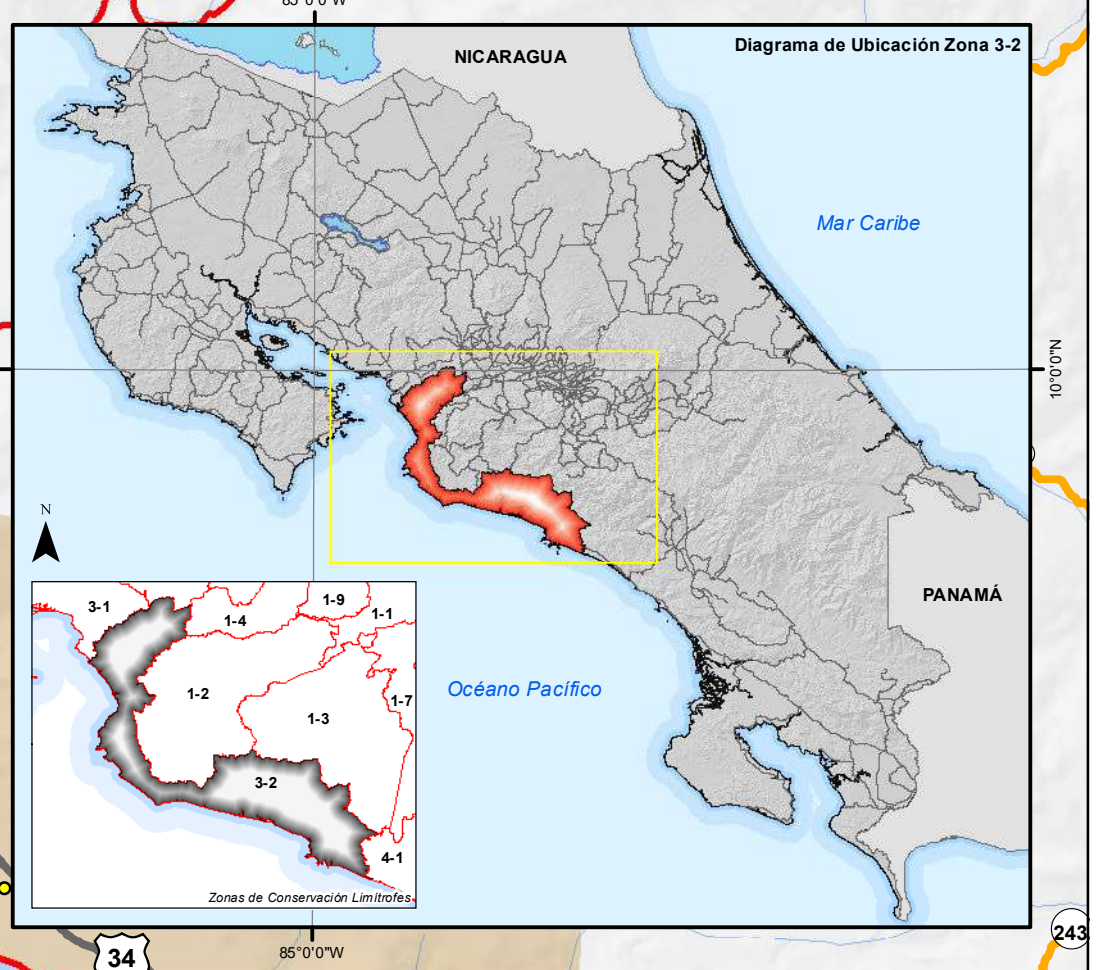
- Simbología**
- Cabeceras Cantonales
 - Centros Poblados
 - ✱ Sitio Afectado
 - Red Vial Nacional
 - Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
 - Ríos y Quebradas
 - ▭ Límite Zona de Conservación
 - PARRITA Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Marzo 2018

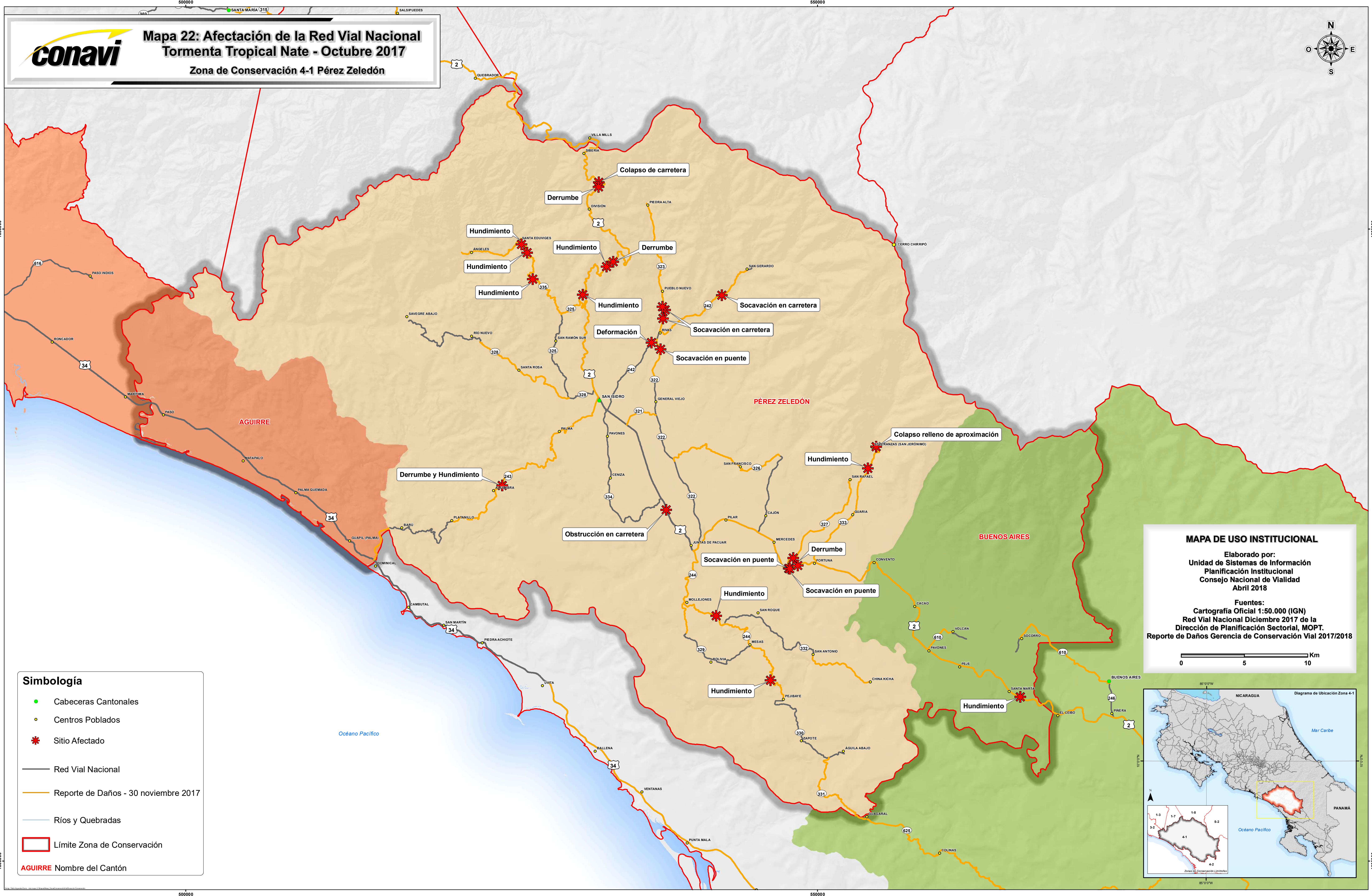
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2013 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

0 5 10 Km





**Mapa 22: Afectación de la Red Vial Nacional
Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017
Zona de Conservación 4-1 Pérez Zeledón**



Simbología

- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ✱ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- Límite Zona de Conservación

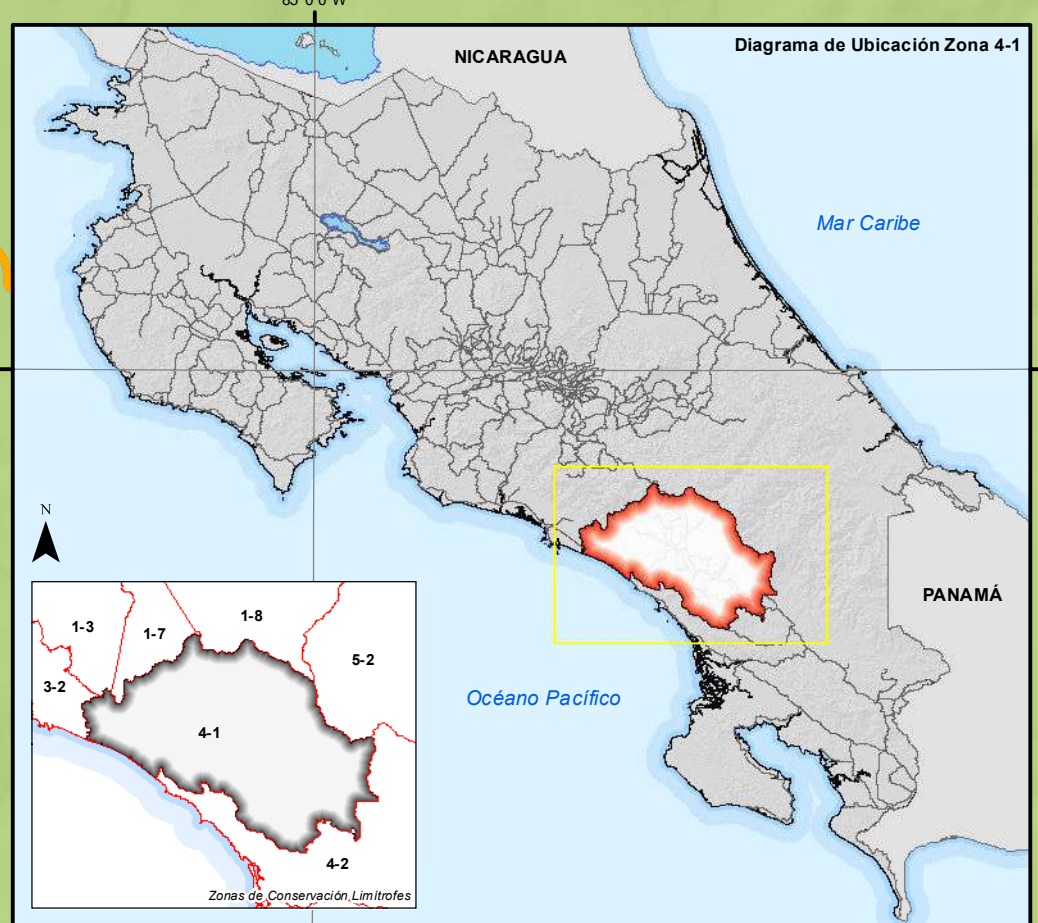
AGUIRRE Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Abril 2018

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

0 5 10 Km



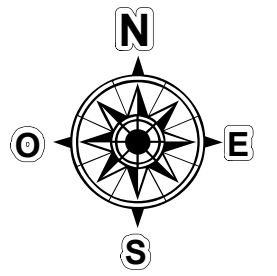
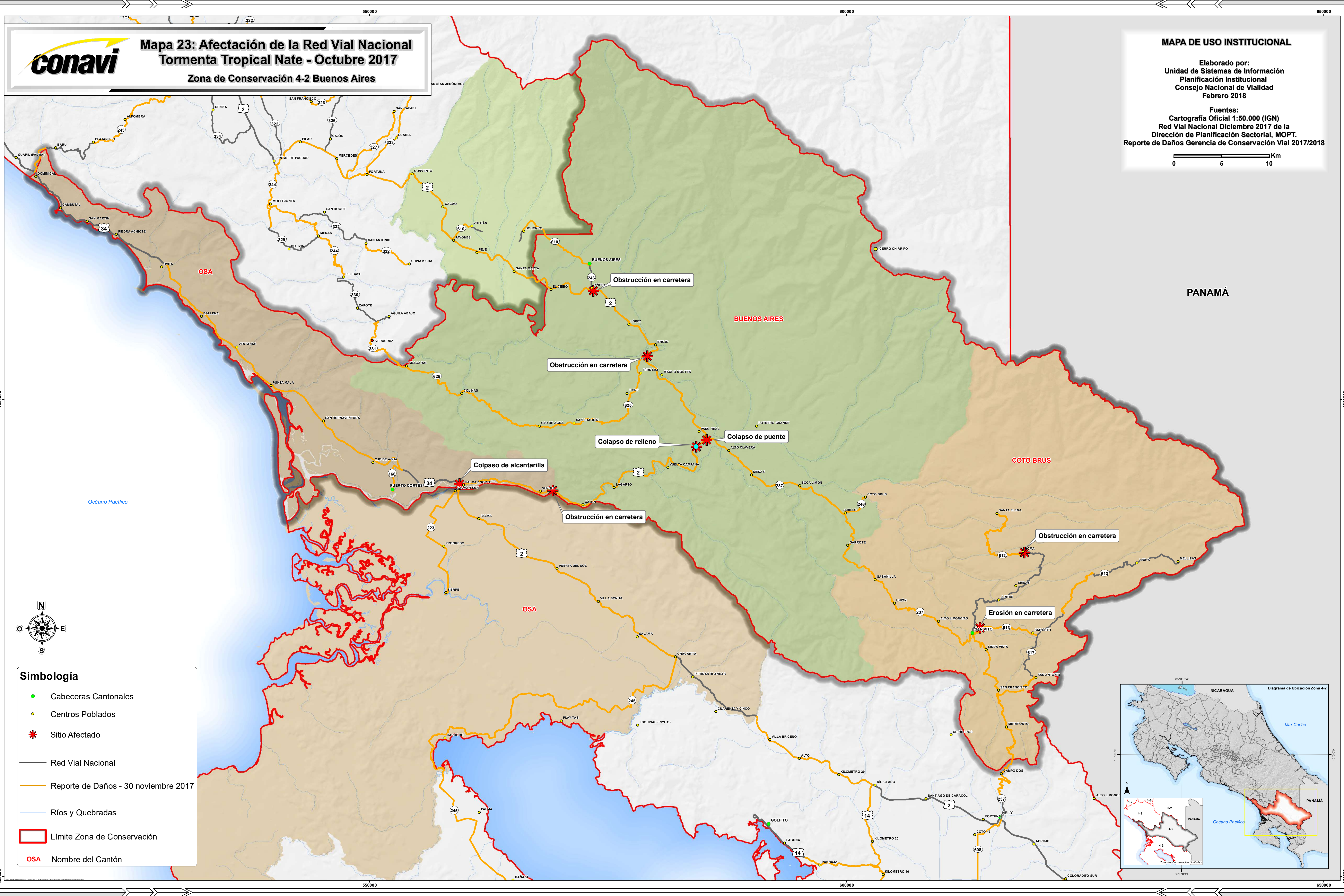
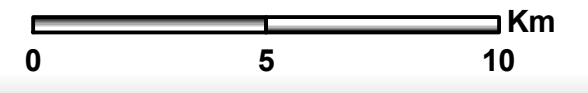


Mapa 23: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017 Zona de Conservación 4-2 Buenos Aires

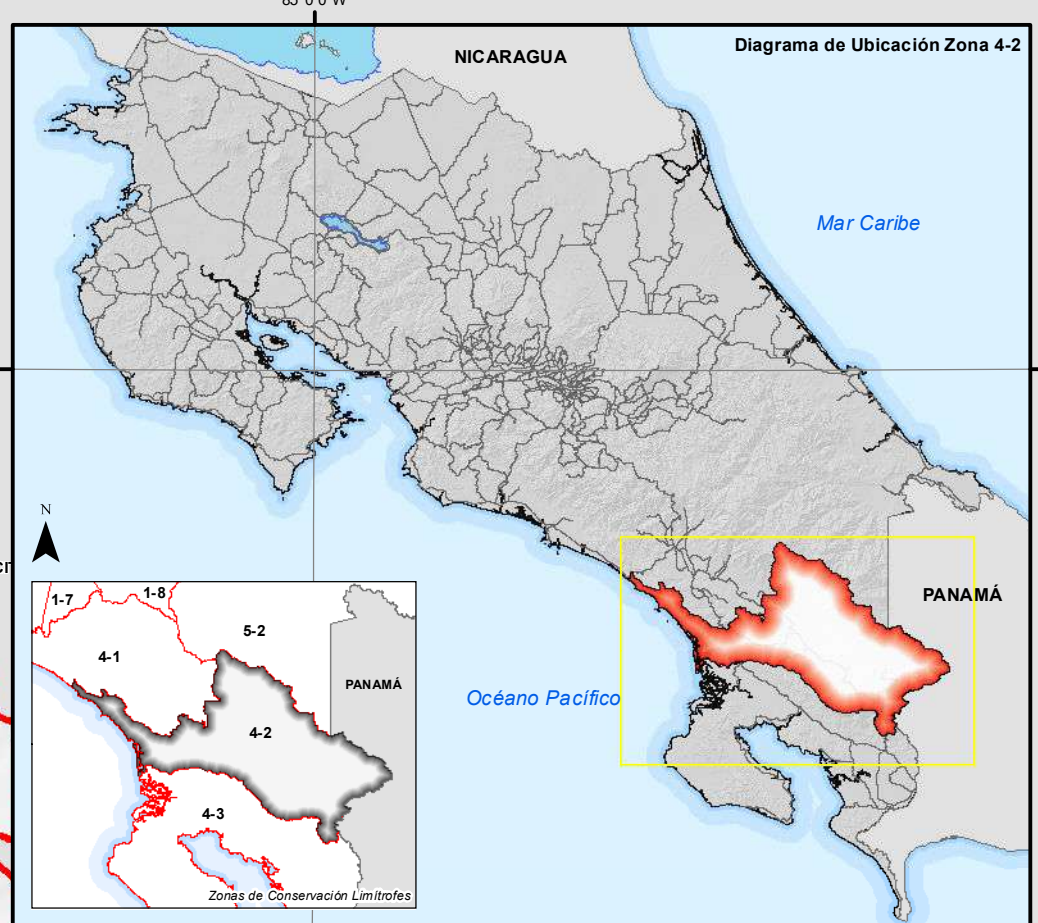
MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Febrero 2018

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018



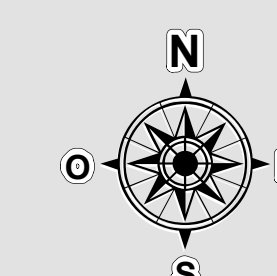
- Simbología**
- Cabeceras Cantonales
 - Centros Poblados
 - ★ Sitio Afectado
 - Red Vial Nacional
 - Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
 - Ríos y Quebradas
 - ▭ Límite Zona de Conservación
 - OSA Nombre del Cantón





Mapa 24: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017

Zona de Conservación 4-3 Sur



PANAMÁ

Simbología

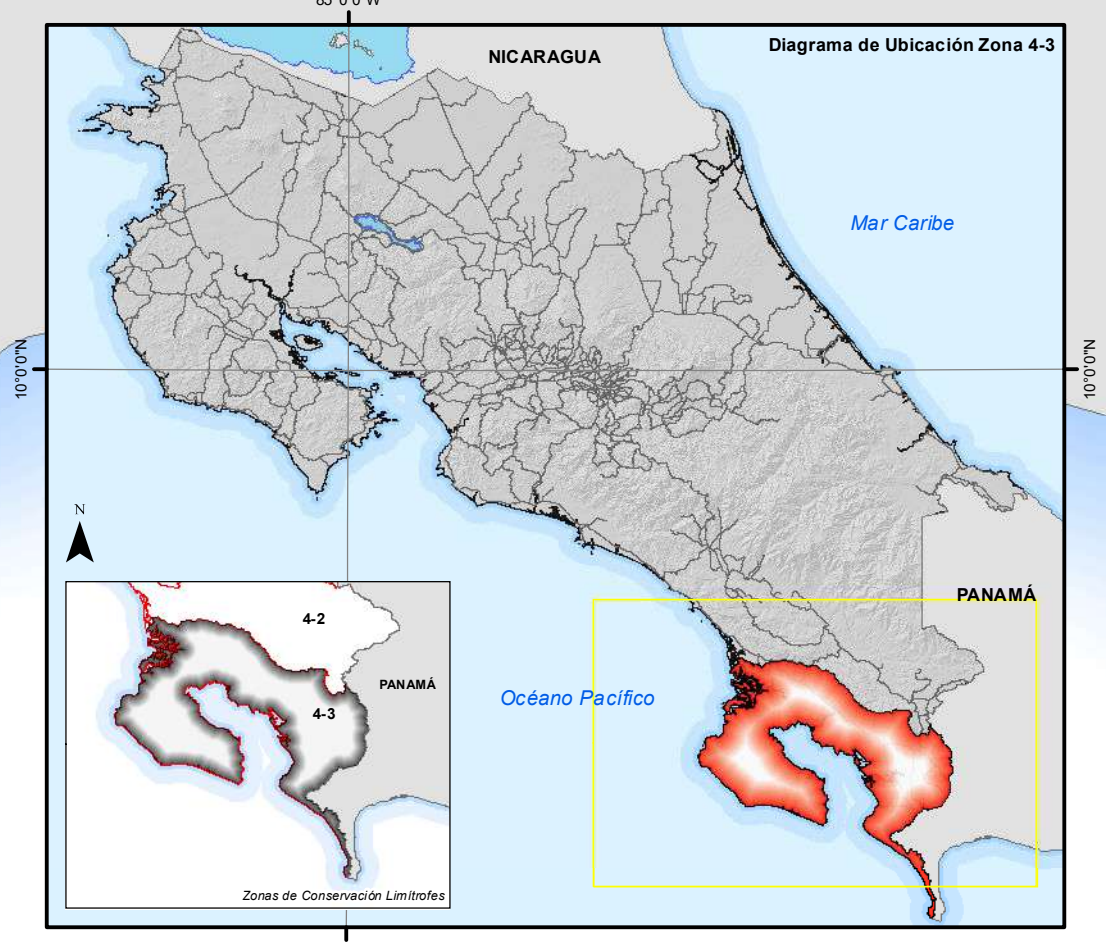
- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ★ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- Límite Zona de Conservación
- OSA Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Marzo 2018

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2013 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

0 10 20 Km





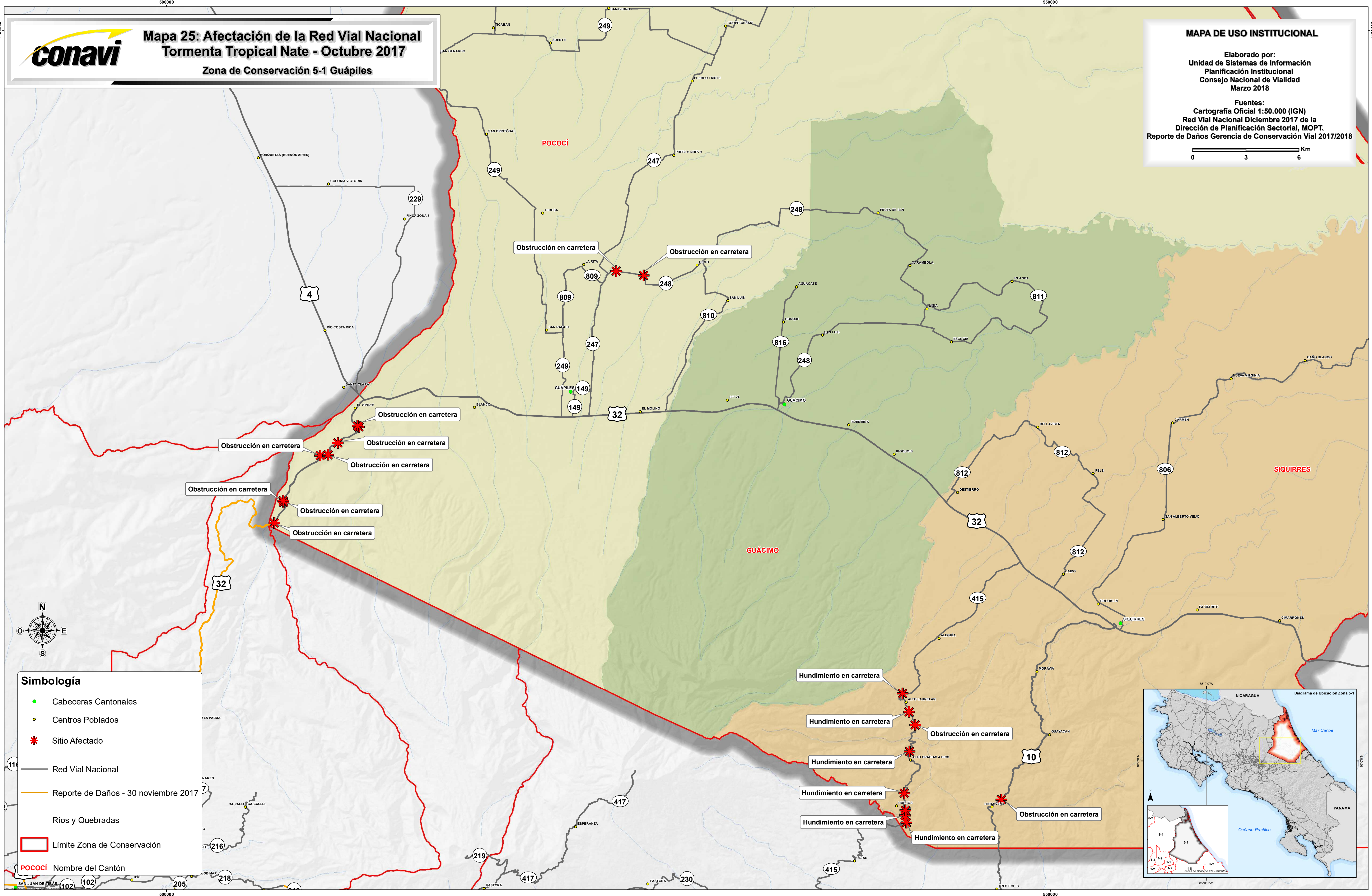
Mapa 25: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017 Zona de Conservación 5-1 Guápiles

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Marzo 2018

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

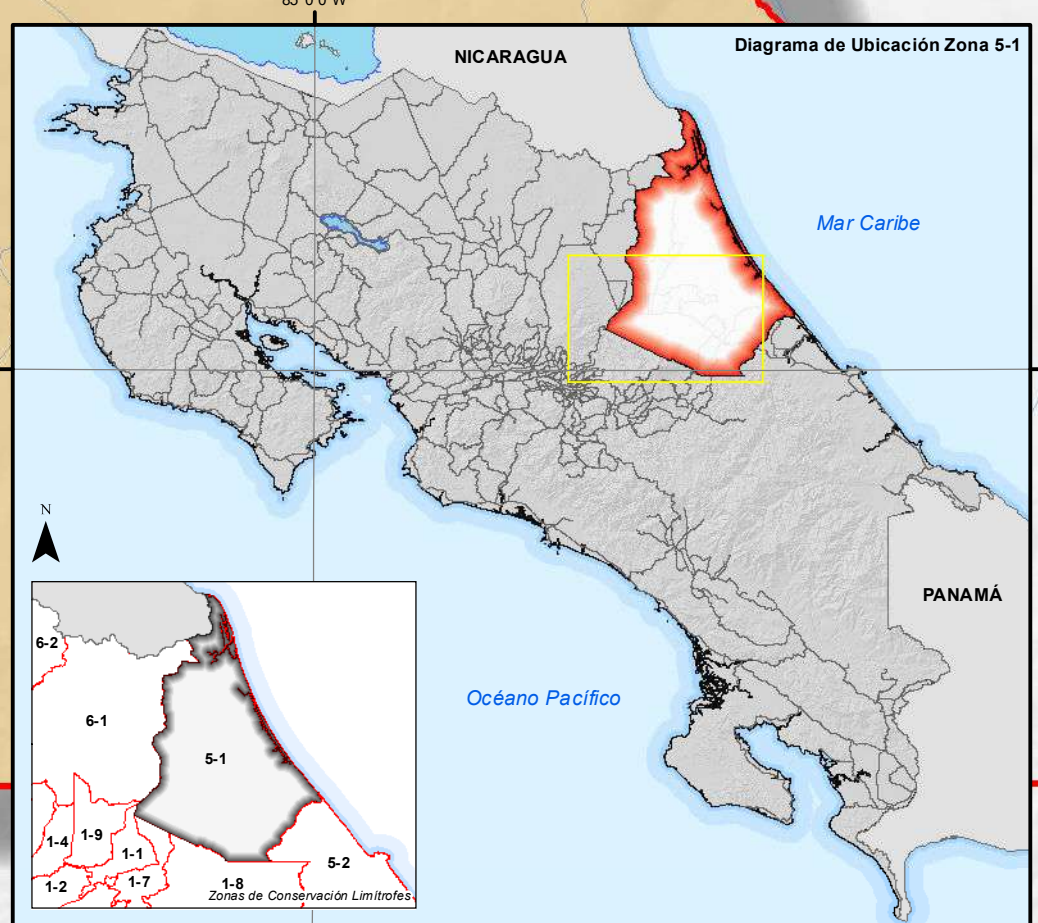
0 3 6 Km



Simbología

- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ★ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación

POCOCI Nombre del Cantón



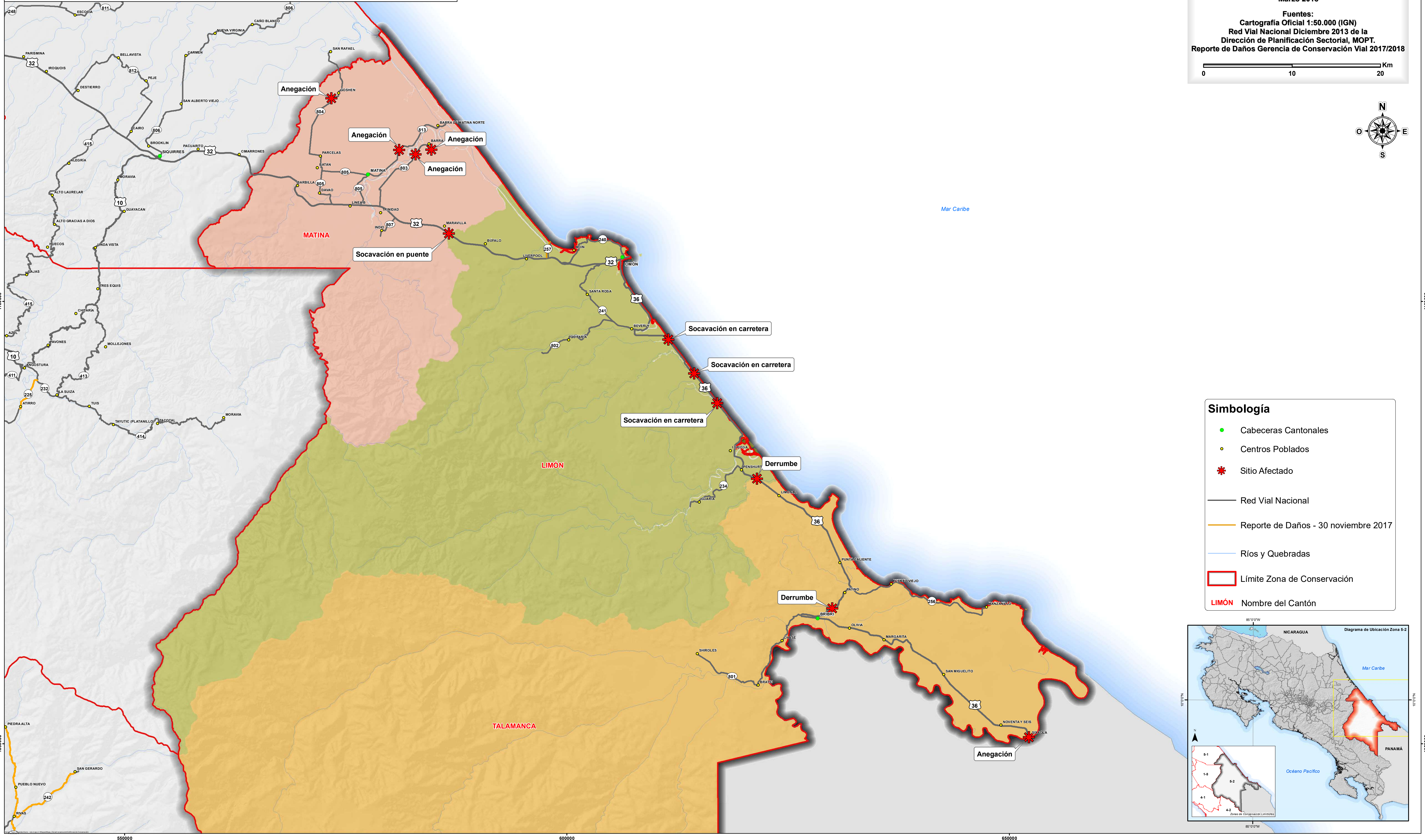
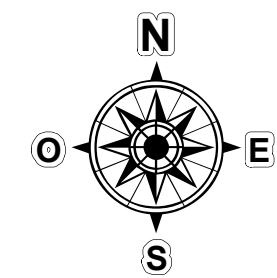
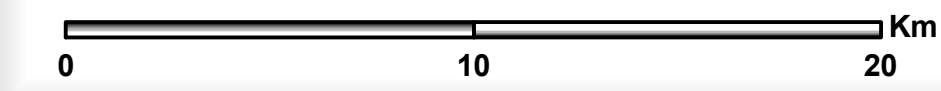


Mapa 26: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017 Zona de Conservación 5-2 Limón

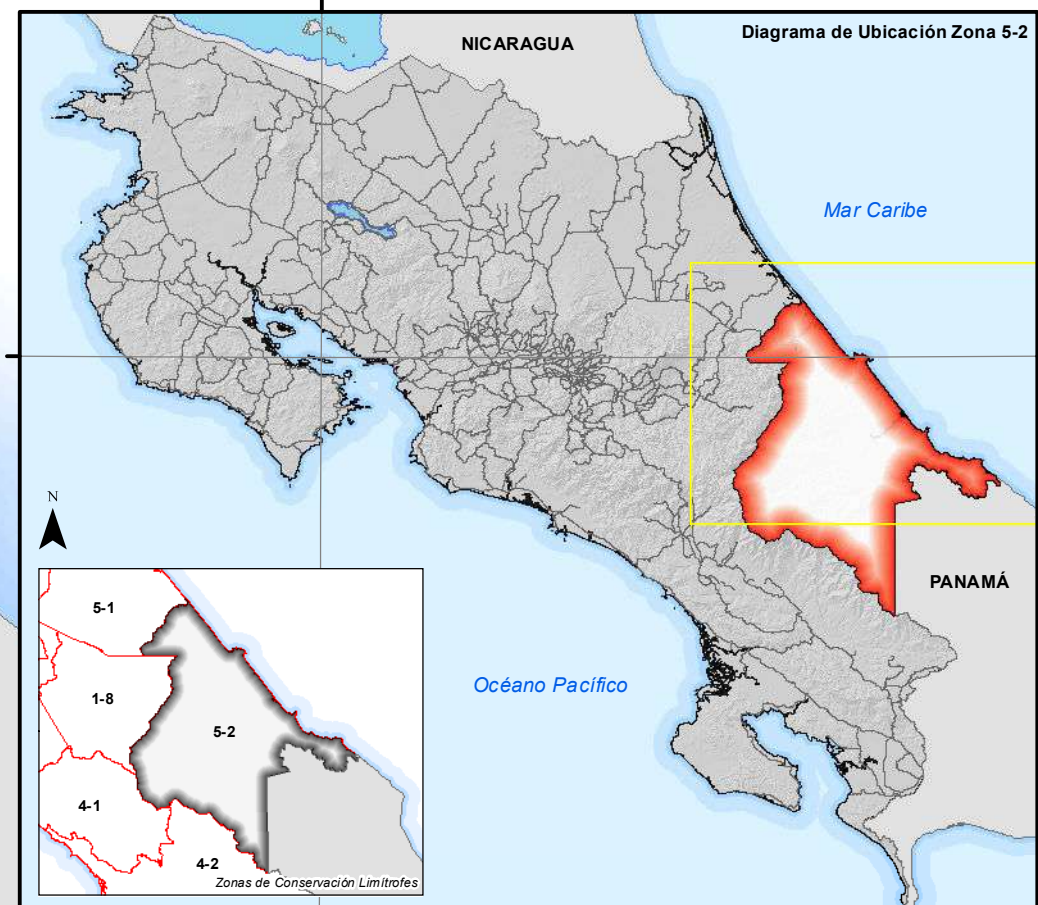
MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Marzo 2018

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2013 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial 2017/2018

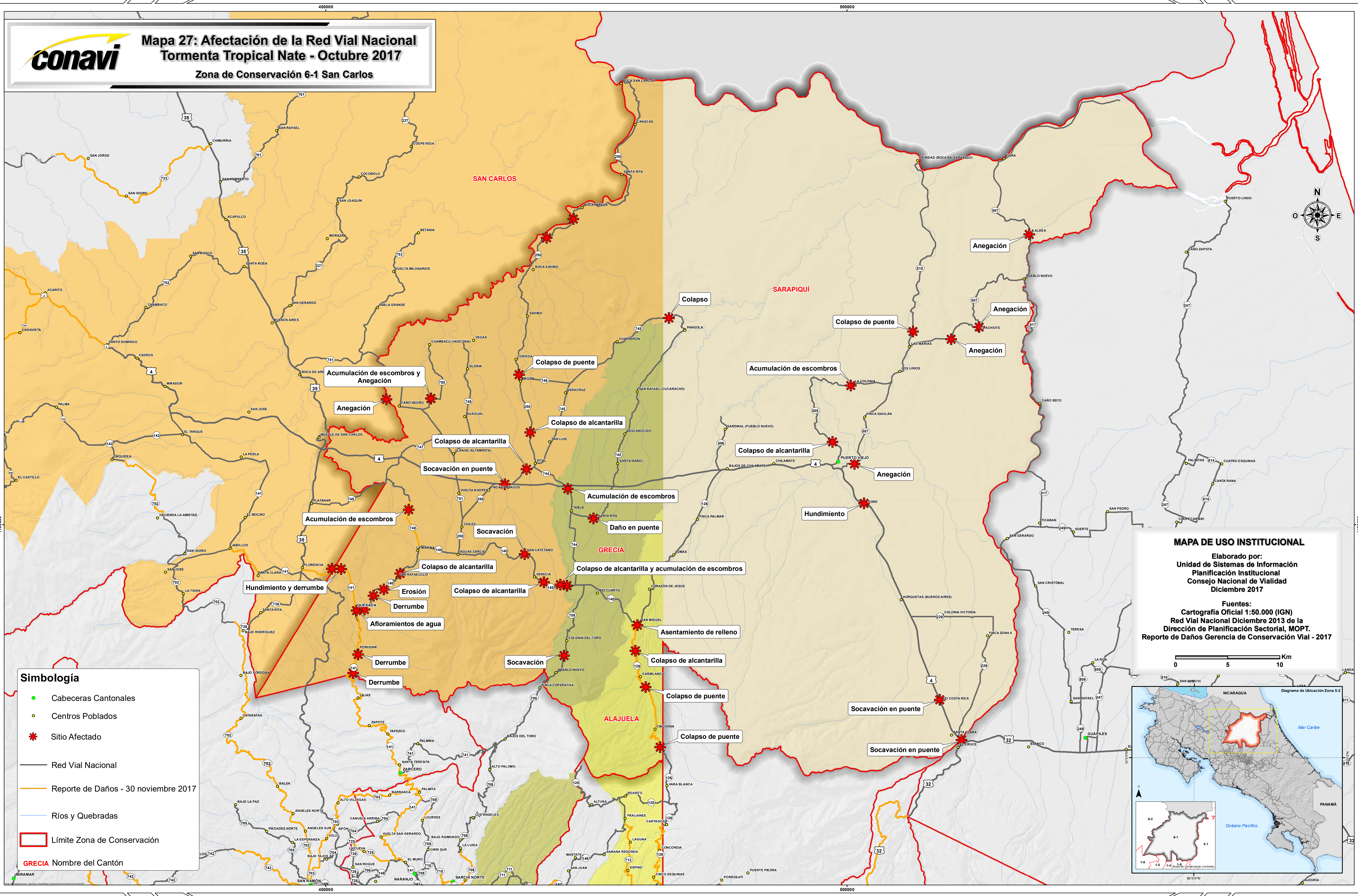


- ### Simbología
- Cabeceras Cantonales
 - Centros Poblados
 - ✳ Sitio Afectado
 - Red Vial Nacional
 - Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
 - Ríos y Quebradas
 - ▭ Límite Zona de Conservación
 - LIMÓN Nombre del Cantón





Mapa 27: Afectación de la Red Vial Nacional Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017 Zona de Conservación 6-1 San Carlos



Simbología

- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ✳ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación

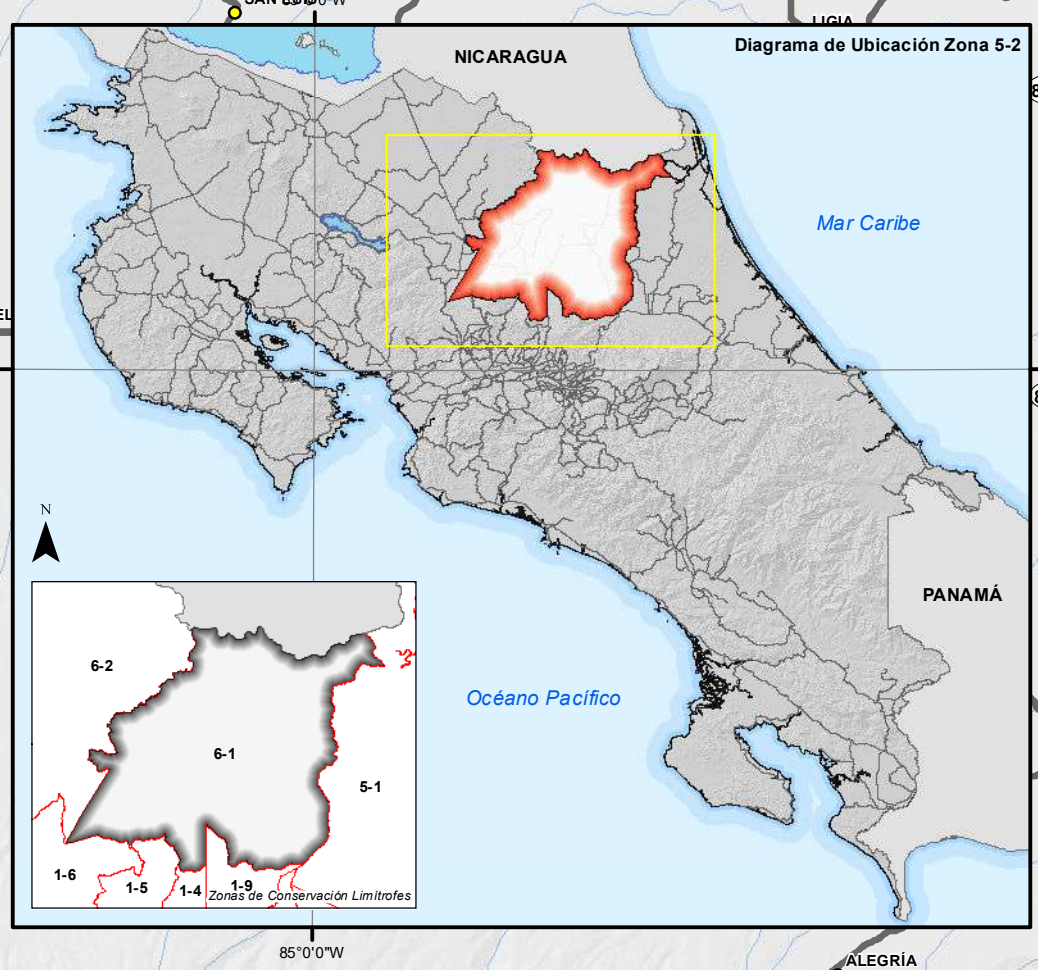
GRECIA Nombre del Cantón

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Diciembre 2017

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2013 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial - 2017

0 5 10 Km



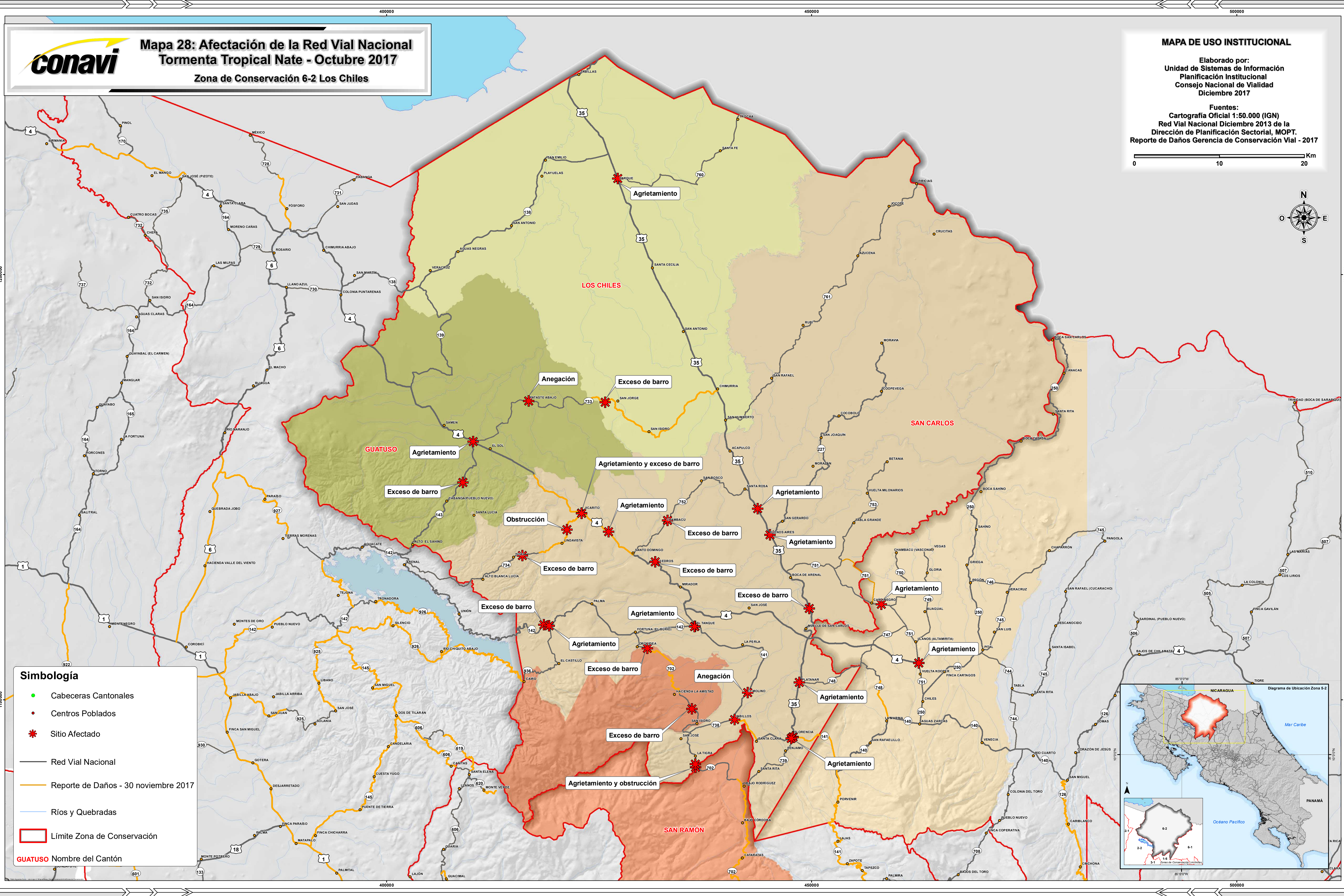
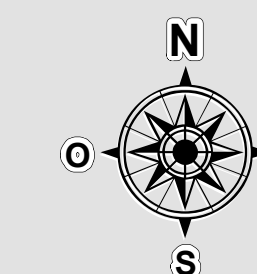
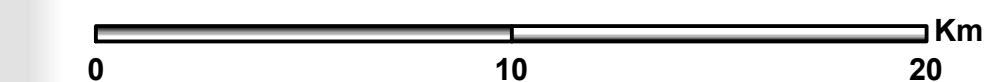


**Mapa 28: Afectación de la Red Vial Nacional
Tormenta Tropical Nate - Octubre 2017**
Zona de Conservación 6-2 Los Chiles

MAPA DE USO INSTITUCIONAL

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Diciembre 2017

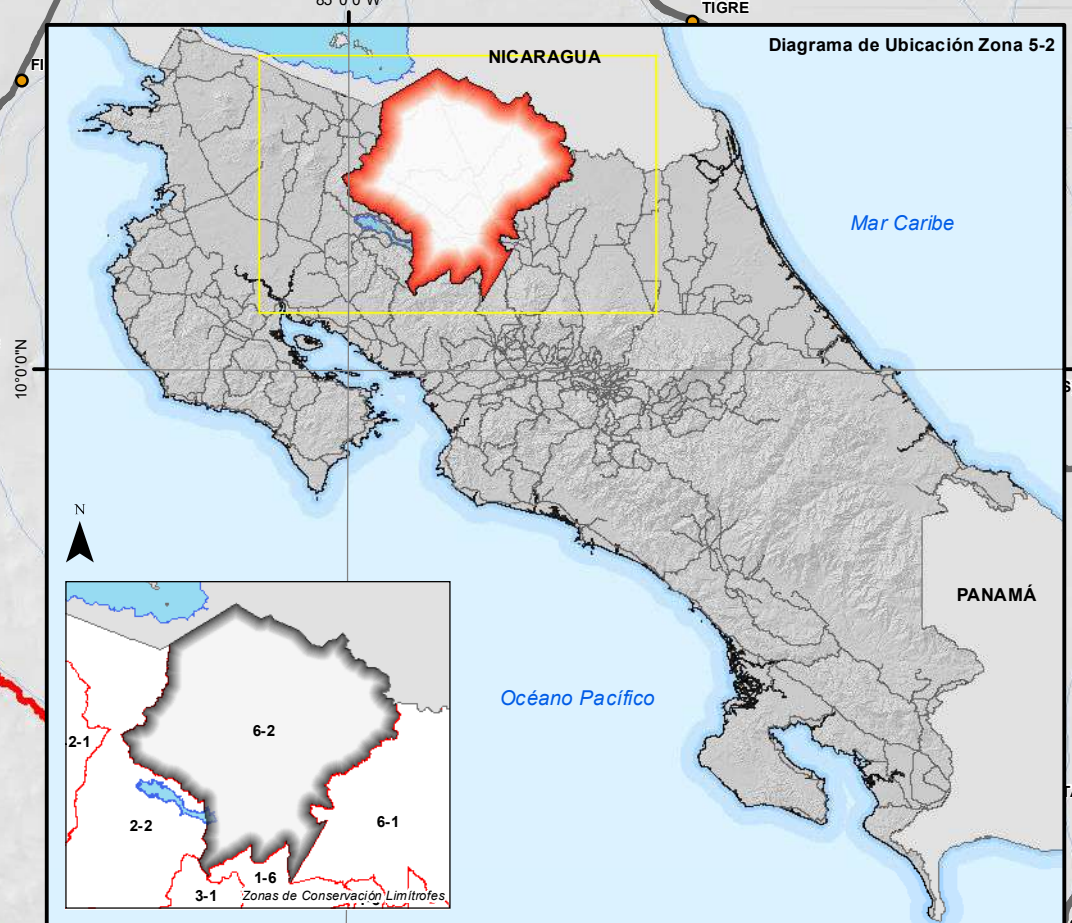
Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2013 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.
Reporte de Daños Gerencia de Conservación Vial - 2017



Simbología

- Cabeceras Cantonales
- Centros Poblados
- ★ Sitio Afectado
- Red Vial Nacional
- Reporte de Daños - 30 noviembre 2017
- Ríos y Quebradas
- ▭ Límite Zona de Conservación

GUATUSO Nombre del Cantón



Afectaciones específicamente por amenazas de inundación

En el Mapa "Amenaza de Inundaciones en la Red Vial Nacional" se observa que hay numerosas rutas que pueden ser afectadas por inundaciones. Entre las más destacadas se lograron identificar las siguientes:

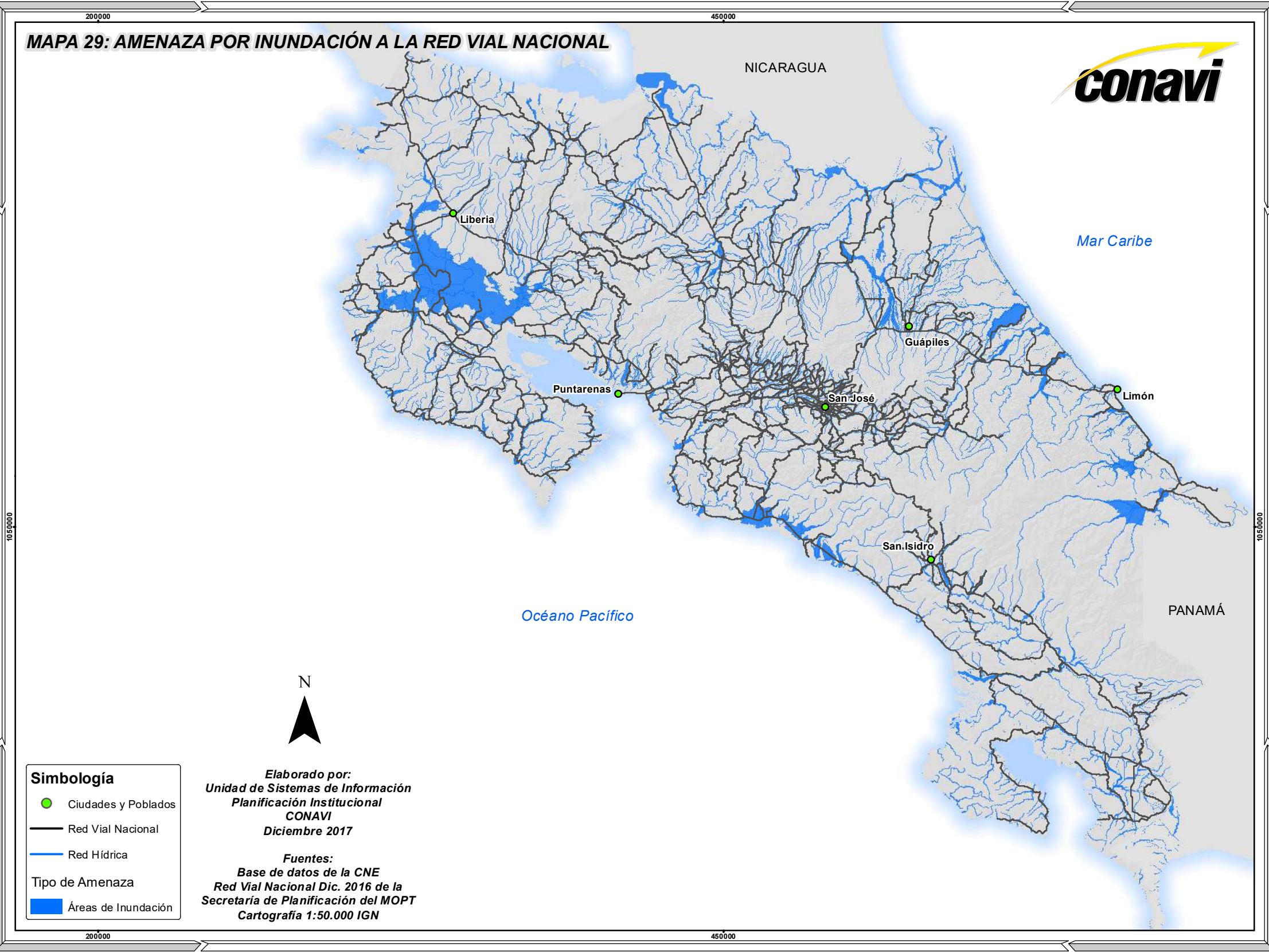
- En la cuenca del río Tempisque (Región Chorotega) se observa que varias carreteras pueden ser afectadas por inundaciones, entre ellas las Rutas Nacionales N° 21, N° 150, N° 151, N° 155, N° 160, N° 253, N° 904, N° 910, N° 912, N° 920, N° 922, N° 929 y N° 931.
- En la Región Pacífico Central, específicamente en la zona de Parrita, podrían ser afectadas las Rutas Nacionales N° 34, N° 239, N° 301, N° 318, N° 607 y N° 609.

Se considera importante destacar que la Ruta Nacional N° 34 es una ruta vulnerable a las inundaciones, en específico la sección que va desde Quebrada Amarilla hasta la Boca del Río Barú. Además de otros puntos como el río Tárcoles.

- En el cantón de Pérez Zeledón (parte de la Región Brunca) se observa que la Ruta Nacional N° 322 se encuentra en una zona riesgo de inundación debido a su cercanía con el río General.
- En la zona del Caribe se observan las siguientes rutas en zonas de inundación:
 - La Ruta Nacional N° 801 (Bribí – Suretka – Shiroles) es una de las que puede resultar más afectada por inundaciones, en especial porque se encuentra muy cerca del Río Sixaola y sus afluentes, como los ríos Uren, Lari, Coen, Telire y Yorkin.

- La Ruta Nacional N° 36 es otra ruta que puede ser afectada por inundaciones en varios tramos.
 - La Ruta Nacional N° 234 (Penshurt – Pandora), por su cercanía con el río Estrella y sus afluentes.
 - Las Rutas Nacionales N° 802 y N° 36 también pueden ser afectadas por el río Banano.
 - Las Rutas Nacionales N° 32, N° 803, N° 805 y N° 813 tiene un alto riesgo de inundación, en especial por su cercanía a los ríos Chirripó y Barbilla.
 - La Ruta nacional N° 806 que se encuentra cerca del Río Aguas Zarcas (prácticamente paralela al cauce del río) es otra ruta que se encuentra en zona de riesgo.
 - El Río Sucio puede afectar parte de la Ruta Nacional N° 249, sección La Teresa – Ticabán.
- En la Región Huetar Norte se destacan las siguientes rutas que se encuentran en zonas de inundación:
 - Los Ríos Sucio y Sarapiquí pueden afectar las Rutas Nacionales N° 505 y 507.
 - El tramo entre Fátima y Delta Costa Rica se observa que es afectado por el río San Juan.

MAPA 29: AMENAZA POR INUNDACIÓN A LA RED VIAL NACIONAL



Simbología

- Ciudades y Poblados
- Red Vial Nacional
- Red Hídrica
- Tipo de Amenaza
- Áreas de Inundación



Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
CONAVI
Diciembre 2017

Fuentes:
Base de datos de la CNE
Red Vial Nacional Dic. 2016 de la
Secretaría de Planificación del MOPT
Cartografía 1:50.000 IGN

200000

450000

Análisis de Vulnerabilidad de la RVN

Montos estimados de intervenciones producto de eventos hidrometeorológicos en la RVN.

Agrupando los fenómenos naturales climáticos más importantes de los últimos ocho años (2010-2017), es posible atestiguar la incidencia de grandes macroeventos hidrometeorológicos en nuestro país, tales como huracanes o tormentas tropicales, los cuales, han provocado severos daños en la infraestructura vial, traducible en pérdidas de miles de millones de colones.

Aparte de los montos que se han tenido que utilizar para las imprevisibilidades (eventos de menor escala), las inversiones reportadas por decretos de emergencia nacional, realizadas a causa de los daños generados por esos macroeventos específicos, son sumas comparativamente más significativas, mismas que prácticamente se acrecientan año tras año, según la incidencia de esos grandes fenómenos.

Dentro de los macroeventos más destructivos o cuyo impacto ha generado mayor cantidad de pérdidas materiales, humanas y de pobreza a los habitantes de este país, se pueden mencionar:

- Octubre de 2011: Huracán Rina,
- Julio de 2015: sistema de baja presión –sin nombre– principalmente con afectación en la zona Atlántica
- Noviembre de 2016: huracán Otto
- Octubre de 2017: Tormenta Tropical Nate.

A continuación, se presenta un resumen con la cantidad invertida por este Consejo y reportada por medio de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.

Tabla #4. Resumen de los montos estimados de obras para la atención de daños en la RVN de Costa Rica por imprevisibilidad. CONAVI.

Evento	Fecha	Monto (miles de millones)
Huracán Rina	Octubre 2011	₡ 5,093,541,035.00
Sistema de baja presión	Julio 2015	₡ 7,191,235,731.57
Huracán Otto	Noviembre 2016	₡ 11,590,540,508.23
Tormenta Tropical Nate	Octubre 2017	₡ 31,442,718,419.34
Total		₡ 55,318,035,694

Fuente: Reportes de daños por evento de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, 2015-2017.

De acuerdo con los datos suministrados por esa Gerencia, la evolución que han tenido los montos estimados de obras marcan una tendencia drástica ascendente.

Por ejemplo, es posible ver en una diferencia de tan sólo 3 años (2015-2017), una variación aproximada de 24,250 millones de colones, lo que indica que, mucha de la infraestructura vial que se reconstruye, sigue manteniendo su vulnerabilidad o se somete a un estado más vulnerable, por localizarse en zonas que por su condición presenta una recurrencia reiterativa cada año ante influencia de amenazas, asociado a que la magnitud e intensidad de estos macroeventos, también desencadenan otros factores perjudiciales.

Un aspecto interesante a considerar, es que a pesar de que la categoría de Huracán es mucho mayor a la de Tormenta Tropical en términos climáticos, el impacto del Huracán Otto en 2016 fue menor en términos económicos, que los ocasionados por la Tormenta Nate (2017), cuya incidencia se dio a lo largo del mar Caribe y Golfo de México hasta llegar a Estados Unidos.

Por su parte, el huracán Otto atravesó al país ingresando por la vertiente atlántica de Nicaragua y salió por el Pacífico Norte de Costa Rica, donde según el IMN (2018), es un fenómeno poco frecuente. De hecho, es el segundo evento en su tipo registrado, por impactar directamente al país, lo cual no ocurre desde el año 1851.

Figura #4. Trayectoria del Huracán Otto 2016.



Fuente: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de Estados Unidos, noviembre 2016.

Con respecto a las declaraciones de emergencia realizadas por la CNE, los cantones directamente afectados por el Huracán Otto fueron en su mayoría los que se encuentran en la zona norte del país conjuntamente con algunos de la zona del Pacífico central y todos los del Pacífico sur (Región Brunca).

En contraparte, la Tormenta Tropical Nate afectó prácticamente a todo el país a excepción de la zona Atlántica. Algo importante de señalar es que, para el primer evento mencionado, los efectos **directos e indirectos** duraron alrededor de 10 días (16 al 25 de noviembre de 2016), mientras que, para el segundo, la duración fue superior a 10 días (28 de setiembre al 10 de octubre de 2017).

Figura #5. Trayectoria de la Tormenta Tropical Nate 2017.

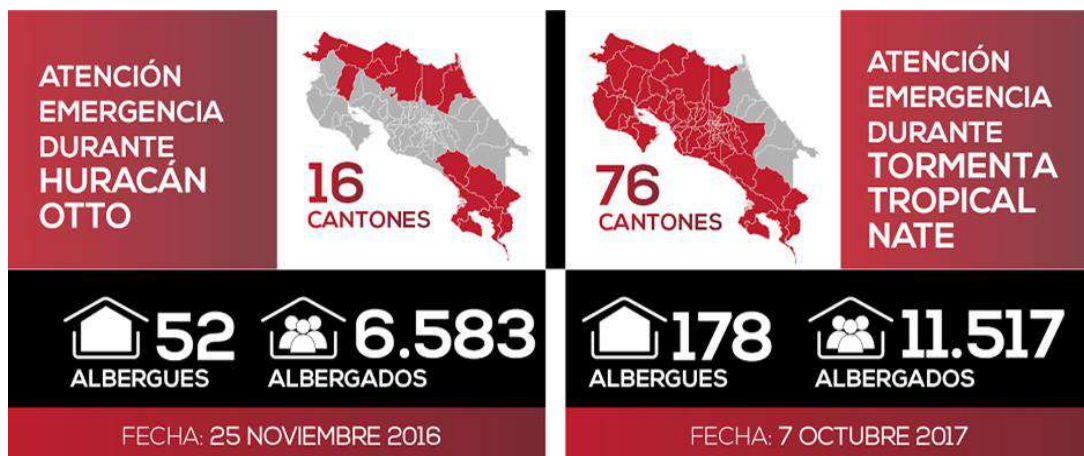


Fuente: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA), octubre 2017.

Cabe recordar que, para la Tormenta Nate, aunque el evento pico se dio en octubre de 2017, ante el desarrollo del sistema, éste comenzó arrastrar humedad proveniente del Océano Pacífico desde la última semana de setiembre. Ambas situaciones aportaron gran cantidad de lluvias y condiciones de saturación de suelos, generando considerables daños anticipados en las rutas nacionales de ese sector del país.

Según un informe brindado por Casa Presidencial (2017), es posible ver la magnitud del impacto a nivel de cantón, entre estos dos últimos fenómenos hidrometeorológicos.

Figura #6. Comparación de la afectación para el Huracán Otto y la Tormenta Tropical Nate, 2016 y 2017, respectivamente.



Fuente: Casa Presidencial, octubre 2017.

Por otra parte, el Sistema de Baja Presión que se produjo en julio de 2015, afectó prácticamente toda la zona atlántica, zona Norte y parte de la zona Sur. El fenómeno trajo consigo un gran aporte de lluvias extremas, lo que ocasionó deslizamientos en la Ruta Nacional N° 32 (sector del Parque Nacional Braulio Carrillo), puentes afectados e inundaciones en cantones como Matina y Sarapiquí, provocando el cierre total o parcial de varias rutas nacionales como, por ejemplo, N° 4, N° 507 y N° 806.

A continuación, se presentan los escenarios de los montos estimados de obras realizadas ante los daños que se generaron en todo el país producto de los macroeventos durante el periodo 2011-2017. Los mapas que se presentan son elaborados a partir de los reportes remitidos por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes de este Consejo. Se hace la aclaración que las zonas que aparecen como "No reportó", indican que no se presentaron daños o que la inversión solo se reportó en los informes finales.

- **Huracán Rina, 2011.**

En el año 2010 el país vivió uno de los episodios más negativos en cuanto al impacto de macroeventos hidrometeorológicos, dentro de los cuales se pueden destacar la

Onda Tropical n.º 9, la Tormenta Tropical Nicole y el Huracán Tomas, éstos dos últimos con una diferencia de incidencia de tan solo un mes.

Para el año 2011, cuando el país apenas estaba recuperándose de los daños que dejaron los fenómenos antes mencionados, se formó e impactó el Huracán Rina en octubre de ese año. De acuerdo con el recuento y las valoraciones hechas por el CONAVI, se estimó una inversión de ₡ 5,093,541,035 para todo el país, siendo las zonas de conservación 1-2 Puriscal y 4-2 en Buenos Aires de Puntarenas, donde se cuantificó la mayor cantidad de inversión para solventar los daños producidos por dicho huracán.

Según los reportes, la afectación principal que se desencadenó producto de Rina fueron los derrumbes y deslizamientos, mismos que en su momento provocaron el cierre total de algunas vías. Casos en concreto se pueden mencionar en la ruta nacional N° 239, en el sector de Santiago de Puriscal conocido como "Cerbatana".

Otro evento importante que se reportó fue el lavado de superficie de ruedo y socavación, como el que se dio en la ruta nacional N° 2, a la altura de Paso Real, donde una parte de la carretera fue socavada por el río Grande de Térraba.

De las zonas menos afectadas, la 1-6 en San Ramón y la 1-1 San José. Únicamente se reportaron daños menores como derrumbes de menor tamaño, y un daño en la superficie de ruedo en la Ruta N° 32.

- **Sistema de baja presión, 2015.**

En contraparte con la afectación que hubo en el año 2011, presentándose prácticamente en toda la costa Pacífica y zona norte, el sistema de baja presión que incidió en Julio de 2015 afectó la vertiente Atlántica, nuevamente la zona norte y parte de la península de Osa, esto al sur del país.

Para una estimación total de ₡ 7,191,235,731, las zonas de conservación más afectadas fueron la 1-8 de Turrialba y la 5-1 Guápiles, representando un 45,8% y un 15,2%, respectivamente.

De los eventos reportados en la zona 1-8, la Ruta N° 415 fue la que tuvo mayores daños, pues se desencadenaron hundimientos –principalmente en la sección de control 30392–, se presenció acumulación de escombros, derrumbes y arrastre materiales, hubo socavación en los bastiones de algunos puentes y se dio el colapso de alcantarillas.

En cuanto a la zona 5-1, las rutas más afectadas fueron; N° 4 y N° 32. En ambas se reportó un problema similar relacionado a la desorientación de cauces de ríos debido a las avalanchas. Para la primera ruta hubo afectación del bastión izquierdo del puente sobre el río Chirripó y, para la segunda, aunque el cauce no tocó los bastiones del puente sobre el río Reventazón, se tuvieron que realizar los trabajos -en al menos uno de ellos- para solucionar un posible impacto del agua sobre el mismo.

En la zona de conservación 1-7 de Cartago, se reportaron derrumbes menores, plasmándose una estimación de solo ₡ 585,000.

- **Huracán Otto, 2016.**

Tal y como se explicó en la primera parte de este apartado, a pesar de que el Huracán Otto fue un evento que literalmente atravesó al país, provocó menos efectos negativos que la misma Tormenta Tropical Nate, sucedida un año después, pues solo se registraron 394 daños en comparación a Nate donde hubieron 653.

Este sistema se formó en el mar Caribe, cerca de las costas de Colombia donde posteriormente se trasladó por Panamá para finalmente entrar por el sur de Nicaragua y salir por el pacífico norte de Costa Rica. El hecho que permitió que este

huracán atravesara el país, se debió también a que en ese momento había un frente frío cerca de Cuba, lo que impidió que Otto realizara una traslación hacia el norte.

Durante todo el recorrido, el ciclón generó una "succión" o arrastre de humedad desde el pacífico, tal y como suele suceder cuando se dan este tipo de fenómenos formados en el Caribe. Debido a esto, y a las condiciones geográficas del país, las masas arrastradas, que posteriormente se acumularon en el sector pacífico de las cordilleras, generaron lluvias extremas en la zona sur, incidiendo negativamente a las zonas de conservación 4-2 Buenos Aires y 4-3 Río Claro. Según el IMN (2017), en cantones como Golfito, Osa y Corredores, se registraron precipitaciones de hasta 300mm en 24 horas, lo cual ocasionó inundaciones súbitas y deslizamientos de variados tamaños.

Solamente en la zona de conservación 4-3 de Buenos Aires, se reportó una cantidad total de 75 daños, equivalentes a una inversión de \$7,361,760,921, siendo la más elevada y representando un 63,5% del monto total estimado para la atención de las obras para todo el país. En esta zona, la Ruta N° 2 fue la que más daños tuvo y dentro los mayores problemas que se reportaron están:

- Alcantarillas dañadas y obstruidas.
- Carpetas asfálticas dañadas.
- Derrumbes.
- Hundimientos.
- Puentes socavados.
- Socavación en bastiones de alcantarillas y puentes.

Con respecto a esta última afectación, el río La Bonita en el estacionamiento 273+480, dañó el bastión de la alcantarilla existente, por lo que se requirió como parte de las labores propuestas, la construcción de un muro de retención con una inversión cercana a los \$752,965,117, la cual fue la obra de mayor costo.

Fotografía #23. Ejemplo de desbordamiento de cauces, caso río Corredor y afectación al puente, sector de Coto 47, Ruta N°608, zona de conservación 4-3.



Fuente: periódico digital CRHoy, 2016.

Seguidamente, la zona 4-2 reportó veinticinco daños para una inversión de ₡926,500,000, o el equivalente a un 8%. En dicha zona, los daños específicos mayormente reportados fueron la socavación y los derrumbes, principalmente en las rutas nacionales N° 34 (Costanera Sur) y N°624.

En el río San Vito, cantón de Osa, se registró el daño de mayor costo, el cual fue reportado como un deslizamiento de gran tamaño que produjo inestabilidad en ese sitio, a punto de casi colapsar la Ruta N° 613. Para solventar el problema, se estimó una inversión de ₡211,000,000 para la construcción de un muro de contención conjunto con un relleno.

En la zona 5-2 de Limón, que también fue muy afectada, se reportaron daños en las Rutas Nacionales N° 801, N° 802, N° 803, N° 804, N° 805 y N° 813, que por su condición de superficie de riego en lastre, se produjo la pérdida del material, debido a que muchas de las áreas donde se ubican estas rutas quedaron anegadas o la escorrentía superficial, por las fuertes lluvias permitió el lavado, acarreo y transporte de material que había sido utilizado para la conservación de las mismas.

Para el caso de las zonas de medio y menor impacto se identificaron la 1-3 Los Santos, 2-1 Liberia, 2-4 Nicoya, 5-1 Guápiles, 3-1 Puntarenas y 6-2 Los Chiles, en orden descendente, según la inversión estimada para la atención de daños. Dentro de los eventos que se presentaron en éstas zonas y que fueron fácilmente atendidos están: la caída y descuaje de árboles, derrumbes pequeños y áreas anegadas por inundaciones.

En el caso de la zona 1-9 Heredia, se presentó un derrumbe en el sector de Vara Blanca en el kilómetro 25+500, cuya inversión fue de ₡216,312, siendo ésta la zona menos afectada del país por los efectos del Huracán Otto.

- **Tormenta Tropical Nate, 2017.**

La Tormenta Tropical Nate tuvo una formación y desarrollo a cientos de kilómetros del territorio nacional; sin embargo, éste representó en términos económicos de daños en la Red Vial Nacional, un impacto mayor que el mismo Huracán Otto, el cual atravesó al país.

De acuerdo a los reportes realizados por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, para la atención de las emergencias ocurridas por este evento se estimaron alrededor de ₡31,442,718,419 para todo el país, prácticamente el triple a lo estimado en el Huracán Otto.

Una particularidad que se da comparando ambos eventos, tanto Otto como Nate, es que las zonas de conservación 4-3 Río Claro y 4-2 Buenos Aires, básicamente han registrado los mayores efectos o daños en la RVN; por tanto, se podría decir que la zona sur del país o en términos generales la Región Brunca, ha sido la más afectada en los últimos 2 años, haciéndola también la más vulnerable a fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Como se observa en el Mapa #33. "*Inversiones estimadas por daños en la RVN de la emergencia Tormenta Tropical Nate. Octubre 2017*", sumando los montos estimados para ambas zonas, se da un total de ₡15,048,118,959, representando así un 47,8% de la inversión global para todo el país. Este escenario deja entrever lo vulnerable que han sido ambas zonas cuando ocurre un evento hidrometeorológico, asociado a que es la región del país que tiene mayor influencia con respecto a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), lo que aparte de ser impactada por fenómenos extremos, también es afectada por constantes lluvias intensas prácticamente durante todo el periodo lluvioso.

Una de las principales afectaciones que se dieron en la zona de conservación 4-2 Buenos Aires –zona que presentó el monto estimado más alto–, fue la pérdida, en el kilómetro 0+700, del relleno norte de aproximación del puente sobre el río Grande de Térraba (ver fotografía #24), en la ruta nacional n.º 237, producto de la socavación por parte del río. Este hecho provocó que varios poblados quedaran incomunicados; sin embargo, se realizaron las obras con una inversión estimada a los ₡1,100,000,000, acción que solventó la situación en pocos días. En esa misma ruta se reportaron derrumbes los cuales fueron atendidos por un monto de ₡65,000,000.

Entre otras rutas que fueron afectadas están;

- Ruta N° 2: con presencia de derrumbes, socavación en puentes y de calzada con un daño considerable en la sección de control N° 60051, causado también por el río Grande de Térraba.
- Ruta N° 34: caída de árboles y obstrucción de la calzada.
- Ruta N° 610: lavado de la superficie de ruedo.
- Rutas N° 613 y N° 625: colapso de vías y de muros de contención, derrumbes/deslizamientos, socavación por desbordamiento de ríos.

Fotografía #24. Pérdida del relleno de aproximación en el puente sobre el río Grande de Térraba, Ruta Nacional N° 237.



Fuente: periódico La Nación, 2017.

Entre otras rutas que fueron afectadas están;

- Ruta N° 2: con presencia de derrumbes, socavación en puentes y de calzada con un daño considerable en la sección de control N° 60051, causado también por el río Grande de Térraba.
- Ruta N° 34: caída de árboles y obstrucción de la calzada.
- Ruta N° 610: lavado de la superficie de rueda.
- Rutas N° 613 y N° 625: colapso de vías y de muros de contención, derrumbes/deslizamientos, socavación por desbordamiento de ríos.

En la zona 4-3 Río Claro, segunda más afectada, se da como principal daño la socavación en calzadas y puentes. Para estos casos en específico, la Ruta N° 2 en la sección de control N°60030, reporta que el problema presente se dio por la socavación de los rellenos de aproximación de los puentes: Culebra, Olla 1, La Bonita, Sábalo, Salama, Olla 5, Ballast Pit, Esquinas, Coto, Lagarto y Río Claro, en los cuales se estimó un monto total de \$160,000,000.

En la zona 4-1 Pérez Zeledón, para la sección de control N°10020 localizada en la parte alta del Cerro de la Muerte, se reportaron un total 18 daños, para una inversión estimada de ₡384,205,000. Entre los daños principales, se destaca un deslizamiento que provocó el cierre de la Interamericana Sur o Ruta N° 2, provocando que varios poblados quedaran incomunicados como San Rafael, La Ese, La Hortensia, Jardín, Villa Mills, entre otros.

Otra zona de conservación que presentó afectaciones considerables fue la 3-1 Puntarenas, principalmente por un hundimiento de gran tamaño que se reportó en la Ruta N° 1, en el sector de El Empalme (kilómetro 62+000), con una inversión estimada a los ₡2,552,000,000; daño que generó agrietamiento de la calzada y otros deterioros como la pérdida de las cunetas y cordones de caño.

Dentro de las obras propuestas a realizar se recomendó la elaboración de un estudio geotécnico, sustitución de pasos de tubería, drenajes y labores de relleno. Particularmente, esta afectación se terminó de atender hasta febrero anterior, dada la magnitud del evento.

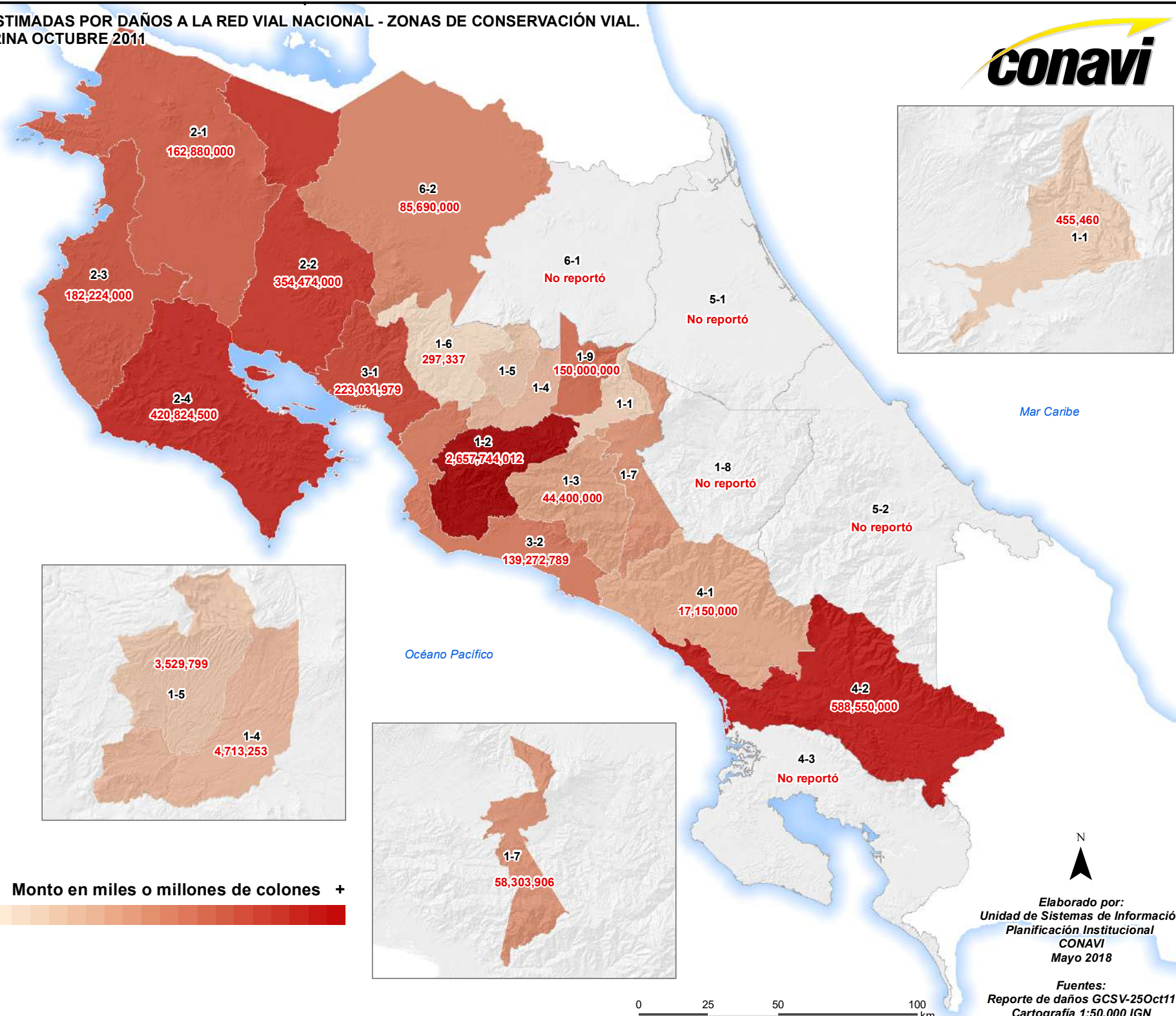
Las zonas de afectación media fueron: 1-7 Cartago, 2-2 Cañas y la 3-2 Quepos, cuya sumatoria de inversiones suman ₡4,239,945,753. De acuerdo con el orden de las zonas antes indicado, en la 1-7 y 2-2, los problemas de mayor relevancia fueron los deslizamientos y derrumbes. Por ejemplo, el sector de Casa Mata, en la ruta nacional N° 2 (zona 1-7), se atendió un deslizamiento de gran tamaño en el que para su remoción se estimó un monto de ₡157,000,000. En la ruta nacional N° 926 (zona 2-2), se reportó también una problemática por deslizamiento, pero aún mayor, donde 35 metros de carreta fueron afectados para una inversión de ₡204,000,000.

Las características topográficas existentes en la zona 3-2 Quepos, con una cadena montañosa de un lado y una superficie muy plana del otro, permite la recurrencia de inundaciones progresivas durante la estación lluviosa; no obstante, por las condiciones extremas de Nate, las inundaciones fueron más violentas (súbitas) que

las normales, las cuales produjeron, por ejemplo, la socavación de la superficie de lastre de la ruta nacional N° 609 entre el tramo que va desde Playón a Vasconia, paralelo al río Parrita, generando una estimación para su atención de \$1,500,000,000.

Las zonas 1-9 Heredia y 6-1 Los Chiles presentan el menor registro de daños, tanto en cantidad como en magnitud. Para la primera zona, solo se dieron derrumbes de menor escala que pudieron ser fácilmente atendidos, lo cual se interpreta de esa manera, puesto que el monto de inversión estimado, apenas fue de tan solo \$1,400,000. En la segunda zona, se reportó, además de derrumbes, el colapso de una alcantarilla y la socavación de un puente. Todos los daños se estimaron en \$1,765,000.

MAPA 30: INVERSIONES ESTIMADAS POR DAÑOS A LA RED VIAL NACIONAL - ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL. EMERGENCIA HURACÁN RINA OCTUBRE 2011



10°0'0"N

10°0'0"N

REGIÓN CENTRAL

- 1-1: San José
- 1-2: Puriscal
- 1-3: Los Santos
- 1-4: Alajuela Sur
- 1-5: Alajuela Norte
- 1-6: San Ramón
- 1-7: Cartago
- 1-8: Turrialba
- 1-9: Heredia

CHOROTEGA

- 2-1: Liberia
- 2-2: Cañas
- 2-3: Santa Cruz
- 2-4: Nicoya

PACÍFICO CENTRAL

- 3-1: Puntarenas
- 3-2: Quepos

BRUNCA

- 4-1: Pérez Zeledón
- 4-2: Buenos Aires
- 4-3: Río Claro

HUETAR ATLÁNTICO

- 5-1: Guápiles
- 5-2: Limón

HUETAR NORTE

- 6-1: Ciudad Quesada
- 6-2: Los Chiles

- Monto en miles o millones de colones +



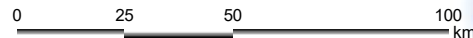
Océano Pacífico

Mar Caribe

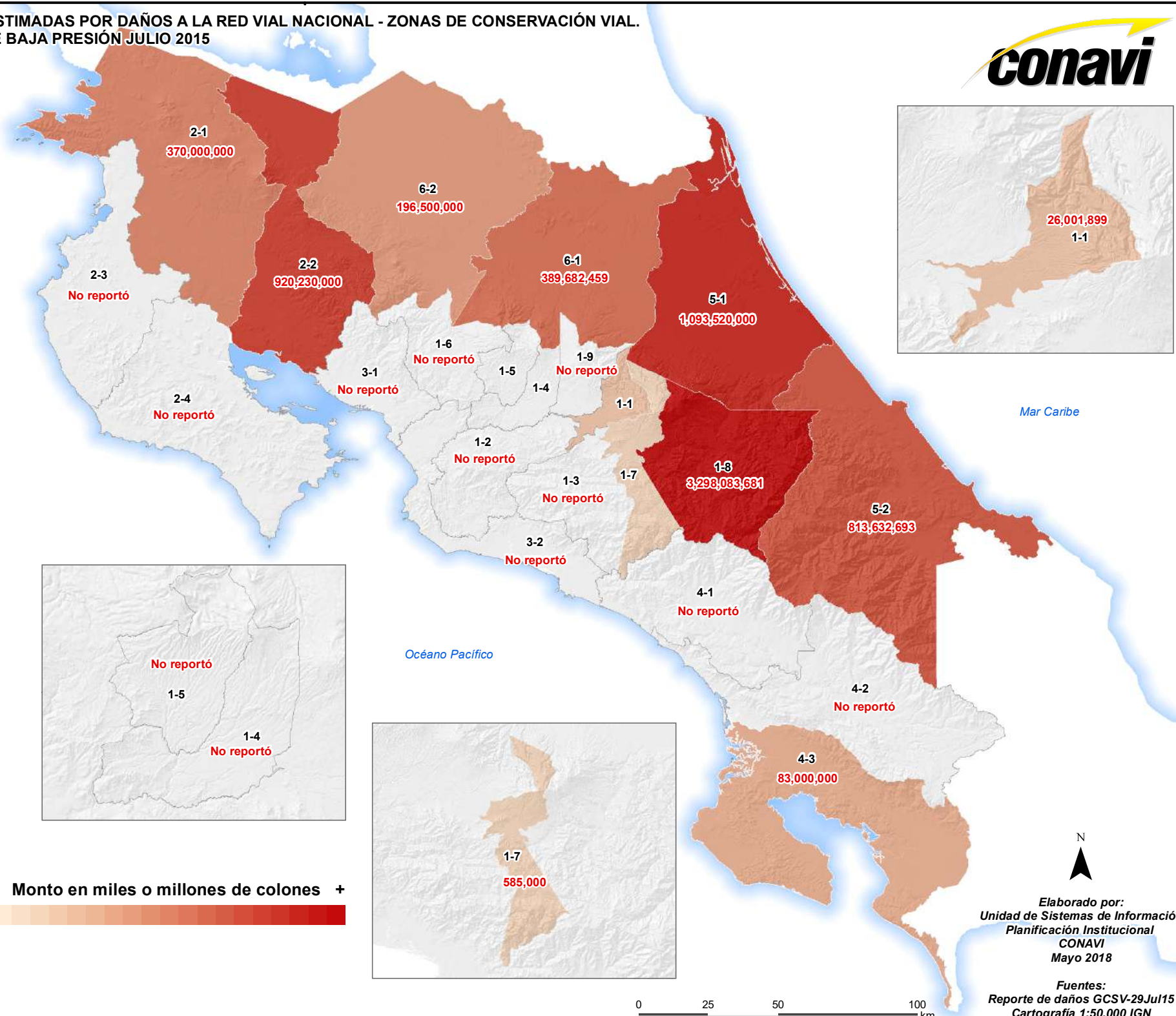


Elaborado por:
 Unidad de Sistemas de Información
 Planificación Institucional
 CONAVI
 Mayo 2018

Fuentes:
 Reporte de daños GCSV-25Oct11
 Cartografía 1:50.000 IGN



MAPA 31: INVERSIONES ESTIMADAS POR DAÑOS A LA RED VIAL NACIONAL - ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL. EMERGENCIA SISTEMA DE BAJA PRESIÓN JULIO 2015



10°0'0"N

10°0'0"N

REGIÓN CENTRAL

- 1-1: San José
- 1-2: Puriscal
- 1-3: Los Santos
- 1-4: Alajuela Sur
- 1-5: Alajuela Norte
- 1-6: San Ramón
- 1-7: Cartago
- 1-8: Turrialba
- 1-9: Heredia

CHOROTEGA

- 2-1: Liberia
- 2-2: Cañas
- 2-3: Santa Cruz
- 2-4: Nicoya

PACÍFICO CENTRAL

- 3-1: Puntarenas
- 3-2: Quepos

BRUNCA

- 4-1: Pérez Zeledón
- 4-2: Buenos Aires
- 4-3: Río Claro

HUETAR ATLÁNTICO

- 5-1: Guápiles
- 5-2: Limón

HUETAR NORTE

- 6-1: Ciudad Quesada
- 6-2: Los Chiles

- Monto en miles o millones de colones +



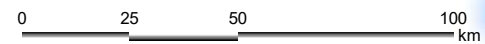
Océano Pacífico

Mar Caribe

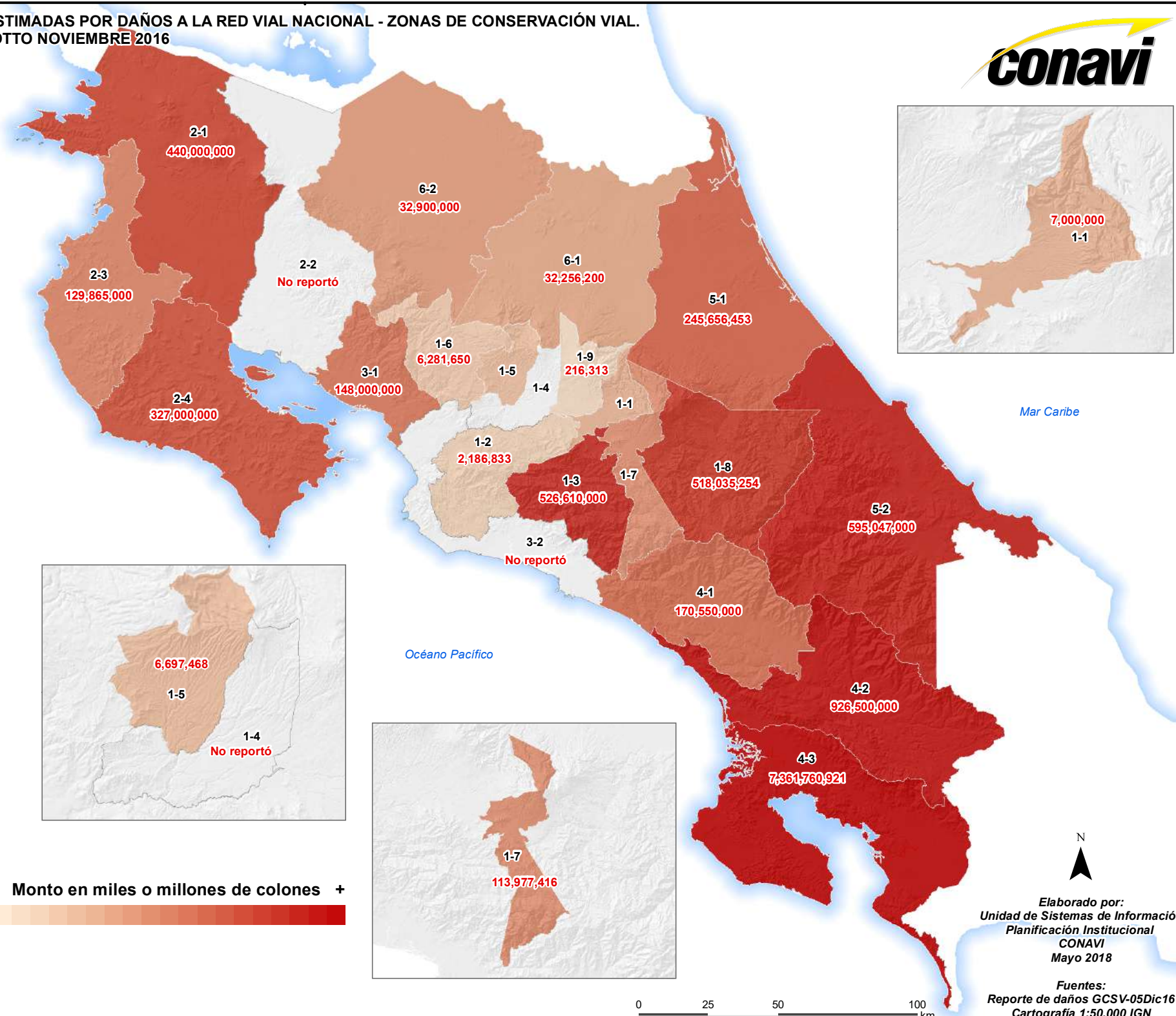


Elaborado por:
 Unidad de Sistemas de Información
 Planificación Institucional
 CONAVI
 Mayo 2018

Fuentes:
 Reporte de daños GCSV-29Jul15
 Cartografía 1:50.000 IGN



MAPA 32: INVERSIONES ESTIMADAS POR DAÑOS A LA RED VIAL NACIONAL - ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL. EMERGENCIA HURACÁN OTTO NOVIEMBRE 2016



10°0'0"N

10°0'0"N

REGIÓN CENTRAL

- 1-1: San José
- 1-2: Puriscal
- 1-3: Los Santos
- 1-4: Alajuela Sur
- 1-5: Alajuela Norte
- 1-6: San Ramón
- 1-7: Cartago
- 1-8: Turrialba
- 1-9: Heredia

CHOROTEGA

- 2-1: Liberia
- 2-2: Cañas
- 2-3: Santa Cruz
- 2-4: Nicoya

PACÍFICO CENTRAL

- 3-1: Puntarenas
- 3-2: Quepos

BRUNCA

- 4-1: Pérez Zeledón
- 4-2: Buenos Aires
- 4-3: Río Claro

HUETAR ATLÁNTICO

- 5-1: Guápiles
- 5-2: Limón

HUETAR NORTE

- 6-1: Ciudad Quesada
- 6-2: Los Chiles

- Monto en miles o millones de colones +



Océano Pacífico

Mar Caribe

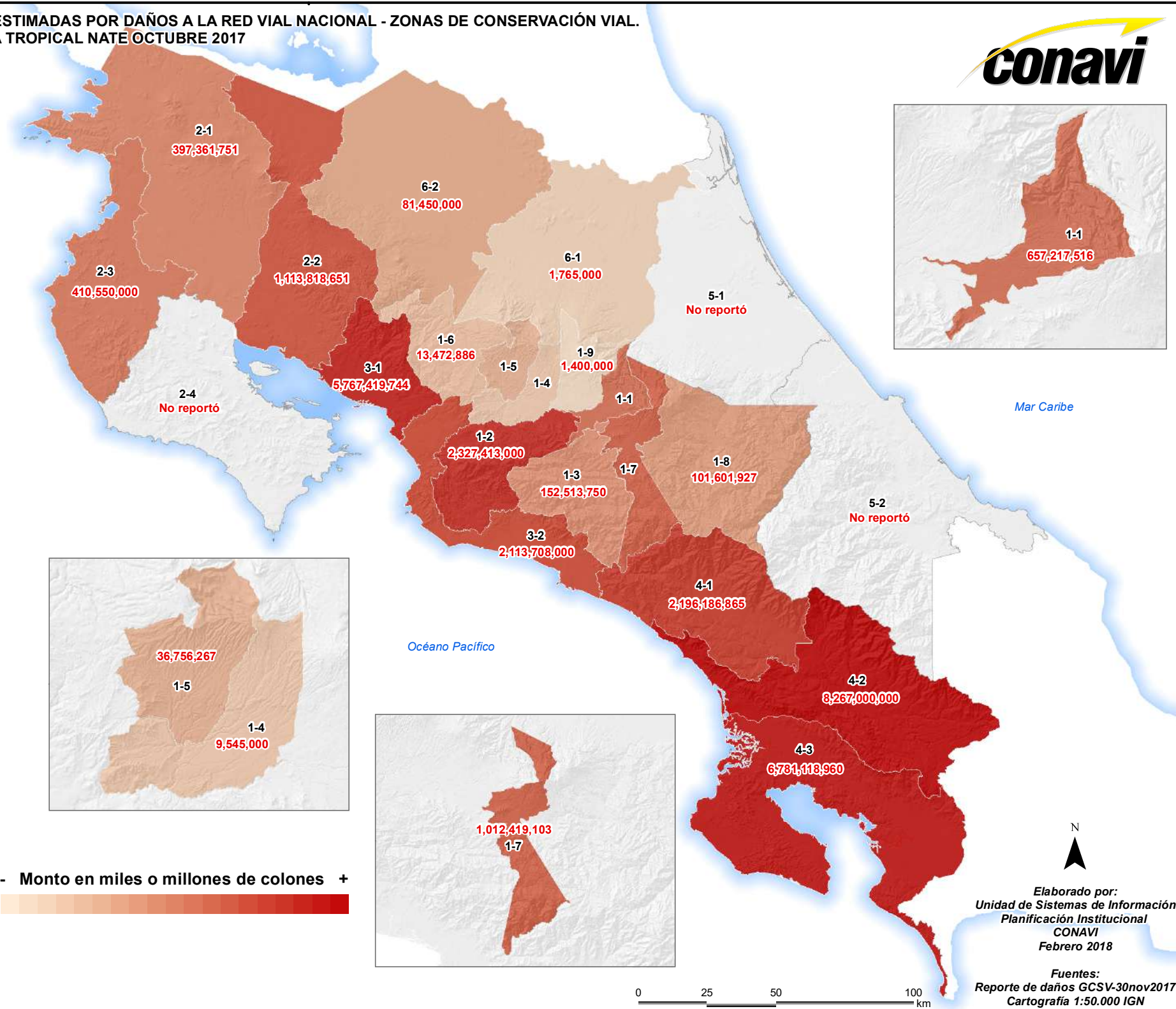


Elaborado por:
 Unidad de Sistemas de Información
 Planificación Institucional
 CONAVI
 Mayo 2018

Fuentes:
 Reporte de daños GCSV-05Dic16
 Cartografía 1:50.000 IGN



MAPA 33: INVERSIONES ESTIMADAS POR DAÑOS A LA RED VIAL NACIONAL - ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL. EMERGENCIA TORMENTA TROPICAL NATE OCTUBRE 2017



- Monto en miles o millones de colones +

- REGIÓN CENTRAL
 - 1-1: San José
 - 1-2: Puriscal
 - 1-3: Los Santos
 - 1-4: Alajuela Sur
 - 1-5: Alajuela Norte
 - 1-6: San Ramón
 - 1-7: Cartago
 - 1-8: Turrialba
 - 1-9: Heredia
- CHOROTEGA
 - 2-1: Liberia
 - 2-2: Cañas
 - 2-3: Santa Cruz
 - 2-4: Nicoya
- PACÍFICO CENTRAL
 - 3-1: Puntarenas
 - 3-2: Quepos
- BRUNCA
 - 4-1: Pérez Zeledón
 - 4-2: Buenos Aires
 - 4-3: Río Claro
- HUETAR ATLÁNTICO
 - 5-1: Guápiles
 - 5-2: Limón
- HUETAR NORTE
 - 6-1: Ciudad Quesada
 - 6-2: Los Chiles

Elaborado por:
 Unidad de Sistemas de Información
 Planificación Institucional
 CONAVI
 Febrero 2018

Fuentes:
 Reporte de daños GCSV-30nov2017
 Cartografía 1:50.000 IGN



Secciones vulnerables ante eventos hidrometeorológicos extremos

Gracias a los registros de daños localizados en la RVN, producto de eventos hidrometeorológicos extremos tales como huracanes, tormentas tropicales y frentes fríos, recopilados por este Consejo en un periodo de aproximadamente ocho años; se ha logrado identificar siete fenómenos meteorológicos, cuya incidencia en el país, sea directa o indirecta, ha generado cuantiosas pérdidas económicas y en algunos casos, de vidas humanas.

Si bien, se han contabilizado siete fenómenos de grandes implicaciones para el territorio nacional, en relación con el número de eventos, éstos se registran en seis; a razón que los daños provocados por las tormentas tropicales Mathew y Nicole, se consideran como los de un único evento combinado. Ambas tormentas afectaron al país en setiembre del año 2010, donde las lluvias generadas por Mathew lograron la saturación de los suelos, mientras que Nicole contribuyó con los daños materiales ocasionados.

Es así, como el siguiente análisis parte de las afectaciones registradas por los siguientes fenómenos hidrometeorológicos extremos:

- Tormentas Tropicales Mathew y Nicole, setiembre de 2010.
- Huracán Thomas, noviembre de 2010.
- Frente frío sin nombre, diciembre de 2010.
- Huracán Rina, octubre de 2011.
- Huracán Otto, noviembre de 2016.
- Tormenta Tropical Nate, octubre de 2017.

Del total de daños registrados en la RVN en un periodo de ocho años, las siguientes secciones o tramos, son las que de forma recurrente han registrado más afectaciones:

Tabla N°5. Secciones de la RVN con mayor vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos.

N°	Ruta N°	Sección N°	Longitud (Km)	Superficie de ruede	Región	Zona N°	Cantón	Tramo	Cantidad eventos
1	1	20010	12,11	Pavimento	Central	1-4	Alajuela	Aeropuerto Juan Santa María (Radial Alajuela) - Manolos (río Poás)	4
2	1	20060	18,67	Pavimento	Central	1-6	San Ramón	Monserrat de San Ramon (Ruta 135) - Angostura	4
3	2	10020	26,16	Pavimento	Brunca		Perez Zeledón	Nivel (Cruce a Piedra Alta) - La Ese (escuela)	5
4	2	10001	18,00	Pavimento	Brunca	4-1	Perez Zeledón	Juntas de Pacuar (Ruta 244) - La Piñera, Buenos Aires (Ruta 246)	4
	2	60060	29,34	Pavimento			Buenos Aires		4
5	2	60051	25,01	Pavimento	Brunca	4-2	Buenos Aires	Paso Real (Ruta 237) - Ciudad Neily (Ruta 237 y Ruta 608)	6
	2	60040	10,53	Pavimento			Osa		6
	2	60030	32,28	Pavimento			Osa		3
	2	60020	11,15	Pavimento		4-3	Osa		2
	2	60012	16,36	Pavimento			Golfito		4
	2	60011	7,56	Pavimento			Golfito		3
	2	60002	7,97	Pavimento			Corredores		2
6	32	10990	20,41	Pavimento	Central	1-1	Coronado	Río Zurquí - Carrillo (río Sucio)	6
7	34	60091	18,15	Pavimento	Brunca	4-2	Osa	Boca Río Bara - Punta Mala	4
	34	60092	18,17	Pavimento			Osa		4
8	135	20510	6,19	Pavimento	Central	1-4	Atenas	Candelaria - San José Sur (Ruta 716)	4
9	136	11250	8,55	Combinada	Central	1-2	Puriscal	Llano Grande (Queb Perica) - Santiago (Ruta	4
10	141	20600	15,56	Pavimento	Central / Huetar Norte	1-5	Naranjo	El Muro, Naranjo (Ruta 148) - Ciudad Quesada (Ruta 140)	4
	141	20610	11,44	Pavimento		1-6	Zarcero		3
	141	20620	10,06	Pavimento		Zarcero	5		
	141	21550	7,83	Pavimento		6-1	San Carlos		4
11	150	50652	18,66	Pavimento	Chorotega	2-4	Nicoya	Belén (Iglesia) - Sámara (Ruta 160)	4
12	160	60811	9,57	Pavimento	Chorotega	2-4	Puntarenas	Paquera (Ruta 621) - Tambor (Escuela)	4
	160	60812	11,91	Pavimento			Puntarenas		4
13	209	11212	2,58	Pavimento	Central	1-3	Acosta	San Ignacio de Acosta (Iglesia) - Corralar (cruce a Corralar)	1
	209	10700	8,37	Pavimento			Acosta		4
	209	11220	3,19	Pavimento		1-2	Acosta		4
14	219	30250	12,85	Pavimento	Central	1-8	Oreamuno	Tierra Blanca (Ruta 401)-Pastora (Río Berrís)	4

Nº	Ruta Nº	Sección Nº	Longitud (Km)	Superficie	Región	Zona Nº	Cantón	Tramo	Cantidad eventos
15	237	60982	19,76	Pavimento	Brunca	4-2	Buenos Aires	Paso Real - Jabillo - Santa Cecilia - San Vito de Coto Brus - Agua Buena - Campo Dos y Medio - Caño Seco - Ciudad Neily	3
	237	60981	8,69	Pavimento			Buenos Aires		4
	237	60340	17,87	Pavimento			Coto Brús		3
	237	60292	12,92	Pavimento			Coto Brús		4
	237	60291	7,81	Pavimento			Coto Brús		2
	237	60282	9,00	Pavimento		4-3	Corredores		4
	237	60281	2,93	Pavimento			Corredores		2
16	239	10501	11,68	Pavimento	Central / Pacífico Central	1-2	Puriscal	Santiago de Puriscal - La Gloria (escuela)	4
	239	10502	10,03	Combinada			Puriscal		4
	239	10511	21,25	Lastre			Puriscal		5
	239	60540	8,76	Lastre		3-2	Parrita	Vista de Mar (Río Chores) - La Palma (Ruta 34)	4
17	245	60411	14,95	Pavimento	Brunca	4-3	Osa	Chacarita (Ruta 2) - Final de campo de aterrizaje	4
	245	60412	29,76	Combinada			Osa		4
	245	60420	29,80	Pavimento			Golfito		3
	245	60431	11,68	Lastre			Golfito		2
	245	60432	5,21	Lastre			Golfito		2
	245	60433	9,51	Lastre			Golfito		3
	245	60434	10,79	Lastre			Golfito		3
	245	60435	6,04	Lastre			Golfito		3
18	301	10660	10,86	Combinada	Central / Pacífico Central	1-3	Acosta	San Ignacio de Acosta (Ruta 209) - Parrita (Ruta 34)	4
	301	10720	9,94	Lastre			Acosta		5
	301	10731	10,54	Lastre			Acosta		5
	301	60592	10,46	Lastre		3-2	Parrita		4
19	313	10640	6,15	Lastre	Central	1-3	Aserri	La Legua (escuela) - Llano Bonito (escuela)	4
	313	11320	6,24	Combinada			León Cortés		4
20	702	20820	8,83	Pavimento	Central	1-6	San Ramón	San Ramón (Ruta 703) - Bajo Rodríguez (Cruce a Santa Clara)	4
	702	20830	29,58	Pavimento			San Ramón		4
21	708	20923	14,53	Pavimento	Central	1-5	Valverde Vega	Los Ángeles (escuela) - Bajos del Toro (iglesia)	4
22	902	51150	12,09	Combinada	Chorotega	2-4	Hojancha	Hojancha (Ruta 158) - Mercedes (Río Perros)	4

Fuente: Registros históricos de daños suministrados por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, CONAVI.

Conforme con el Mapa #41 "*Secciones de la RVN con mayor vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos*", las rutas que se destacan por haber sufrido de un mayor número de afectaciones, durante los últimos eventos hidrometeorológicos extremos son las siguientes: N° 1, N° 2, N° 32, N° 34, N° 136, N° 141, N° 150, N° 160, N° 209, N° 219, N° 237, N° 239, N° 245, N° 301, N° 313, N° 702, N° 708 y N° 902.

Sin embargo, de los seis eventos indicados al inicio de este apartado, se lograron identificar un total de veintidós secciones o tramos, los cuales de forma recurrente, han presentado más de cuatro afectaciones en el periodo 2010-2017.

Resulta importante indicar que hay cuatro rutas primarias que forman parte de la RVN estratégica del país y presentan tramos muy vulnerables, esas son las Rutas N° 1, N° 2, N° 32 y N° 34.

En el caso de la Ruta N°32, es reconocido el sector entre el túnel Zurquí y el Río Sucio como uno de los tramos más vulnerables a los deslizamientos, debido a las altas precipitaciones y las condiciones de los taludes (taludes de corte de gran altura y con presencia de meteorización).

En la Ruta Nacional N°1 (Interamericana Norte) dentro de los trayectos de mayor problemática se identifica el sector de Cambronero, donde se han presentado importantes deslizamientos y hundimientos.

Con respecto a la Ruta Nacional N° 2 (Interamericana Sur) se pueden destacar los problemas de deslizamientos y socavación en el sector comprendido entre Paso Real y Palmar Norte. También prevalecen los deslizamientos frecuentes que se activan producto de las lluvias en la zona del macizo del Cerro de la Muerte.

La Ruta Nacional N° 34 (Costanera Sur) es una carretera con un alineamiento relativamente recto (pocas curvas horizontales) y poca pendiente, por lo que hay tramos vulnerables a inundaciones, sobretodo en sectores como Parrita, Quebrada Amarilla y Barú.

Durante la Tormenta Tropical Nate se tienen registros que indican que se presentó socavación de la calzada en el sector de Parrita.

Otro aspecto que llama la atención es que la mayor parte de los tramos vulnerables se ubican en la Región Brunca (zona sur del país) y en la Región Central. De la Región Central se destacan aquellas rutas que atraviesan zonas montañosas como las Rutas N° 702, N° 708, N° 141, N° 239, N° 219, N° 301 y N° 313.

Por el contrario, en la Región Huetar Atlántica, Huetar Norte y Chorotega se destacan pocas rutas, lo que no quiere decir que no han presentado daños importantes en algunos eventos hidrometeorológicos.

En la Región Chorotega solamente tres rutas se destacan, que son las Rutas Nacionales N° 150, N° 160 y N° 902. De estas tres, la Ruta N° 160 es de las más importantes pues comunica las poblaciones en la zona costera de la península de Nicoya y además, permite el acceso a los servicios de Ferri o transbordador.

En la Ruta Nacional N° 160, sección Paquera - Tambor se deben resaltar los problemas de drenaje de las aguas pluviales (falta de capacidad de las estructuras) y deslizamientos, los cuales han sido reportados por los ingenieros de conservación vial.

Por otra parte, de acuerdo a la información brindada por la CNE, la Ruta N° 160 puede ser vulnerable a inundaciones en las zonas cercanas a los ríos Pánica, Guarial y Paquera.

En la Región Brunca resulta bastante preocupante que tres rutas principales se encuentren entre las más vulnerables, como se observa en el Mapa #41 "*Secciones de la RVN con mayor vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos*" (Ruta N°2, N°237 y N°245).

La Ruta N° 245 es la principal vía de acceso a la península de Osa y, por otra parte, la Ruta N° 237 permite el acceso a importantes poblaciones como San Vito de Coto Brus y Ciudad Neily en Corredores.

Las rutas que comunican la Región de Occidente del Valle Central con la Región Huetar Norte (San Carlos) del país se encuentran entre las más vulnerables a los eventos hidrometeorológicos. De acuerdo al análisis realizado, las Ruta N° 141, N° 702 y N° 708 presentan una alta vulnerabilidad a los derrumbes y deslizamientos, lo cual ha sido evidenciado en los reportes de conservación vial y algunos estudios realizados.

En el caso de la Ruta Nacional N° 141, el tramo más vulnerable se extiende desde el Muro de Naranja hasta Ciudad Quesada (Intersección con la Ruta N° 140), con una longitud de 44,87 km.

Del informe de Evaluación de la Vulnerabilidad ante Amenazas Naturales del Tramo entre los kilómetros 0+000 y 59+000 (Naranja - Florencia) de la Ruta Nacional N°141, elaborado por el LanammeUCR (2012), se puede resaltar lo siguiente:

- Las alcantarillas menores, en general, tienen problemas de capacidad hidráulica por lo que podrían ser afectadas por eventos hidrometeorológicos o flujo de lodos y detritos.

- La zonificación realizada indica que hay varios tramos donde el riesgo a deslizamiento es alto o muy alto. se destaca un sector cerca de la población de Lajas y otro cerca de San Juan.
- La carretera se caracteriza por presentar taludes de corte con una pendiente muy alta que, bajo condiciones de lluvia intensa o sismo, pueden ser afectados por deslizamientos causantes de obstrucciones en la carretera.
- Con respecto a la amenaza sísmica, se indica que los puentes sobre los ríos Pilas, Zarcerro, La Vieja y Peje Nuevo presentan una vulnerabilidad alta; mientras que a los puentes sobre los ríos Barranca, Espino, Tapezco, Jilguero y Peje se les asignó una vulnerabilidad muy alta.

De los reportes recibidos de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, se puede mostrar que hay zonas vulnerables a derrumbes cerca de los ríos Peje y la Vieja en la Ruta N° 141.

Con respecto a la Ruta Nacional N° 708 es una vía que se encuentra en una zona con importantes problemas de estabilidad de laderas, tanto deslizamientos rotaciones como desprendimiento de rocas. La magnitud del peligro es tal, que actualmente un tramo de la ruta se encuentra inhabilitado producto de un cierre técnico.

Este cierre es una medida impuesta por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito desde el año 2011, con el fin de resguardar la seguridad vial de los usuarios de la Ruta N°708, específicamente la sección Alto Palomo (Km 19+127) – intersección con vía alterna realizada por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes (Km 22+819).

Esta vía alterna es producto de una medida paliativa realizada por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, a razón que, se generó un hundimiento de grandes

proporciones en esa ruta nacional, como consecuencia del terremoto ubicado en Cinchona.

Por último, de la Ruta Nacional N° 702, se destaca que durante la tormenta tropical Nate el sector de los Ángeles fue afectado por deslizamientos. Se tienen también registros de un hundimiento importante en la zona de Chachagua, donde se construyó un muro de gaviones.

La Ruta Nacional N° 32 es una carretera de montaña que atraviesa el Parque Nacional Braulio Carrillo y comunica San José con la Región Huetar Atlántica. Esta carretera se ubica en el flanco norte del Cerro Zurquí y presenta condiciones geotécnicas bastante desfavorables, como taludes muy altos y empinados, a lo que se le debe sumar el efecto de las aguas de lluvia que discurren sin control por las partes más altas de los taludes. El tramo más vulnerable se encuentra en la sección entre el Río Zurquí y Carrillo (Río Sucio), donde frecuentemente se presentan derrumbes que obstruyen la calzada.

Aquí la principal dificultad constituye que la ruta atraviesa el Parque Nacional Braulio Carrillo, a razón que, el marco normativo impide la realización de trabajos fuera de su derecho de vía. Además, de que los grupos ambientalistas argumentan que cualquier intervención afectaría considerablemente los ecosistemas aledaños a la carretera.

La Ruta Nacional N° 239 comunica Santiago de Puriscal con Parrita. El tramo entre Santiago y La Gloria presenta frecuentemente problemas de derrumbes y deslizamientos. Entre las zonas más vulnerables identificadas se pueden identificar Junquillo, Jilgueral, Alto La Palma, Salitrales, Cerbatana y La Palma.

Se debe destacar que en Puriscal se ubica el deslizamiento más grande del país, justamente en el distrito central de Santiago, aunque por sus dimensiones, también

incluye parte de sus alrededores. Sin embargo, Puriscal es un cantón donde se presenta un gran número de deslizamientos de menores dimensiones, pero que igualmente afectan la RVN y cantonal, entre los cuales se puede destacar los localizados en San Rafael, Barbacoas, Bajo Burgos, Quitirrisí, Máquina, San Juan, Los Ángeles, Bajo Claras y Chacón San Francisco.

El tramo entre Vista de Mar y la Palma sobre la Ruta Nacional N° 239, se ubica en el cantón de Parrita. De acuerdo a la información disponible en la CNE, es una zona propensa a presentar inundaciones y avalanchas (poblados de Vista de Mar, Chires, La Loma)

La Ruta Nacional N°301, comunica San Ignacio de Acosta con Parrita, al igual que la Ruta N° 239. Esta vía pasa por una zona montaña y es vulnerable a los derrumbes y deslizamientos. El tramo que se destaca en Mapa #41 "*Secciones de la RVN con mayor vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos*" es la sección de Cangrejal a Caspirola.

Por otra parte, el tramo entre Sardinal y Parrita (Ruta N° 301) se ubica en el cantón de Parrita, que es una zona vulnerable a las inundaciones y avalanchas (zona plana cercana a la costa)

La Ruta N° 136 que comunica Puriscal con Desamparaditos es otra vía que se identifica como vulnerable y donde destaca el deslizamiento que afecta la quebrada Máquina y el vado en la quebrada Botella. En este sector se han presentado hundimientos en la calzada y socavación en las bases del puente de Quebrada Máquina.

Otra de las rutas que se destaca por su vulnerabilidad en la Región Central es la vía que permite el acceso al volcán Irazú, Ruta N° 219. Esta carretera presenta varios sitios susceptibles a derrumbes y deslizamientos. En el Mapa #41 "*Secciones de la*

RVN con mayor vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos” se destaca la sección entre Tierra Blanca y Pastora

De la Ruta Nacional N°1 resalta el tramo entre Monserrat de San Ramón y la Angostura. La CNE recalca las zonas de Angostura, Cambronero, Jesús María y Berlín como propensas a deslizamientos.

Con respecto a la Ruta Nacional N°2 se destacan las siguientes secciones en el Mapa #41 *"Secciones de la RVN con mayor vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos"*:

- a. Palmar Norte – Ciudad Neily
- b. Paso Real – Palmar Norte
- c. Nivel – La Ese
- d. Juntas de Pacuar – La Piñera

A. Tramo Palmar Norte – Ciudad Neily:

- Presenta ocho puentes cuyos bastiones han sufrido daños por socavación o acumulación de escombros. Entre los que se pueden mencionar están las estructuras sobre los ríos Culebra, Olla Uno, La Bonita, Sábalo, Salomo Viejo, Piedras Blancas, Coto y Esquinas. Además, se contabilizan dos puentes donde las pilas se han visto afectadas por la acumulación de escombros: el río Sesenta y Salama Nuevo.
- El cambio de alineamiento del cauce también ha afectado los puentes sobre los ríos Olla Uno y Coto.
- Dos alcantarillas mayores afectadas, una por acumulación de escombros en la estructura principal, socavación del delantal y falta de capacidad.
- Cuatro sitios donde se presentan hundimientos o socavación en la calzada. Además, dos sitios donde los rellenos de la carretera presentan asentamientos que han afectado la calzada.

B. Tramo Paso Real – Palmar Norte:

El tramo entre Paso Real, Guácimo de Cajón (Quebrada Iguana) y Palmar Norte es una sección muy vulnerable a los deslizamientos. Por ejemplo, durante la tormenta Tropical Nate se produjeron varios deslizamientos de grandes dimensiones que impidieron el paso de los vehículos por el sector. En el caso que se presenta en la fotografía, prácticamente se perdieron los dos carriles de circulación.

Fotografía #25. Pérdida de la calzada producto de la Tormenta Tropical Nate.



Fuente: diario digital CRHoy, 8 de octubre de 2017.

Se debe resaltar que esta sección de carretera se encuentra muy cercana al cauce del río Grande de Térraba, donde prácticamente su trazado es paralelo, por lo que, durante las avenidas, el río afecta los rellenos de la ruta y provoca socavación. En la actualidad, los problemas de deslizamiento no se han solucionado de manera definitiva, por lo que todos los años se debe intervenir la ruta para retirar derrumbes de la calzada y reparar hundimientos.

C. Tramo Nivel – La Ese:

En el Mapa #41 "*Secciones de la RVN con mayor vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos*" se resalta el tramo entre Nivel y La Ese que se encuentra en el cantón de Pérez Zeledón. Como ejemplo de la magnitud del problema, se considera importante resaltar que producto de la Tormenta Tropical Nate (2017), en la sección entre Cartago (El Guarco) y Nivel se reportaron aproximadamente 77

derrumbes o deslizamientos. Desde Nivel hasta la Ese, el paso se cerró completamente debido a los daños, donde se presentaron derrumbes que cubrieron completamente la calzada o hundimientos. Se resalta el sector de La Ese, Tolumuco y Macho Mora.

En la Ruta Nacional N° 237, en el tramo entre Paso Real y San Vito de Coto Brus, el puente sobre el Río Térraba sufrió un importante daño durante la tormenta tropical Nate, ya que uno de los rellenos de aproximación colapsó completamente, por lo que el paso de los vehículos se vio completamente interrumpido. En la fotografía #26 se muestra la reparación del acceso al puente.

Fotografía #26. Reparaciones al acceso del puente sobre el río Térraba, Ruta N°237.



Fuente: diario digital CRHoy, 7 de octubre de 2017.

Por otra parte, en la sección entre Campo Dos y Medio y Caño Seco de la Ruta Nacional N° 237, se registraron cuatro sitios con deterioros. Dos presentan reptación y los dos restantes presentan agrietamientos.

La Ruta Nacional N° 245 que comunica Chacarita con Carate en la península de Osa, es una vía en la Región Brunca que ha presentado frecuentemente problemas de deslizamientos y pérdida de la calzada.

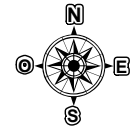
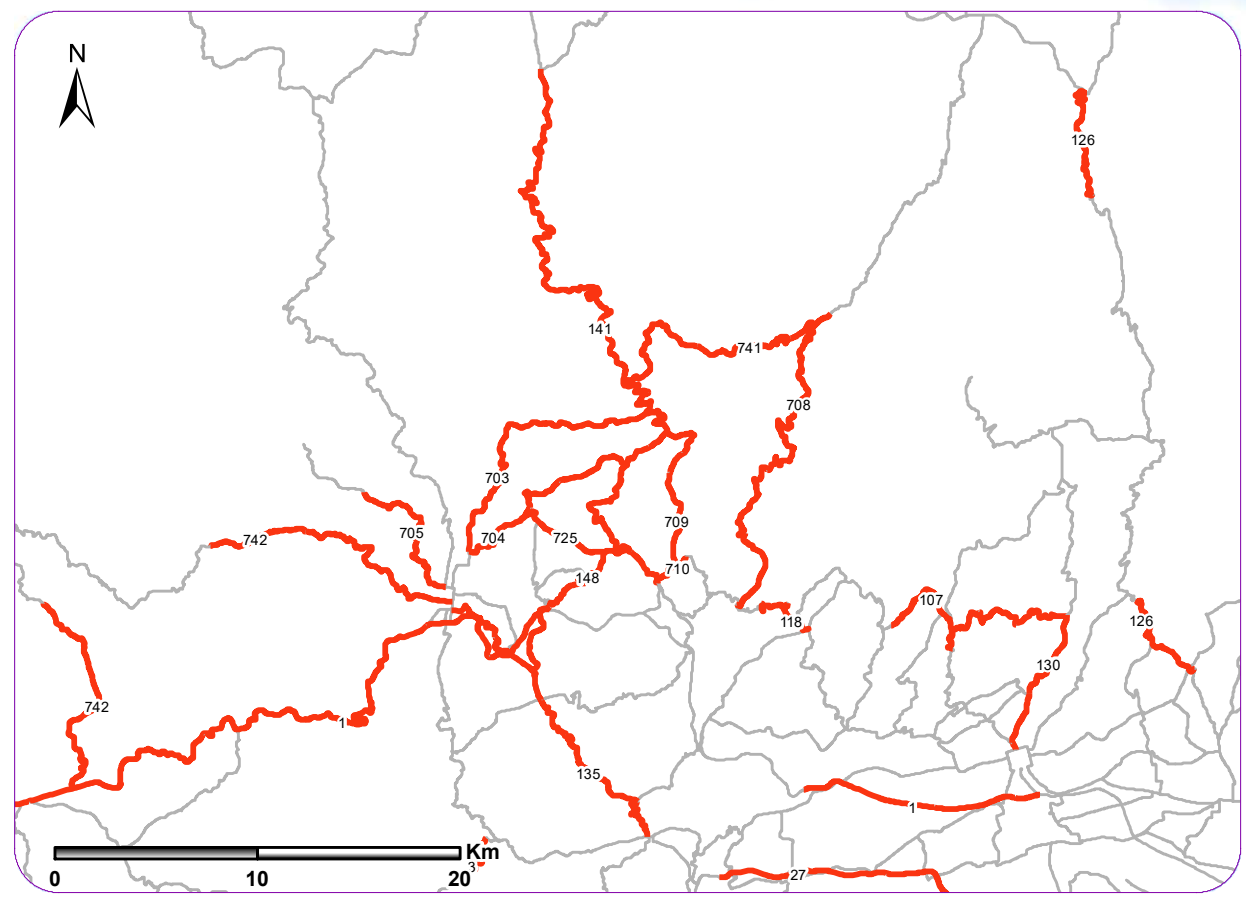
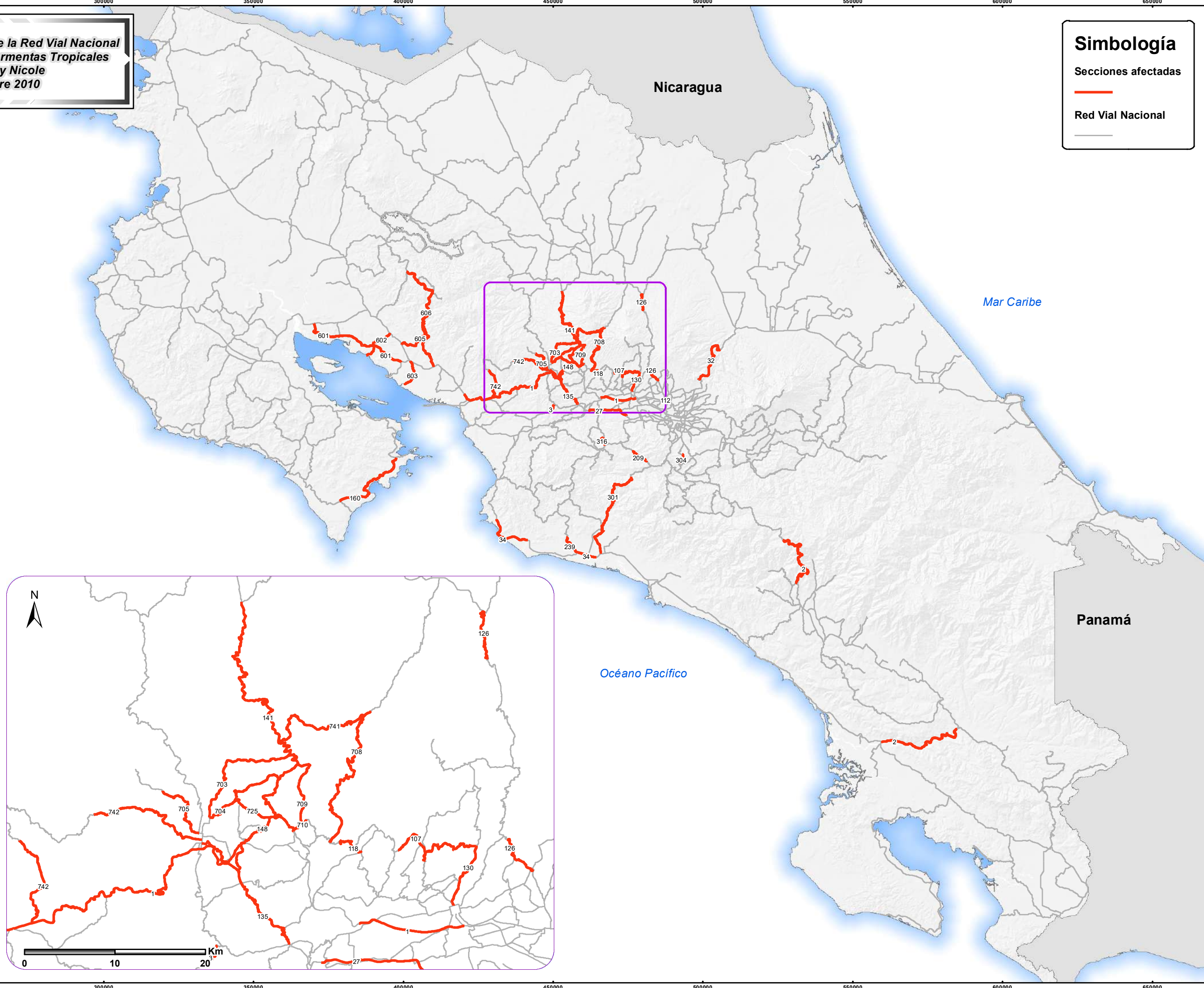
Además, según los reportes de imprevisibilidades, se han registrado problemas de socavación en los puentes sobre los ríos Rincón, Palma, Conte, Barrigones, Sábala, Agujas, Terrones, Tigre e Ignacia.



**Mapa 34: Secciones de la Red Vial Nacional
Afectadas por las Tormentas Tropicales
Matthew y Nicole
Setiembre 2010**

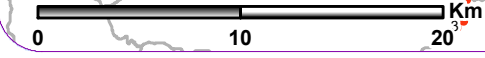
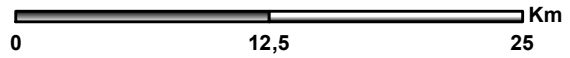
Simbología

- Secciones afectadas
- Red Vial Nacional



Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Junio 2017

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2016 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.



20000 25000 30000 35000 40000 45000 50000 55000 60000 65000

120000
115000
110000
105000
100000
95000

120000
115000
110000
105000
100000
95000

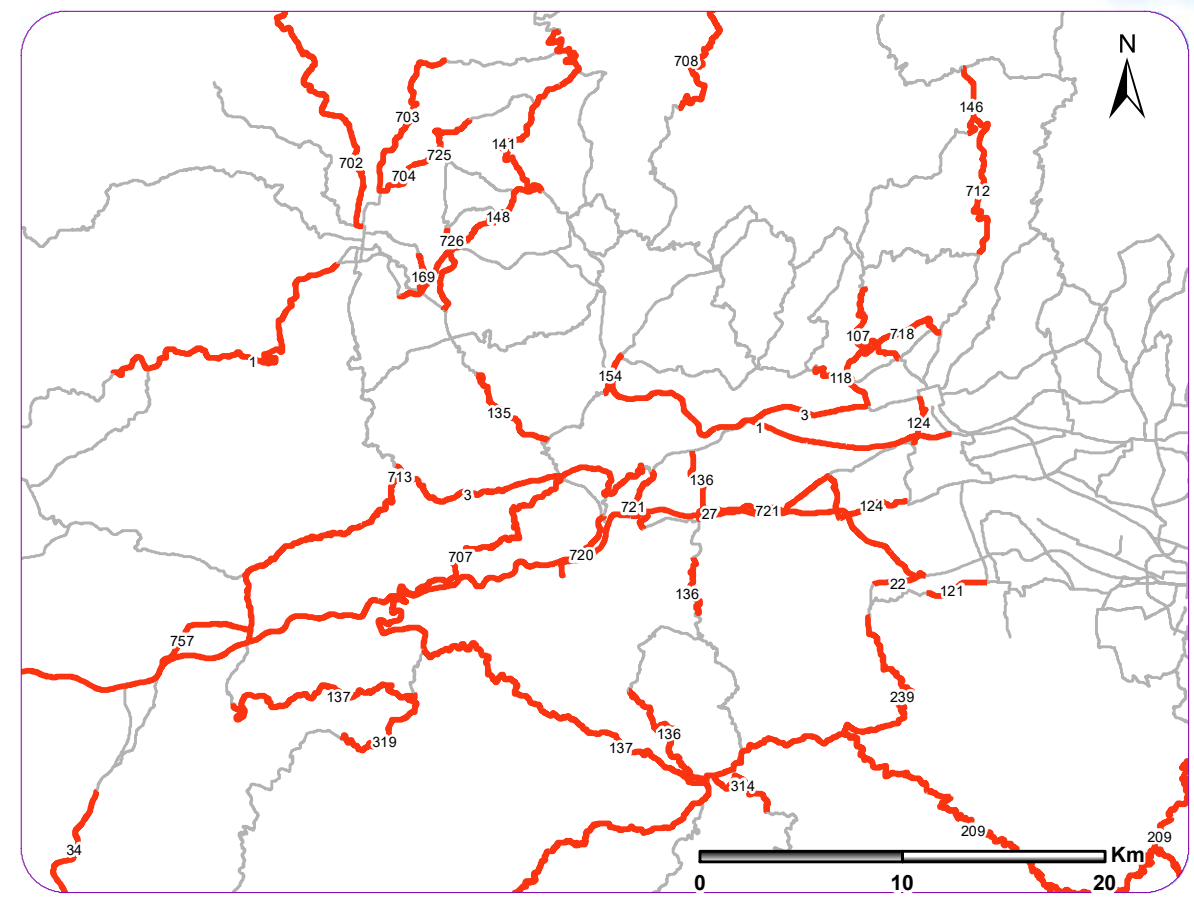
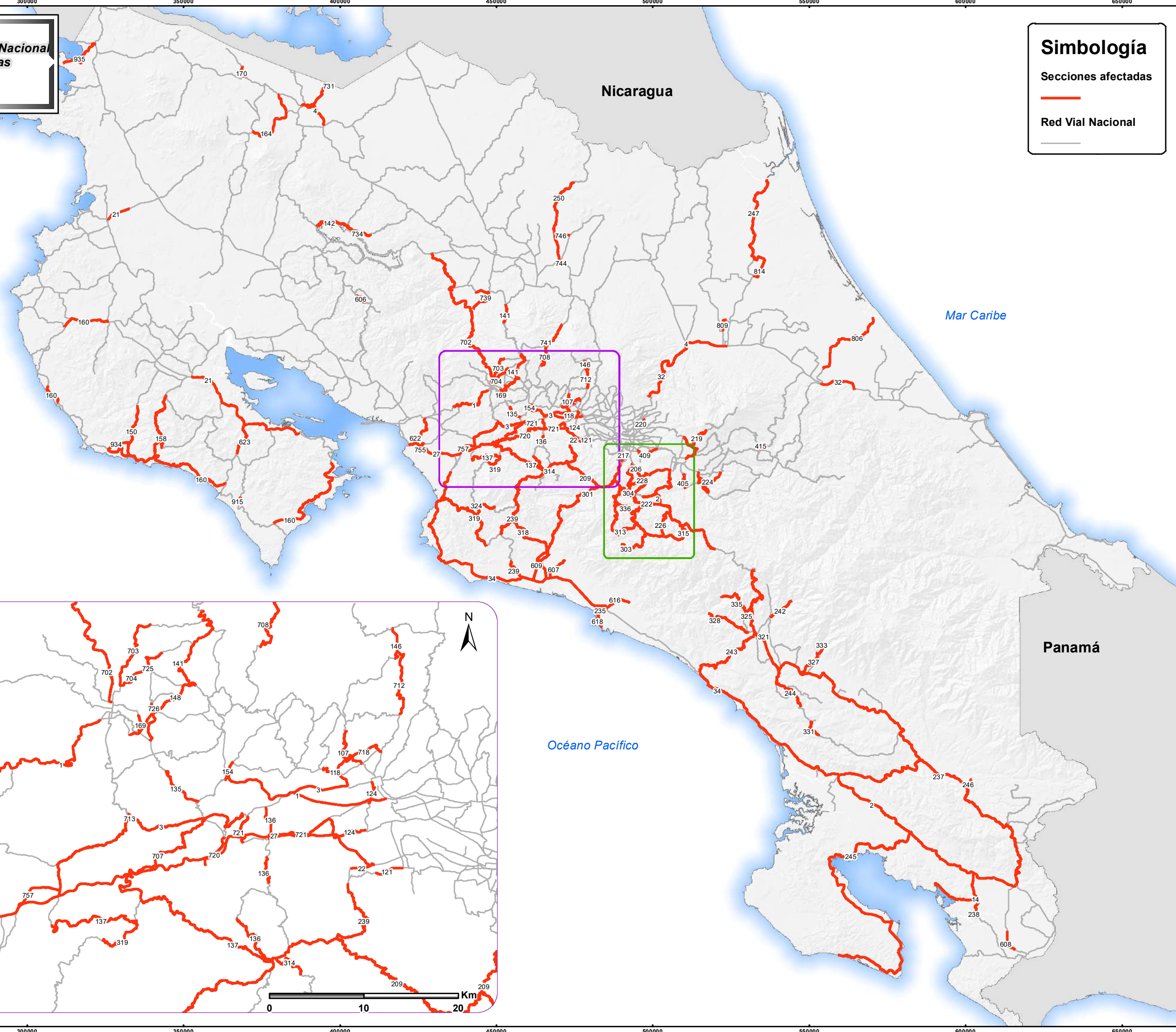
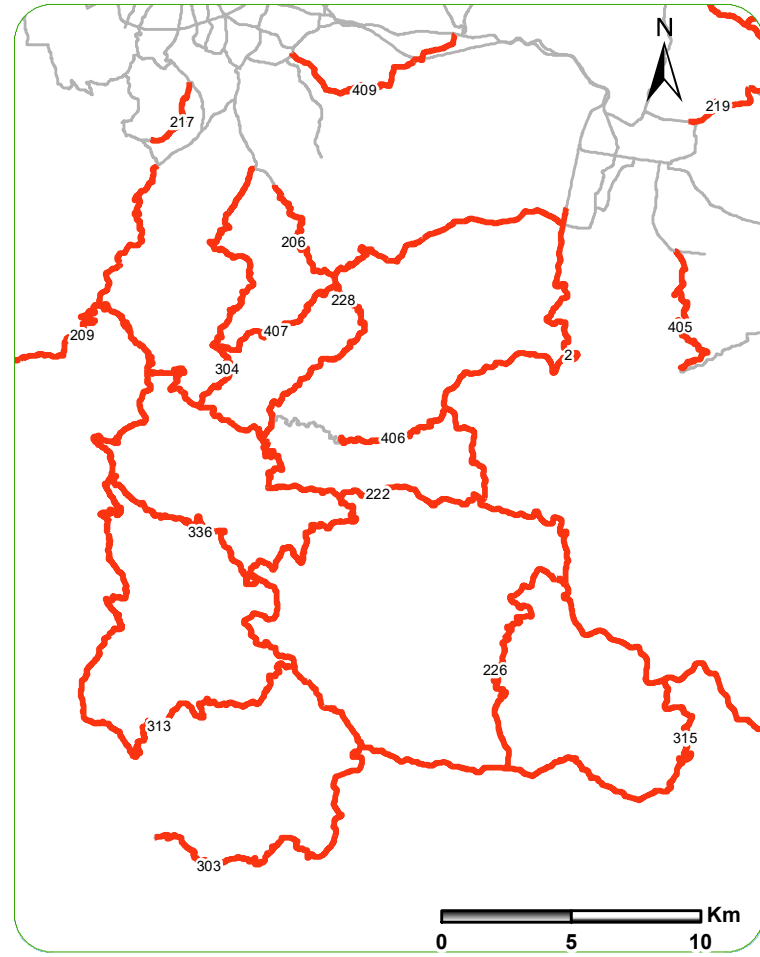


**Mapa 35: Secciones de la Red Vial Nacional
Afectadas por Huracán Tomas
Noviembre 2010**

Simbología

Secciones afectadas

Red Vial Nacional



Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Junio 2017

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2016 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.

Scale bar: 0 40 80 Km

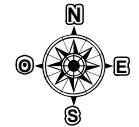
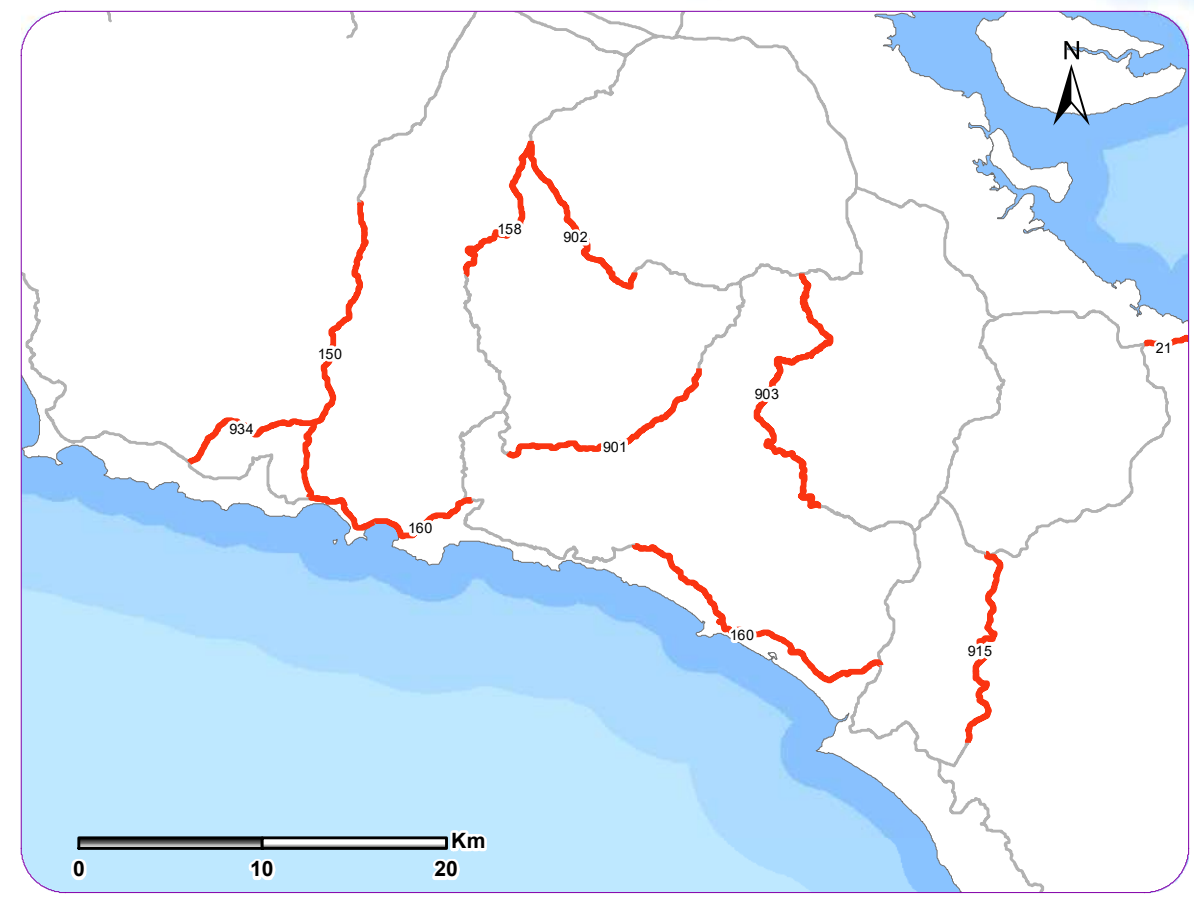
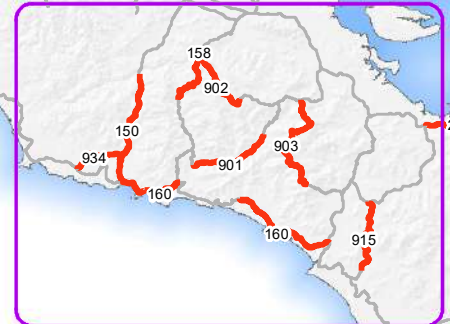
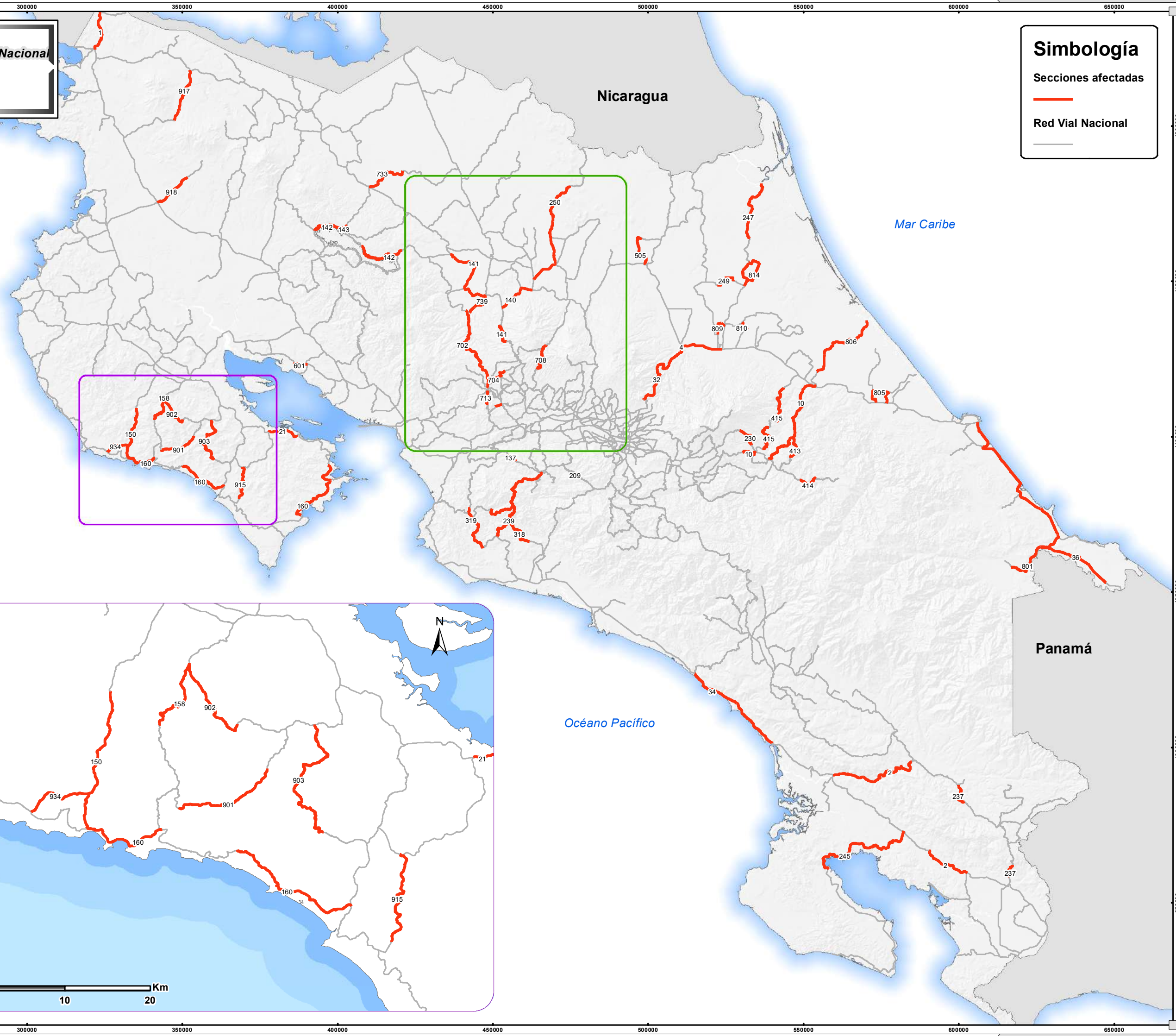
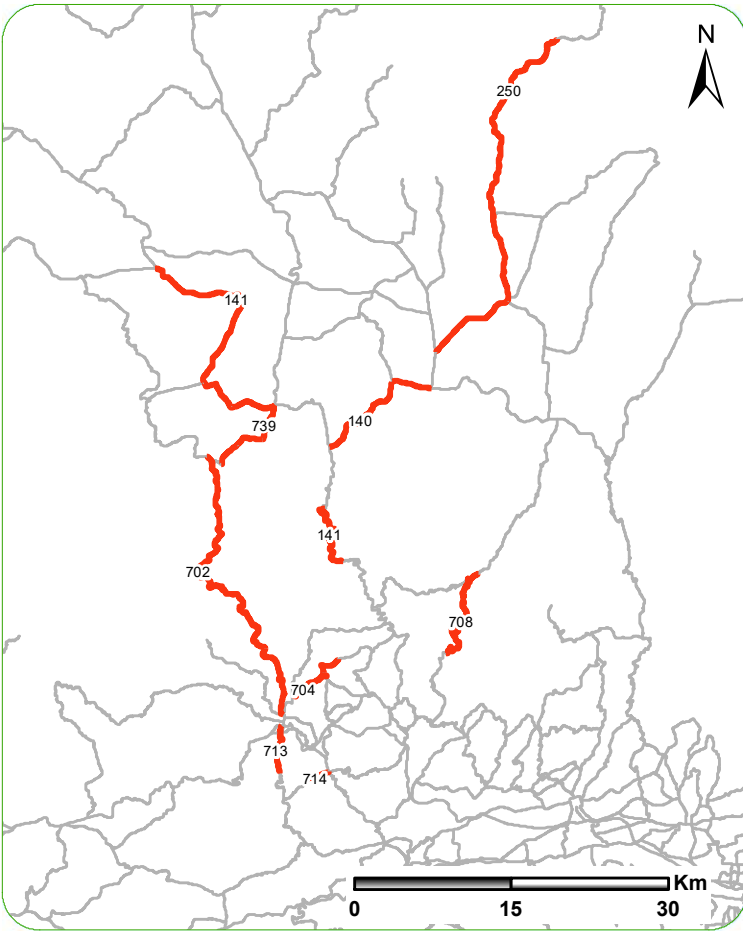


**Mapa 36: Secciones de la Red Vial Nacional
Afectadas por Frente Frío
Diciembre 2010**

Simbología

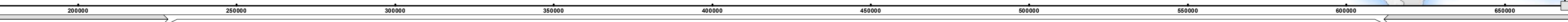
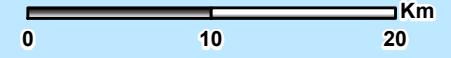
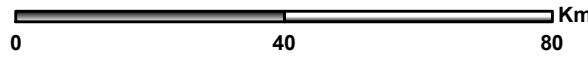
Secciones afectadas


Red Vial Nacional

Elaborado por:
 Unidad de Sistemas de Información
 Planificación Institucional
 Consejo Nacional de Vialidad
 Junio 2017

Fuentes:
 Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
 Red Vial Nacional Diciembre 2016 de la
 Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.



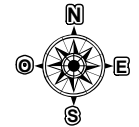
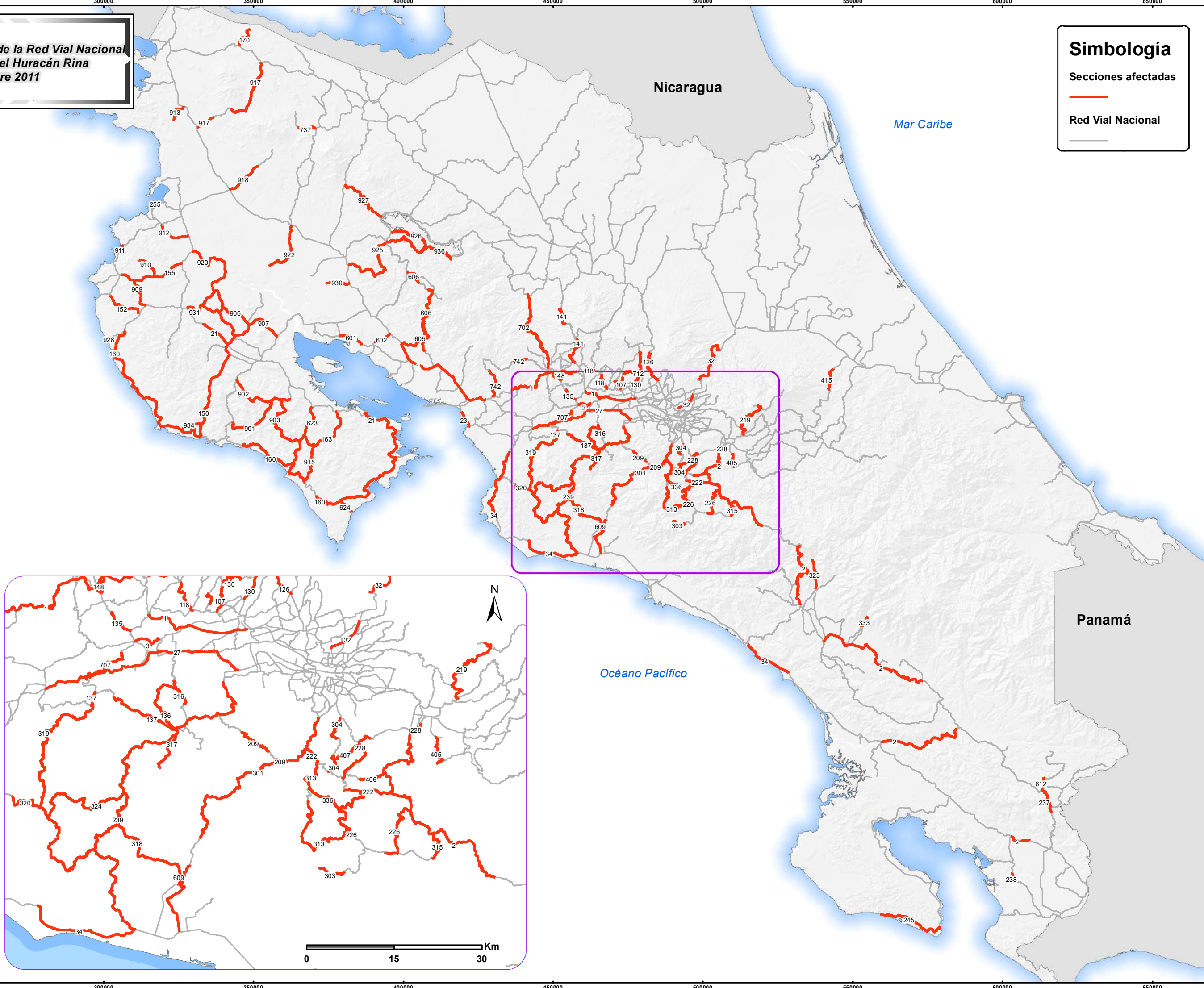


**Mapa 37: Secciones de la Red Vial Nacional
Afectadas por el Huracán Rina
Octubre 2011**

Simbología

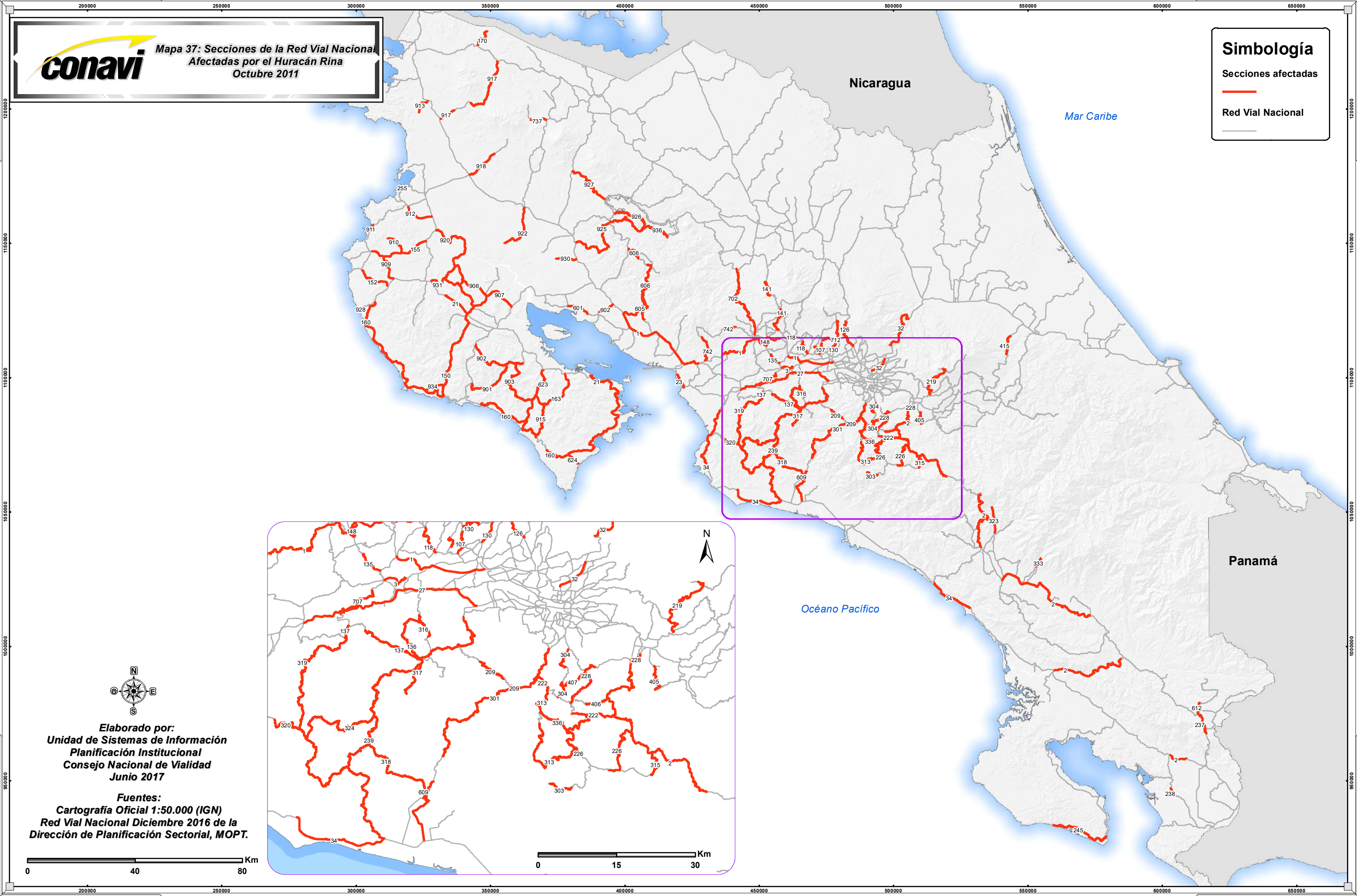
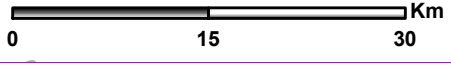
Secciones afectadas

Red Vial Nacional



Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Junio 2017

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2016 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.



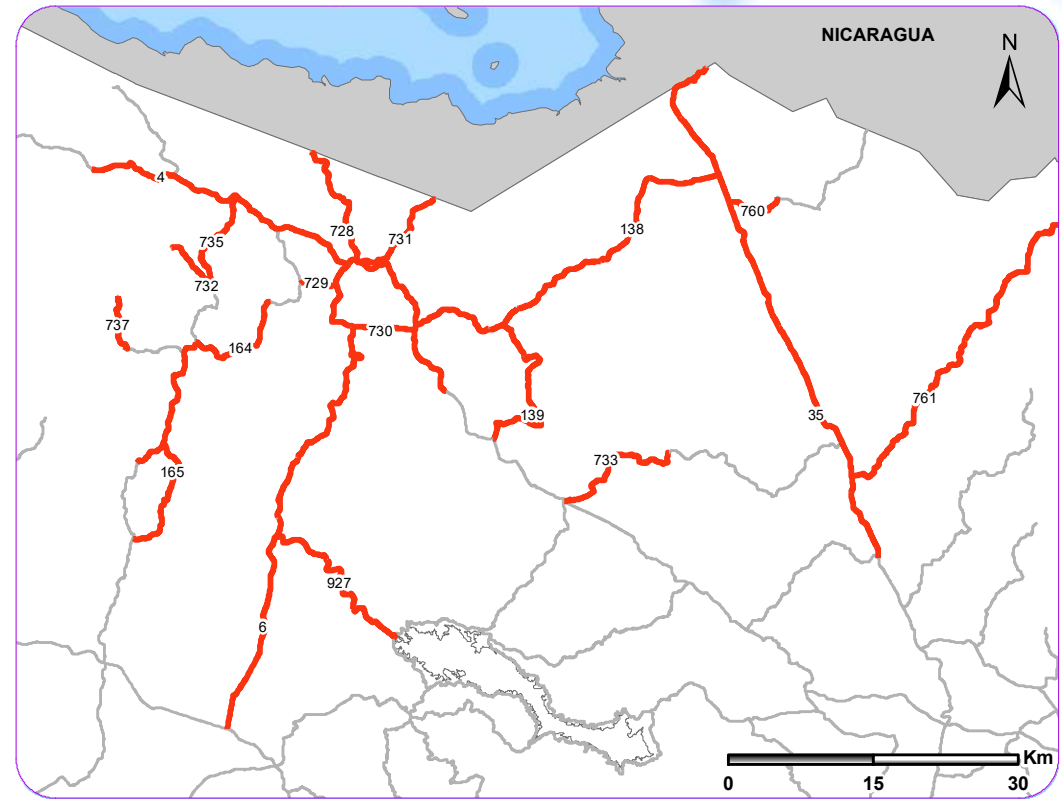


Mapa 38: Secciones de la Red Vial Nacional afectadas por el Huracán Otto
Diciembre 2016

Simbología

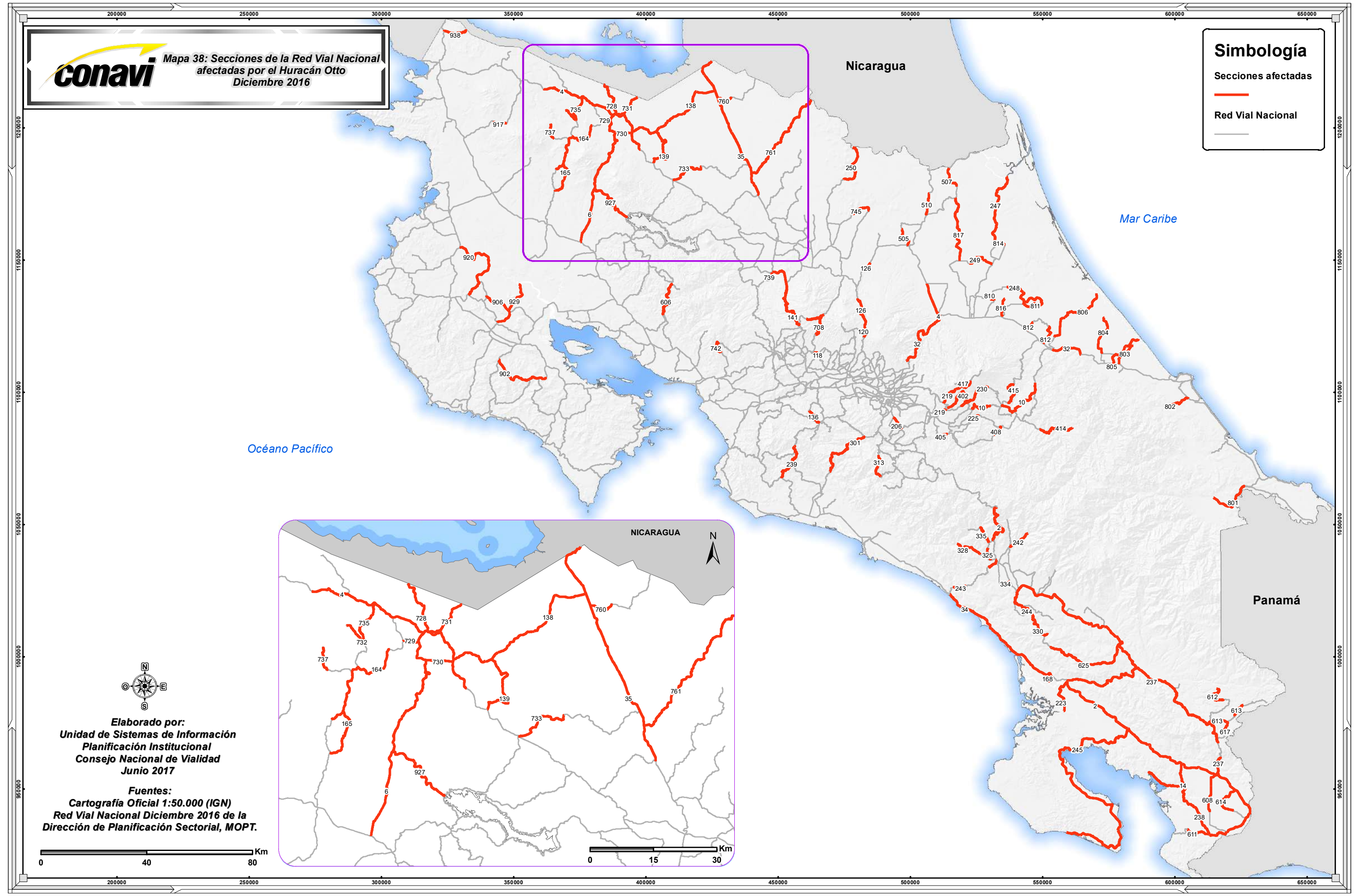
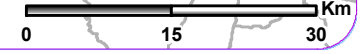
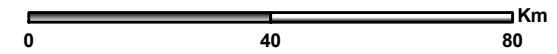
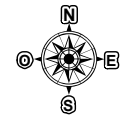
Secciones afectadas

Red Vial Nacional



Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Junio 2017

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2016 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.





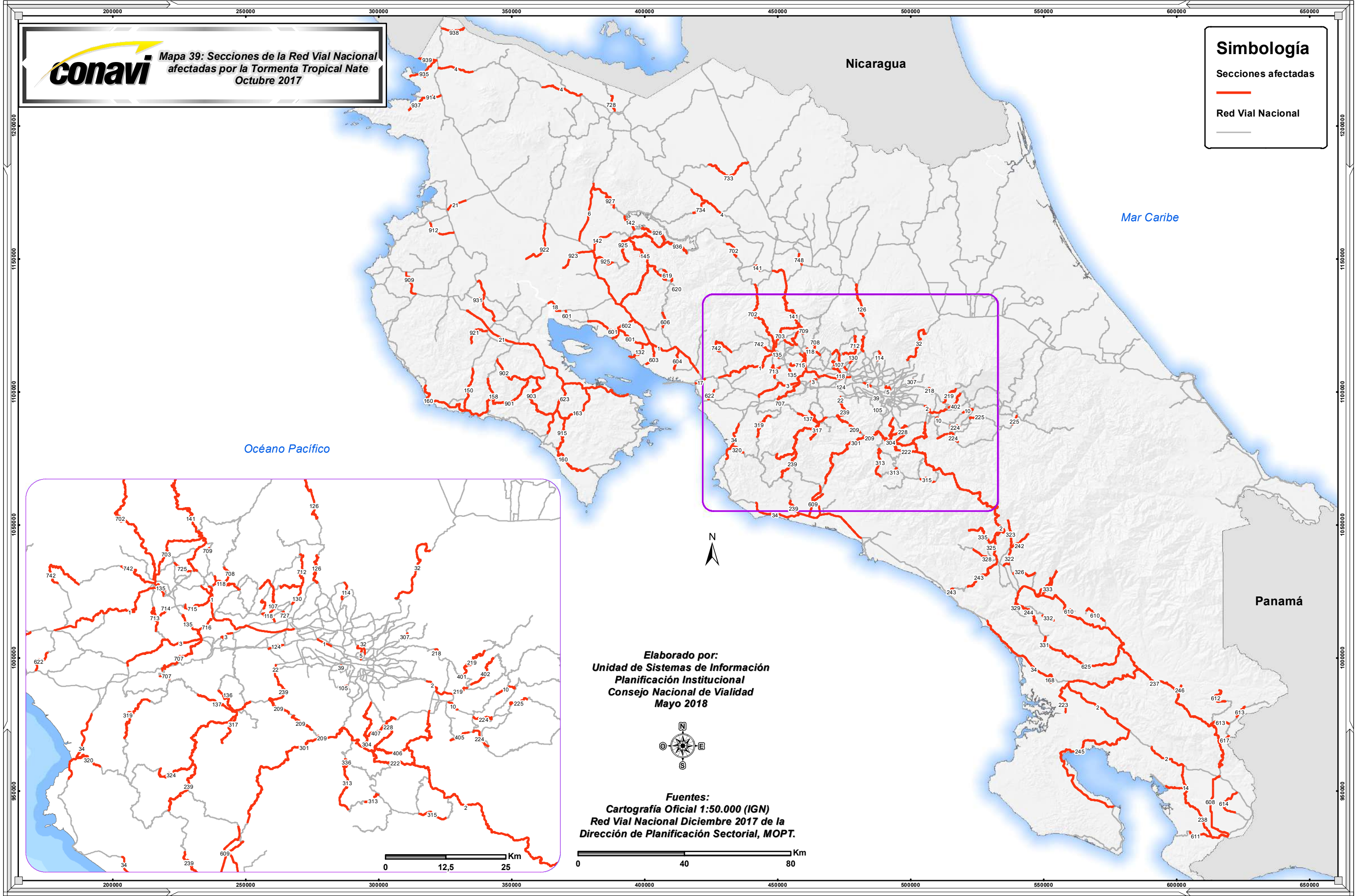
Mapa 39: Secciones de la Red Vial Nacional afectadas por la Tormenta Tropical Nate Octubre 2017

Simbología

Secciones afectadas



Red Vial Nacional



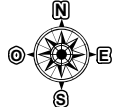
Océano Pacífico

Nicaragua

Mar Caribe

Panamá

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Mayo 2018



Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.

0 12,5 25 Km

0 40 80 Km



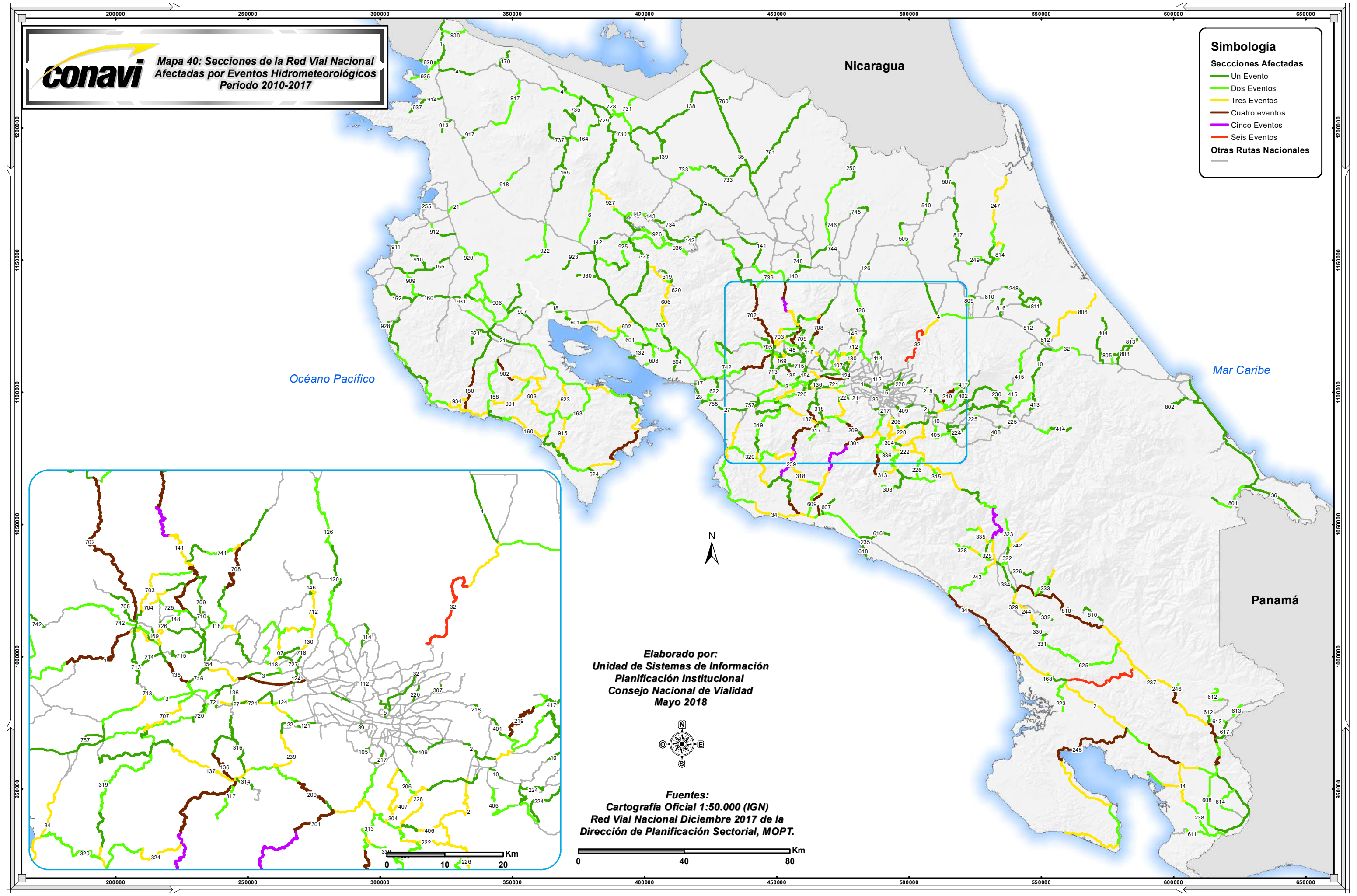
**Mapa 40: Secciones de la Red Vial Nacional
Afectadas por Eventos Hidrometeorológicos
Periodo 2010-2017**

Simbología

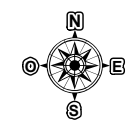
Secciones Afectadas

- Un Evento
- Dos Eventos
- Tres Eventos
- Cuatro eventos
- Cinco Eventos
- Seis Eventos

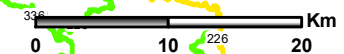
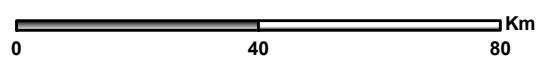
Otras Rutas Nacionales



Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Mayo 2018



Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.





Mapa 41:
Secciones de la RVN con mayor vulnerabilidad
ante eventos meteorológicos extremos
Periodo 2010-2017

Simbología

- Selección
- Otras Rutas Nacionales

Océano Pacífico

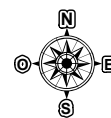
Nicaragua

Mar Caribe

Panamá

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Mayo 2018

Fuentes:
Cartografía Oficial 1:50.000 (IGN)
Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.



0 12,5 25 Km

0 40 80 Km

1200000

1150000

1100000

1050000

1000000

950000

1200000

1150000

1100000

1050000

1000000

950000

200000

250000

300000

350000

400000

450000

500000

550000

600000

650000

Conclusiones Finales

Referente a las amenazas volcánicas

1. El país tiene cinco macizos volcánicos activos, cuyos eventos principales registrados son la emanación de cenizas y de gases con altas concentraciones de azufre y nitrógeno, lo que a su vez, al reaccionar con el agua suspendida en la atmosfera, genera precipitaciones ácidas.
2. La ceniza volcánica es de especial cuidado, por el depósito de ésta en los conos volcánicos o en laderas cercanas, lo que en combinación con fuertes precipitaciones, se aumenta el riesgo a la ocurrencia de flujos de lodos, avalancha de detritos o de lahares.
3. Por su parte, la caída de ceniza más que provocar daños en la infraestructura vial, podría generar problemas en la conducción de los vehículos, por baja visibilidad o por derrape, al concentrarse grandes cantidades de ésta en las superficies de ruedo.
4. La lluvia ácida podría corroer estructuras metálicas tales como puentes de cerchas de acero, barreras de contención o señales viales. No obstante, la oxidación de los puentes, es un proceso lento y corregible, a través de un adecuado mantenimiento con pintura anticorrosiva. Los dispositivos de seguridad vial se deberán de sustituir cuando así se requiera.
5. Referente a la presencia de flujos de lodo, es un tipo de afectación no presente para todos los macizos volcánicos (MIDEPLAN, 2014). De hecho,

únicamente se registra esta condición para los volcanes Rincón de la Vieja y Arenal.

6. En relación con los lahares volcánicos, eventos caracterizados por ser altamente destructivos, no se posee de información para todos los macizos volcánicos.

Este estudio documentó una investigación realizada por el LanammeUCR, donde se identificaron varias estructuras de puentes vulnerables a este tipo de eventos. Asimismo, existen registros históricos donde ya se han reportado la presencia de los mismos dentro del Valle Central. Ejemplo de ello, fueron los lahares ocurridos entre los años 1963 y 1965, producto de fuertes lluvias y de las erupciones de ceniza del volcán Irazú, que destruyeron de forma parcial la ciudad de Cartago.

Referente a las amenazas sísmicas

7. En términos generales, toda la RVN puede ser afectada por la actividad sísmica, debido a la gran cantidad de fallas que se encuentran en todo el territorio nacional.
8. Se considera que el Valle Central (Región Central) y la península de Osa (Región Brunca), son las zonas más vulnerables a la amenaza sísmica. Este es un punto importante a resaltar, ya que muchas de las rutas de mayor vulnerabilidad a fenómenos hidrometeorológicos extremos, también se ubican en estas regiones.
9. Se debe tener presente, que una cantidad importante de los puentes que forman parte de la RVN son estructuras antiguas, condición que las hacen

vulnerables, ya que fueron construidas siguiendo lineamientos sismo-resistentes que a hoy se consideran desactualizados; por lo que requieren ser rehabilitadas o sustituidas conforme con la normativa técnica vigente.

10. Existen estructuras afectadas por eventos sísmicos de importante magnitud (ejemplo: puentes ubicados en las Rutas N°32 y N°36, producto del terremoto de Limón), las cuales por un tema presupuestario no han sido rehabilitadas o sustituidas. Si bien, las mismas siguen en operación, deberán ser intervenidas, si se desea que nuevamente cumplan con una condición de resiliencia ante eventos sísmicos.
11. Este diagnóstico no pretendió identificar las estructuras de puentes susceptibles a eventos sísmicos, a razón que esto ya se consideró, a través de los inventarios de puentes realizados por el ITCR y el LanammeUCR, así como, con la elaboración del Plan Quinquenal de Puentes (PQP); en el cual se utilizó la herramienta denominada como el SAEP, para seleccionar y priorizar las intervenciones de dichas estructuras.

Referente a las amenazas hidrometeorológicas

12. Tal y como se reiteró en este diagnóstico, la incidencia de diversos fenómenos naturales afecta al país todos los años, independientemente de su tipo, magnitud e intensidad, para lo cual, se realizan obras para la atención de imprevisibilidades y emergencias, interviniéndose los daños causados por esos eventos.
13. Para el caso específico de este análisis, las valoraciones y/o reportes hechos por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes del CONAVI, fueron levantados a partir de eventos hidrometeorológicos y sus afectaciones

desencadenantes que dan origen a situaciones tales como: anegaciones, acumulación de escombros, caída de árboles, deslizamientos, derrumbes, inundaciones y socavaciones en carreteras y puentes, que afectan a la RVN del país.

14. Conforme a los escenarios de los eventos acontecidos, se puede decir que la zona Sur del país o la región Brunca, donde están involucradas las zonas de conservación 4-1, 4-2 y 4-3, es una de las que recurrentemente se ve más afectada, implicando que el Estado Costarricense tenga que invertir miles de millones de colones en reparar los daños de las rutas nacionales que ahí se localizan. En contraparte, la zona 1-9 Heredia, es en la que se ha evidenciado una menor cantidad de daños reportados.
15. Según los montos estimados, las inversiones para la atención de esos daños crecen aceleradamente todos los años. Tal es el caso de la Tormenta Tropical Nate, la cual registró una diferencia con el Huracán Otto (últimos dos eventos más recientes) de 24,250 millones de colones.
16. Aunque la variable de riesgos está inmersa dentro de los estudios de preinversión para nuevos proyectos de infraestructura vial, hoy en día, no es una medida que mitigue ese riesgo ante nuevas amenazas, lo que también la hace vulnerable a nuevos efectos desencadenantes.
17. El presente diagnóstico, además de identificar cuales zonas de conservación vial han tenido que invertir un mayor presupuesto para atender los daños registrados por eventos hidrometeorológicos en general, también brinda un listado de las secciones o tramos que requieren de su intervención con medidas más del tipo permanente, que no permitan reconstruir nuevamente su vulnerabilidad ante dichos eventos.

18. La afectación de la infraestructura vial del país producto de eventos hidrometeorológicos extremos, estará en función de tipo de fenómeno (depresión, tormenta tropical, frente frío, huracán) y por su puesto de su magnitud. No obstante, algunos de estos afectan con mayor severidad determinadas zonas o regiones del país.
19. La afectación por eventos hidrometeorológicos estacionales de alta intensidad, son producto de precipitaciones del tipo convectivo y por la presencia de la vaguada ecuatorial, que en determinadas épocas del año, cubre en su totalidad el territorio nacional. No obstante, dichos eventos generalmente se ven intensificados producto del fenómeno cíclico de El Niño o de La Niña, cuya afectación implica una disminución en el promedio anual de las precipitaciones en el caso del primero, o un exceso de precipitaciones para el segundo.
20. Los eventos hidrometeorológicos extremos también se ven afectados por el fenómeno ENOS, lo que los hace aún más extremos y destructivos.
21. Si bien, el CONAVI posee un registro de daños ocasionados por eventos hidrometeorológicos para un periodo de ocho años, la mayoría de los mismos se registraron utilizando como referencia la unidad denominada como sección de control. La limitante de esto, es que dichas unidades son de longitud variable, donde incluso algunas son mayores de 10 kilómetros. Esto hace que el registro del daño sea muy impreciso, principalmente cuando la afectación es puntual, como el caso del colapso de una alcantarilla.
22. A partir de finales de año pasado y principios de este, el CONAVI aplicó la Herramienta para la identificación de infraestructura vial vulnerable, como una forma de corregir lo expuesto en el párrafo anterior. Con esta

herramienta se han logrado registrar de forma puntual parte de los incidentes ocurridos en la RVN, producto de la afectación de la Tormenta Tropical Nate.

23. A partir de toda la información que se logró documentar, se realizó un amplio análisis de los principales daños ocasionados por los eventos hidrometeorológicos más destructivos de los últimos ocho años (2010 – 2017), suscitados en la RVN.

Se analizó cada zona de conservación vial en cuanto a daños reportados y montos invertidos para la atención de los diferentes eventos.

Asimismo, se logró crear un listado con aquellas secciones o tramos de la RVN afectadas de forma recurrente por eventos climáticos extremos, las cuales fueron en parte priorizadas, según la importancia estratégica de cada una de éstas.

24. Finalmente, se espera que el presente documento sea utilizado de forma prudente para la toma de decisiones. A razón, de que significa un primer esfuerzo, el cual deberá ir mejorándose con el tiempo y conforme se vaya alcanzando el objetivo último de este estudio, como es el tener una infraestructura vial resiliente y adaptable al cambio climático.

Referencias bibliográficas

Alianza Clima y Desarrollo. (2014). *Plan Vías-CC: vías compatibles con el clima. Plan de Adaptación de la Red Vial Primaria de Colombia*. Ministerio de Transporte de Colombia. Colombia. Recuperado de:

http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/Plan_V%C3%ADAs-CC_V%C3%ADAs_Compatibles_con_el_Clima.pdf

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (22 de agosto de 1972). *Ley General de Caminos Públicos*. [Ley 5060 de 1972]. Recuperado de:

<http://www.pgrweb.go.cr/scij/>

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (29 de mayo de 1998). *Ley de Creación del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI)*. [Ley 7798 de 1998].

Recuperado de: <http://www.pgrweb.go.cr/scij/>

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (22 de noviembre de 2005). *Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo*. [Ley 8488 de 2005].

Recuperado de: <http://www.pgrweb.go.cr/scij/>

Casa Presidencial de Costa Rica. (2017). *Costa Rica Tormenta Tropical Nate 12 de octubre de 2017*. Documento de Microsoft Power Point. Costa Rica.

Recuperado de: <https://presidencia.go.cr/nate/>

- CNE. (2015). *Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. Costa Rica. ISBN 978-9968-716-37-6.
- CNE. (2016). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2020*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. Costa Rica. ISBN 978-9968-716-41-3.
- CONAVI. (13 de marzo de 2018). *Capacidad de adaptación al cambio climático y resiliencia de la red vial nacional: Declaratoria de la visión de mediano y largo plazo*. [Circular DIE-18-006-C de 2018].
- Dobles, R. (2018). *Costa Rica no avanza en la lucha contra el cambio climático (I)*. Periódico La República. Costa Rica. Recuperado de:
<https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-no-avanza-en-la-lucha-contra-el-cambio-climatico-i>
- IMN. (2016). *Informe Técnico Huracán Otto*. Instituto Meteorológico Nacional. Costa Rica. Recuperado de:
<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Informe+IMN+Hurac%C3%A1n+Otto>
- La Red. (1993). *Los Desastres No Son Naturales*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Recuperado de:
<http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>
- LanammeUCR. (2012). *Evaluación de la vulnerabilidad ante amenazas naturales del tramo entre los kilómetros 0+000 y 59+000 (Naranjo - Florencia) de la Ruta*

Nacional 141. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica. Recuperado de:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/280>

MIDEPLAN. (2014). Metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil. Costa Rica. ISBN 978-9977-73-081-3

MINAET. (2009). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. 1 ed. Costa Rica. Editorial Calderón y Alvarado S.A. ISBN 978-9977-50-094-2.

MOPT. (17 de noviembre de 2009). Reglamento Carreteras de Acceso Restringido. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Costa Rica. [Decreto 35586-MOPT de 2009]. Recuperado de: <http://www.pgrweb.go.cr/scij/>

MOPT. (05 de febrero de 2000). *Reglamento de los Derechos de Vía y Publicidad Exterior*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Costa Rica. [Decreto 29253-MOPT de 2000]. Recuperado de: <http://www.pgrweb.go.cr/scij/>

MOPT. (2018). *Inventario de la Red Vial Nacional*. Secretaría de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Costa Rica.

Presidencia de la República de Costa Rica. (12 de junio de 1998). *Reglamento de Organización y Funcionamiento del Consejo Nacional de Vialidad*. [Decreto N° 27099-MOPT de 1998]. Recuperado de: <http://www.pgrweb.go.cr/scij/>

UNISDR. (2009). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. Naciones Unidas. Ginebra, Suiza. Recuperado de:

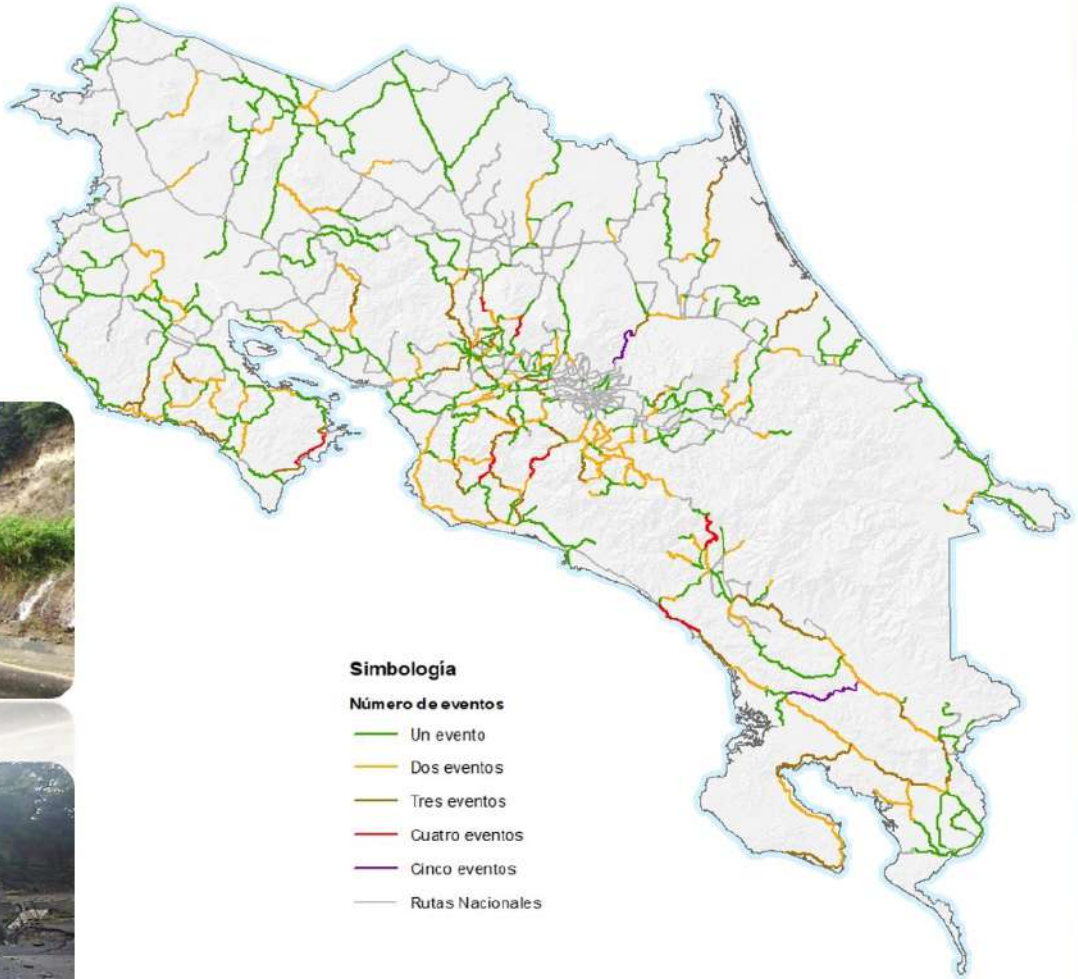
https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf

Universidad Earth. (Sin fecha). ¿Qué es el carbono neutro? Unidad de Carbono Neutro. Costa Rica. Recuperado de: <https://www.earth.ac.cr/es/about-earth/carbono-neutro/spanish-que-es-carbono-neutro/>

Anexo A. Manual de la Herramienta

MANUAL DE USUARIO

“Herramienta para el reporte de infraestructura vulnerable a amenazas naturales extremas en la Red Vial Nacional”



Ruta Nacional N.º 27.



Río Guayabo, Ruta Nacional N.º 164.



Ruta Nacional N.º 2



Río Grande de Térraba, Ruta Nacional N.º 237.

Consejo Nacional de Vialidad.

Manual de Usuario:

"Herramienta para el reporte de infraestructura vulnerable a amenazas naturales extremas en la Red Vial Nacional"

San José de Costa Rica
2017

Créditos:

Unidad de Sistemas de Información de la Dirección de Planificación Institucional.
Ing. Ruth Quesada Valverde - Ing. Rolando Arias Herrera - Geógr. Pablo Arguedas Garro.

Revisión y validación:

Ing. Sarita Monge Conejo – Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.
Ing. Alfredo Serrano Alvarado – Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.
Ing. Andrés Mora Guevara – Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.
Ing. Adriana Monge Chaves – Gerencia de Contratación de Vías y Puentes.
Ing. Luis Villalobos Pacheco – Gerencia de Contratación de Vías y Puentes.
Ing. Luis Carlos Brenes Robleto – Gerencia de Contratación de Vías y Puentes.
Ing. José Pablo Chavarría Alpízar – Gerencia de Contratación de Vías y Puentes.

Revisión y aprobación:

Ing. Andrea Soto Rojas – Directora de Planificación Institucional.
Ing. Edgar May Cantillano – Gerente de Conservación de Vías y Puentes.



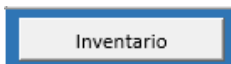
Ruta Nacional N.º 27

Manual

Herramienta para el reporte de infraestructura vulnerable a amenazas naturales extremas en la Red Vial Nacional

A) Inventario físico de la Red Vial Nacional

Se inicia presionando el botón Inventario

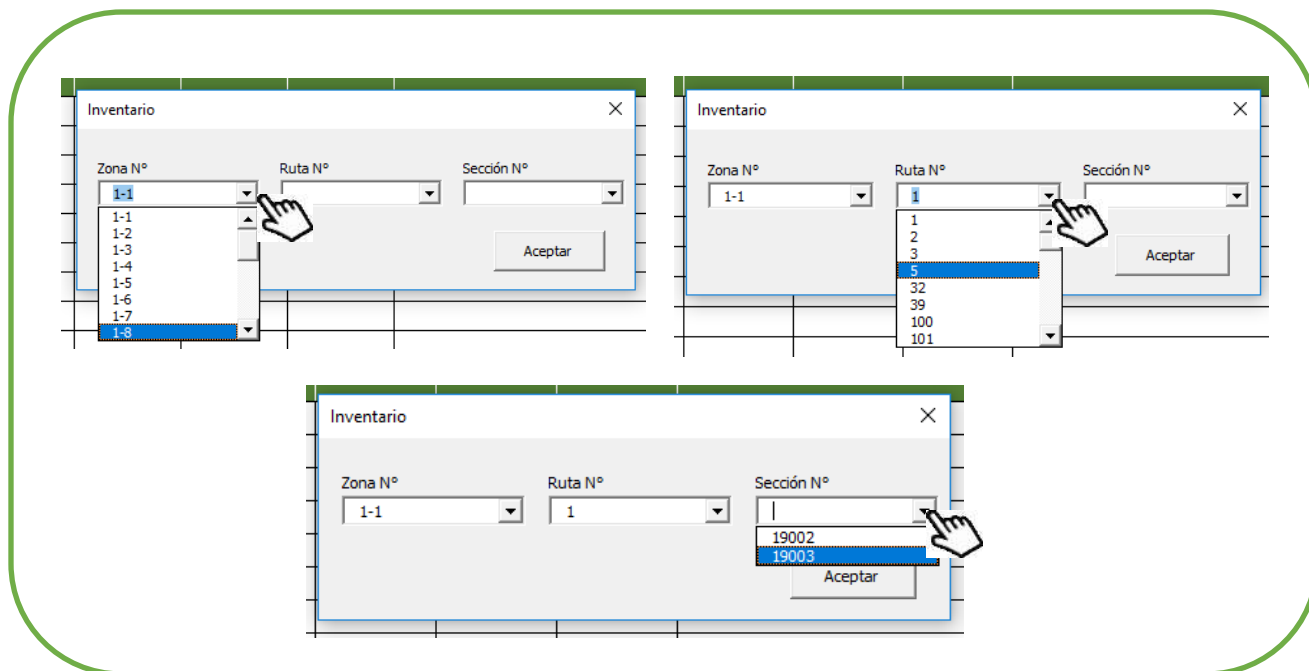


Ficha de reporte de afectaciones en la Red Vial Nacional

Sección N°	Ruta N°	Zona N°	Cantón	Longitud (km)	Asfalto (km)	Lastre (km)

Descripción	Código

Se selecciona la zona, ruta y sección de control donde se registrará la infraestructura susceptible o vulnerable:



Las imágenes muestran tres ventanas de diálogo 'Inventario' que permiten seleccionar los parámetros de control:

- Primera ventana: Selección de Zona N° (se muestra la lista de opciones 1-1 a 1-8).
- Segunda ventana: Selección de Ruta N° (se muestra la lista de opciones 1, 2, 3, 5, 32, 39, 100, 101).
- Tercera ventana: Selección de Sección N° (se muestra la lista de opciones 19002, 19003).

Seleccionada la zona, ruta y sección de control, se obtienen las características físicas de la sección de control, de conformidad con el Inventario Oficial de la Red Vial Nacional suministrado por la Secretaría de Planificación Sectorial del MOPT, como se muestra a continuación:

Ficha de reporte de afectaciones en la Red Vial Nacional

Sección N°	Ruta N°	Zona N°	Cantón	Longitud (km)	Asfalto (km)	Lastre (km)
19002	1	1-1	San Jose	2,25	2,25	-

Tipo de daño observado

Generar ID Exportar Borrar Editar

ID	Fecha	Evento desencadenante

Inventario

Zona N°: 1-1 Ruta N°: 1 Sección N°: 19002

Aceptar

Descripción	Código
Sabana Este(R.2)(R.27)(C.42)-La Uruca(R.3)(Hotel Irazu)	11_001_19002

B) Registro del tipo de daño observado o de la infraestructura vial vulnerable

1. Generación del Id y de la fecha del registro

Sección N°	Ruta N°	Zona N°	Cantón	Longitud (km)
19002	1	1-1	San Jose	2,25

Tipo de daño observado

Generar ID Exportar Borrar

ID	Fecha	Evento desencadenante	Estructura	Elemento
00001_19002	11-ago-17			

Al presionar el botón “Generar ID”, en la columna “ID” de la base de datos “Tipo de daño observado”, se genera un identificador del registro compuesto por un consecutivo más la “Sección de Control” seleccionada.

Es importante tener el cuidado, de tener seleccionada la “Sección de Control” correcta.

En la columna “Fecha” se registra automáticamente la fecha en que se ingresa el registro. No obstante, se tiene la posibilidad de modificarse según criterio del encargado responsable de alimentar la base de datos.

2. Evento desencadenante

ID	Fecha	Evento desencadenante
00001_19002	11-ago-17	
		Sitio vulnerable
		Lluvia
		Terremoto
		Tsunami
		Marea alta
		Vulcanismo
		Avalancha
		Sequia

- Sitio Vulnerable: registro de aquellos sitios que, ante la exposición de un evento natural o antrópico, recurrentemente sufre una afectación anormal, que generalmente conlleva al cierre parcial o total del paso vehicular en la Red Vial Nacional.
- Lluvia: afectación de la infraestructura vial producto de un exceso de precipitaciones.
- Terremoto: afectación de la infraestructura vial producto de un sismo de alta magnitud.
- Marea alta: afectación de la infraestructura vial costera, producto de las mareas provenientes del Océano Pacífico o del Mar Caribe.
- Vulcanismo: afectación de la infraestructura vial asociada con erupciones volcánicas de ceniza, coladas de lava, caída de rocas y flujos piroclásticos, proyectiles balísticos, lluvia ácida, sismología u otras.

- f) Avalanchas: flujo de material en sentido descendiente asociado con lahares (material volcánico más agua) o aluviones, los cuales suelen viajar canalizados por los sistemas fluviales y que afectan puentes, alcantarillas mayores, sistemas de drenajes, entre otras obras de infraestructura vial.
- g) Sequía: fenómeno natural que afecta -para efectos de este estudio- principalmente las rutas nacionales en lastre, con la generación de un exceso de polvo en su superficie de rodamiento.

3. Estructura, elemento y daño:

Para completar estas casillas, se debe tener presente que las tres variables están interrelacionadas, de forma que, se debe seleccionar primero el tipo de estructura afecta (la tipificación se indica más adelante), una vez seleccionada el tipo de estructura en la columna elemento se desplegarán los elementos asociados al tipo de estructura, completada esta columna, en la denominada “Daño” se desplegarán los daños asociados al elemento previamente seleccionado; tal y como a continuación se detalla:

Tipo de daño observado					
Generar ID Exportar Borrar					
ID	Fecha	Evento desencadenante	Estructura	Elemento	Daño
00001_19002	11-ago-17	Lluvia			
			<ul style="list-style-type: none"> Carretera Puente Alcantarilla_mayor Puente_peatonal 		

Tipo de daño observado					
Generar ID Exportar Borrar					
ID	Fecha	Evento desencadenante	Estructura	Elemento	Daño
00001_19002	11-ago-17	Lluvia	Carretera		
				<ul style="list-style-type: none"> Alcantarilla Calzada Cuneta Contracuneta Muro Relleno Talud Vado 	

Tipo de daño observado						
ID	Fecha	Evento desencadenante	Estructura	Elemento	Daño	M
00001_19002	11-ago-17	Lluvia	Carretera	Alcantarilla	Agrietamiento Socavación Hundimiento Colapso Desplazamiento Excede la capacidad Obstrucción	

a) **Estructura:** Carretera, Puente, Alcantarilla mayor y Puente Peatonal

b) **Elemento:**

Tipo de Estructura	Elemento Asociado
Carretera	Alcantarilla Calzada Cuneta Contraacuneta Muro Relleno Talud Vado
Puente	Apoyos Bastiones Elementos protección Márgenes Pasarela peatonal Pilas Relleno aproximación Superestructura Apoyos
Alcantarilla Mayor	Aletones Delantal Rellenos aproximación Estructura principal
Puente Peatonal	Estructura accesos Apoyo paso principal Apoyos intermedios Super-estructura

c) Daños:

Para cada una de las estructuras (carreteras, puentes, alcantarilla mayor y/o puentes peatonales) y sus elementos asociados, se han identificado los principales daños que podrían afectarlos y que interesa registrar, como se muestra en el siguiente esquema:

Estructura		
ELEMENTO 1	ELEMENTO 2	ELEMENTO ...
Daños		

El título del cuadro indica la estructura vulnerable o que ha sufrido daños por un determinado fenómeno climático, los títulos de las columnas muestran los elementos afectados de esa estructura y la información restante, los daños de interés registrados para cada elemento, como se presenta a continuación:

Carretera			
Alcantarilla	Calzada	Cuneta	Contracuneta
Agrietamiento	Agrietamiento	Agrietamiento	Agrietamiento
Colapso	Anegación	Colapso	Colapso
Desplazamiento	Hundimiento	Excede la capacidad	Excede la capacidad
Excede la capacidad	Obstrucción	Obstrucción	Obstrucción
Obstrucción	Socavación	Socavación	Socavación
Socavación	Exceso barro		
	Exceso polvo		

Muro	Relleno	Talud	Vado
Agrietamiento	Afloramientos agua	Afloramientos agua	Agrietamiento
Colapso	Agrietamiento	Agrietamiento	Colapso
Deformación	Asentamiento	Derrumbe	Erosion (grada)
Desplazamiento	Colapso	Erosión	Hundimiento
Socavación	Erosión	Reptación	Obstrucción
	Hundimiento		Socavación
	Socavación		

Elementos

- **Alcantarilla:** Acueducto subterráneo, o sumidero, diseñado y construido para recoger y conducir aguas de lluvias.
- **Calzada:** En las carreteras, parte central dispuesta para la circulación de vehículos.
- **Cunetas:** estructuras de drenaje superficial, que dispone de las aguas pluviales recogidas en la calzada de las vías.
- **Contracuneta:** zanja lateral generalmente paralela al eje de la carretera o del camino, construida en la parte superior de las laderas del corte o en la parte superior de las laderas donde se apoyan los taludes de terraplén.
- **Muro:** estructuras utilizadas para detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales.
- **Relleno o terraplén:** tierra que se emplea para construir un camino o una estructura defensiva, o que se utiliza con el objetivo de rellenar algún espacio.
- **Talud:** cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal adoptando esa posición de forma temporal o permanente y con estructura de suelo o de roca.
- **Vado:** es un lugar de un río, arroyo o corriente de agua con fondo firme y poco profundo, por donde se puede pasar.

Daños a registrar

- **Afloramiento de agua:** salida y escurrimiento de aguas provenientes del subsuelo.
- **Agrietamiento:** grietas presentes en estructuras de concreto, en superficies de rodamiento de concreto hidráulico o asfáltico, o en superficies de tierra y/o roca.
- **Anegamiento o inundación:** cubrir con aguas pluviales la vía, lo que dificulta o impide el paso vehicular.
- **Asentamiento:** Descenso que experimenta una estructura a medida que se consolida el terreno situado bajo el mismo.
- **Colapso:** fallo estructural de un elemento, lo que conlleva a su destrucción parcial o total.
- **Deformación:** cambio en el tamaño o forma de una estructura debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo.
- **Derrumbe o deslizamiento:** es un fenómeno natural donde la tierra se mueve, se cae o se desplaza porque ha perdido su estabilidad.
- **Desplazamiento:** traslado o movimiento de una estructura de su ubicación original.
- **Erosión:** Desgaste producido en la superficie de un cuerpo por el roce o frotamiento de otro.
- **Excede la capacidad:** rebalse o desbordamiento recurrente del agua que es conducida generalmente por una estructura de drenaje.
- **Exceso de barro:** condición de las superficies de rodamiento en lastre o tierra, que en presencia de altas precipitaciones puede generar dificultad o impedimento en el paso vehicular.

- **Exceso de polvo:** altos contenidos de partículas suspendidas en el aire, constituidas principalmente de los materiales finos de componen las superficies de rodamiento en lastre o tierra, presentes en condiciones extremadamente secas.
- **Hundimiento:** depresión o concavidad en la subrasante o en las capas que conforman estructuralmente la calzada, lo que puede impedir de forma parcial o total los flujos vehiculares.
- **Obstrucción:** Interrupción parcial o total de la vía, por la caída de materiales sobre la calzada, tales como piedras, tierra, árboles, tendido eléctrico o posteo, entre otros.
En el caso de estructuras de drenajes, es el rebalse de las aguas pluviales, producto del depósito de materiales arrastrados por la acción del mismo fluido.
- **Reptación:** Movimiento de deslizamiento de los materiales situados en una pendiente.
- **Socavación:** erosión o remoción del material que sirve de apoyo a una estructura o a una calzada (base, subbase y subrasante), esto generalmente por acción del agua.

Puentes

Apoyos	Bastiones	Elementos_proteccion	Márgenes
Deformación	Acumulación escombros	Agrietamiento	Agrietamientos
Desplazamiento	Agrietamiento	Colapso	Cambio alineamiento cauce
Falla de llave sísmica	Colapso	Hundimiento	Desprendimientos
Inclinación	Hundimiento	Socavación	
Pérdida de pernos o remaches	Inclinación		
	Socavación		

Pilas	Relleno_aproximación	Superestructura	Pasarela_peatonal
Acumulación escombros	Acumulación escombros	Acumulación escombros	Acumulación escombros
Agrietamiento	Agrietamiento	Agrietamiento estructural	Agrietamiento estructural
Colapso	Colapso	Colapso	Colapso
Falla elemento acero	Erosion	Desplazamiento	Desplazamiento
Hundimiento	Hundimiento	Falla elemento acero	Falla elemento acero
Inclinación	Pérdida parcial relleno	Hundimiento	Hundimiento
Socavación	Socavación		Socavación

Elementos

- **Apoyos:** dispositivos utilizados para la transmisión de cargas desde la superestructura hacia la subestructura.
- **Bastiones:** Parte de la subestructura que sirve de apoyo al extremo de todo un tramo en un puente. Sirve además de muro de retención al relleno que se encuentra en la parte trasera.
- **Márgenes:** cualquiera de las orillas de un río.
- **Pilas:** Son los apoyos intermedios de los puentes de dos o más tramos.
- **Rellenos de aproximación:** estructuras que permitirán una transición adecuada entre la carretera – puente – carretera.
- **Superestructura:** constituida en términos generales por las vigas de un puente, diafragmas, tablero, aceras, postes, pasamanos, capa de rodadura o durmientes, rieles, etc.
- **Pasarela peatonal:** puente pequeño destinado para el paso de peatones.

Daños a registrar

- **Acumulación de escombros:** depósito de materiales arrastrados por la corriente de los ríos, en elementos estructurales de acero como vigas principales, diafragmas y apoyos.
- **Agrietamiento:** grietas presentes en estructuras de concreto, en superficies de rodamiento de concreto hidráulico o asfáltico, o en superficies de tierra y/o roca.
- **Cambio alineamiento del cauce:** genera problemas en la subestructura del puente, específicamente en las cimentaciones de los bastiones, las pilas de los puentes o en los rellenos de aproximación.
- **Colapso:** fallo estructural de un elemento, lo que conlleva a su destrucción parcial o total.
- **Deformación:** cambio en el tamaño o forma de una estructura debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo.
- **Desplazamiento:** traslado o movimiento de una estructura de su ubicación original.
- **Desprendimientos:** toda masa separada de un talud o ladera por una superficie de corte generalmente pequeña.
- **Erosión:** Desgaste producido en la superficie de un cuerpo por el roce o frotamiento de otro.
- **Falla de elemento de acero:** falla estructural de aquellos elementos de acero ubicados en la subestructura o superestructura de los puentes.
- **Falla de llave sísmica:** desplazamiento de la superestructura del puente.
- **Hundimiento:** depresión o concavidad en la subrasante o en las capas que conforman estructuralmente la calzada, lo que puede impedir de forma parcial o total los flujos vehiculares.
- **Inclinación:** Angulación con respecto a uno de los tres planos del espacio.
- **Pérdida parcial de relleno.**
- **Pérdida de pernos o remaches:** el número de pernos o remaches faltantes deberá ser registrado.
- **Socavación:** erosión o remoción del material que sirve de apoyo a una estructura o a una calzada (base, subbase y subrasante), esto generalmente por acción del agua.

Alcantarilla Mayor

Aletones	Delantal	Rellenos	Estructura_principal
Acumulación escombros	Agrietamiento	Acumulación escombros	Acumulación escombros
Agrietamiento	Colapso	Agrietamiento	Agrietamiento
Colapso	Hundimiento	Colapso	Colapso
Hundimiento	Socavación	Hundimiento	Deformación (acero)
Socavación		Pérdida parcial relleno	Desplazamiento
		Socavación	Excede la capacidad
			Hundimiento
			Socavación

Elementos

- **Aletones:** Muro lateral colocado en la entrada o salida de las bóvedas, cajas o cabezales diseñados y contruidos para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.
- **Delantal:** Piso de hormigón o mampostería, diseñado y construido a manera de remate de los aletones y diseñado para evitar la erosión y socavación de los mismos.
- **Rellenos:** Es el material especial o de terracería uniformemente colocado y compactado en las partes laterales y superior de la alcantarilla, así como atrás de los aletones.
- **Estructura principal:** estructura que posee de una a cuatro celdas o tramos que pueden ser de forma circular, rectangular u ovalada; en la cual la longitud libre de cada celda es menor de seis metros. A diferencia del puente, la alcantarilla cuenta con el piso revestido y además requiere de aletones, cabezales y delantales para garantizar su funcionamiento.

Daños a registrar

- **Acumulación escombros:** depósito de materiales arrastrados por la energía del agua.
- **Agrietamiento:** grietas presentes en estructuras de concreto, en superficies de rodamiento de concreto hidráulico o asfáltico, o en superficies de tierra y/o roca.
- **Colapso:** fallo estructural de un elemento, lo que conlleva a su destrucción parcial o total.
- **Deformación (acero):** cambio en el tamaño o forma de una estructura debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo.
- **Desplazamiento:** traslado o movimiento de una estructura de su ubicación original.
- **Excede la capacidad:** rebalse o desbordamiento recurrente del agua que es conducida generalmente por una estructura de drenaje.

- **Hundimiento:** depresión o concavidad en la subrasante o en las capas que conforman estructuralmente la calzada, lo que puede impedir de forma parcial o total los flujos vehiculares.
- **Pérdida parcial relleno.**
- **Socavación:** erosión o remoción del material que sirve de apoyo a una estructura o a una calzada (base, subbase y subrasante), esto generalmente por acción del agua.

Puente Peatonal

Estructura accesos	Apoyo_paso_principal	Apoyos_intermedios	Super-estructura
Agrietamiento estructural	Agrietamiento estructural	Agrietamiento estructural	Agrietamiento estructural
Colapso	Colapso	Colapso	Colapso
Falla elemento acero	Falla elemento acero	Falla elemento acero	Desplazamiento
Hundimiento	Hundimiento	Hundimiento	Falla elemento acero
	Inclinación	Inclinación	Hundimiento

Elementos

- **Estructura accesos:** estructuras que brindan acceso al puente, tales como rampas, gradas, ascensores u otras similares.
- **Apoyo_paso_principal:** estructuras laterales que sirven de apoyo al cuerpo principal.
- **Apoyos_intermedios:** estructuras laterales (si las tuviera) que sirven de apoyo al cuerpo principal.
- **Super-estructura:** cuerpo principal del puente donde se excluyen las anteriores estructuras.

Daños a registrar

- **Agrietamiento estructural:** grietas presentes en los elementos estructurales construidos de concreto u hormigón o en superficies de rodamiento de concreto hidráulico o asfáltico.
- **Colapso:** fallo estructural de un elemento, lo que conlleva a su destrucción parcial o total.
- **Desplazamiento:** traslado o movimiento de una estructura de su ubicación original.
- **Falla elemento acero:** colapso de un determinado elemento estructural de acero.
- **Hundimiento:** movimiento vertical de la estructura, generalmente asociada a problemas de estabilidad de la subrasante.
- **Inclinación:** Angulación con respecto a uno de los tres planos del espacio.

4. Magnitud

Ficha de reporte de afectaciones en la Red Vial Nacional							Inventario
Sección N°	Ruta N°	Zona N°	Cantón	Longitud (km)	Asfalto (km)	Lastre (km)	
19002	1	1-1	San Jose	2,25	2,25	-	
Tipo de daño observado							<input type="button" value="Generar ID"/> <input type="button" value="Exportar"/> <input type="button" value="Borrar"/> <input type="button" value="Editar"/>
ID	Fecha	Evento desencadenante	Estructura	Elemento	Daño	Magnitud	
00001_19002	28-ago-17	Lluvia	Carretera	Calzada	Hundimiento	Severa	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Leve Moderada Severa No aplica </div> 

Describe la magnitud del daño en función del tiempo de intervención, que permita el tránsito seguro de peatones y vehículos.

- Leve: la magnitud del daño es tal, que requirió una intervención no mayor a una semana.
- Moderada: el tiempo requerido para su intervención está entre una y tres semanas.
- Severa: cualquier intervención que requiera de tiempos mayores a tres semanas.
- No aplica: cuando el daño no se ha suscitado.

5. Paso.

ional						Inventario
Cantón	Longitud (km)	Asfalto (km)	Lastre (km)			
San Jose	2,25	2,25	-			
<input type="button" value="Exportar"/> <input type="button" value="Borrar"/> <input type="button" value="Editar"/>						
Estructura	Elemento	Daño	Magnitud	Paso	Coord_X	
Carretera	Calzada	Hundimiento	Severa	Cerrado		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Abierto Regulado Cerrado </div> 

Permite identificar la condición en que se encuentra el paso por la vía:

- Abierto: cuando el daño registrado no impide el tránsito seguro de peatones o vehículos.
- Regulado: cuando se requiere cerrar parcialmente el tránsito de vehículos, ya sea, porque se debe cerrar un sentido de circulación o porque el paso se cierra y reabre con cierta regularidad, en intervalos suficientes para permitir realizar los trabajos requeridos.
- Cerrado: cuando no se permite el tránsito vehicular o peatonal por problemas de seguridad o porque la vía está obstruida o inhabilitada.

6. Coordenada X, coordenada Y y Localización coloquial

(km)	Descripción
-	Sabana Este(R.2)(R.27)(C.42)-La Uruca(R.3)(Hotel Irazu)

ar

itud	Paso	Coord_X	Coord_Y	Localización coloquial	Medida
era	Cerrado	488 490,420	1 099 510,343	Int. Calle 60 (hacia Sabana Norte)	

La herramienta deberá ser alimentada con las coordenadas geográficas del sitio o infraestructura afectada, conforme con la proyección oficial para Costa Rica, mejor conocida como CRTM05 (Costa Rica Transversal Mercator del año 2005).

Referente a la celda “Localización coloquial” deberá completarse con una pequeña descripción del lugar donde se suscita el daño, mismo que al ser un sitio donde se registra una afectación generalmente recurrente, los pobladores o usuarios le han bautizado con un nombre propio o coloquial. Ejemplos de ello, deslizamiento de Cerbata, quebrada La Botella, derrumbe en el Salto de la Novia, entre otros.

7. Información opcional relacionada con la o las intervenciones realizadas en el sitio en atención de la afectación.

- Medida o acción tomada para atender la afectación o la vulnerabilidad.
- Costo o estimación (millones €): monto final ejecutado o valor estimado de las intervenciones requeridas, en procura de brindar una solución paliativa o permanente.
- Fecha de ejecución: fecha en que se dio la intervención.
- Emergencia o Imprevisibilidad: en el caso de que el evento desencadenante haya generado un estado de emergencia a nivel regional o nacional, se deberá indicar, el número del decreto y de concurso que permitieron destinar recursos para atender la infraestructura vial dañada. Si la afectación fue atendida mediante una imprevisibilidad, se deberá completar esa celda con el respectivo número de expediente.

	Medida o acción tomada para atender la afectación o la vulnerabilidad	Costo o estimación (millones €)	Fecha de ejecución	Emergencia o Imprevisibilidad	

8. Observaciones

En este espacio se podrá escribir cualquier información adicional y relevante. Como, por ejemplo, si las medidas o acciones implementadas son de carácter temporal (paliativas) o permanentes. También si se requiere realizar algún tipo de salvedad o aclaración, de conformidad con la información suministrada.

C) Exportación de la información contenida en el formulario

Una vez, debidamente lleno el formulario, se procede con la exportación de la información de daños, para lo cual, se deberá presionar el botón exportar, como se indica en la siguiente imagen:

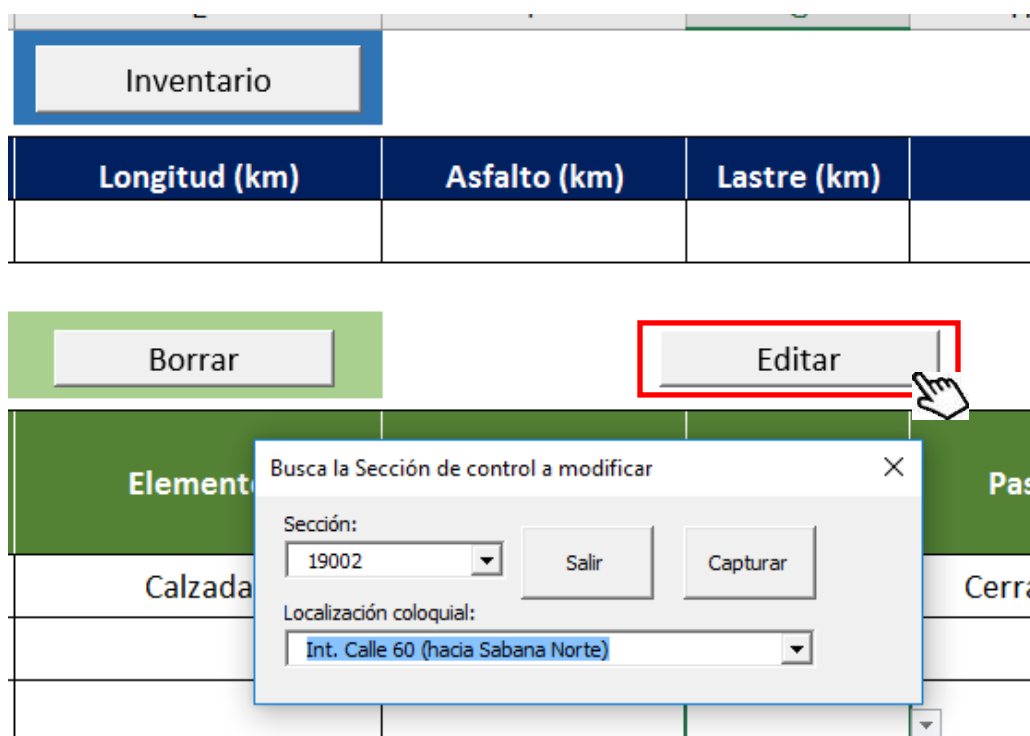
Sección N°	Ruta N°	Zona N°	Cantón	Longitud (km)	Asfalto (km)	Lastre (km)	
10502							
Tipo de daño observado		Generar ID	Exportar	Borrar	Editar		
ID	Fecha	Evento desencadenante	Estructura	Elemento	Daño	Magnitud	Pa
00001_19002	28-ago-17	Lluvia	Carretera	Calzada	Hundimiento	Severa	Cer
00002_19067	30-ago-17	Lluvia	Carretera	Alcantarilla	Excede la capacidad	Moderada	Abi
00003_40060	30-ago-17	Lluvia	Puente	Bastiones	cumulación escombro	Moderada	Abi
00004_20250	30-ago-17	Lluvia	Alcantarilla_mayor	Rellenos	Agrietamiento	Severa	Regu
00005_10502	30-ago-17	Terremoto	Puente	Apoyos	Falla de llave sísmica	Severa	Cer

Cuando la información se exporta, los datos ingresados en el formulario desaparecen y queda listo para el ingresar nueva información.

D) Edición de daños registrados

Esta opción se activa con el botón denominado “Editar” y sirve para corregir cualquier registro ingresado de daños o sitios vulnerables.

El presionar el botón editar, aparece un nuevo formulario que consulta sobre la sección de interés y su localización coloquial.



Inventario			
Longitud (km)	Asfalto (km)	Lastre (km)	

Borrar	Editar
--------	--------

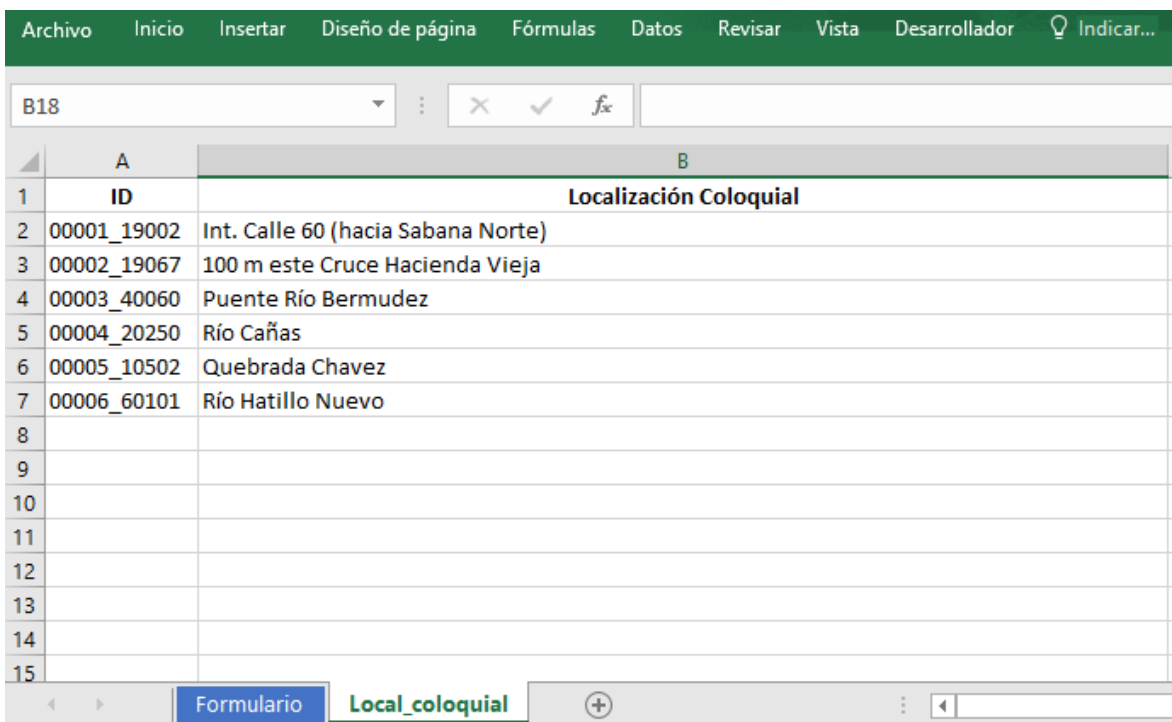
Busca la Sección de control a modificar

Sección: 19002

Localización coloquial: Int. Calle 60 (hacia Sabana Norte)

Salir Capturar

Es importante ir documentando la localización coloquial por puntos de afectación, puesto que los mismos serán la llave para la edición de los datos ingresados. Por tal razón, se agrega la hoja con el nombre “Local_coloquial” donde se observan los diferentes sitios de afectación identificados por su localización coloquial.



	A	B
1	ID	Localización Coloquial
2	00001_19002	Int. Calle 60 (hacia Sabana Norte)
3	00002_19067	100 m este Cruce Hacienda Vieja
4	00003_40060	Puente Río Bermudez
5	00004_20250	Río Cañas
6	00005_10502	Quebrada Chavez
7	00006_60101	Río Hatillo Nuevo
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Así las cosas, se presenta el siguiente menú que permite la edición de los datos ya ingresados, sea para modificar un registro existente, o para asociar un nuevo daño al mismo punto de afectación. En este último caso se deber presionar el botón “Modificar”, mientras que si lo requerido es asociar el nuevo daño a una localización ya registrada se deberá presionar el botón “Exportar”.

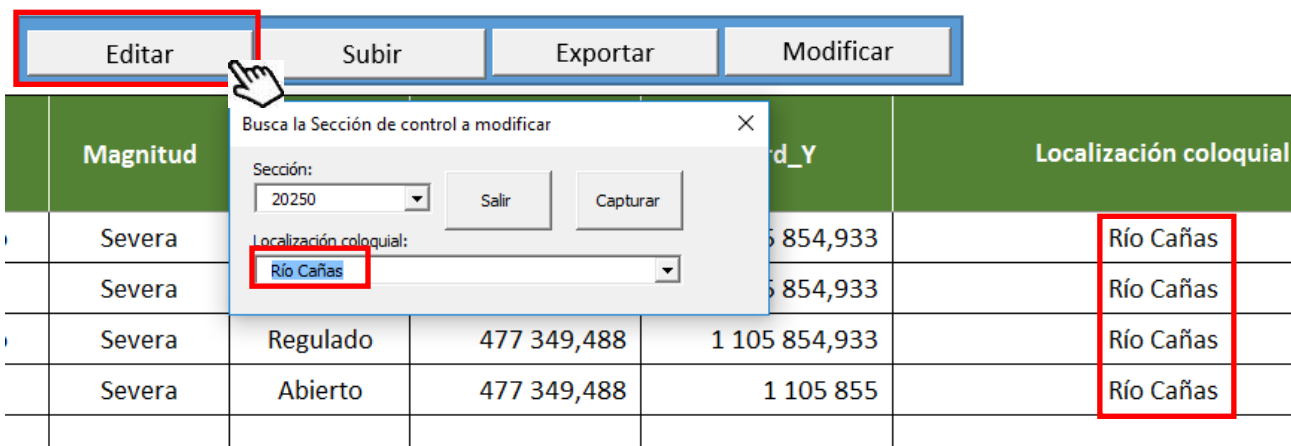
	G	H	I	J	K
--	---	---	---	---	---

o (km)	Lastre (km)

Editar	Subir	Exportar	Modificar
--------	-------	----------	-----------

ño	Magnitud	Paso	Coord_X	Coord_Y
ación	Severa	Abierto	477 349,488	1 105 854,933

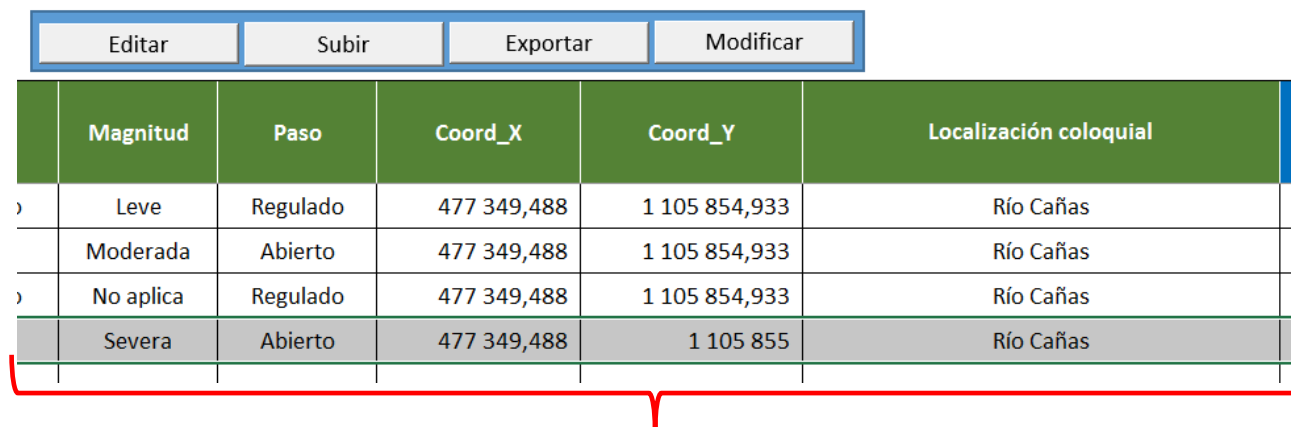
En ciertos casos, pueden existir varios daños asociados al mismo sitio, lo que implica que al presionar el botón editar, se van a cargar todos los registros de daños asociados.



Magnitud	Paso	Coord_X	Coord_Y	Localización coloquial
Severa			854,933	Río Cañas
Severa			854,933	Río Cañas
Severa	Regulado	477 349,488	1 105 854,933	Río Cañas
Severa	Abierto	477 349,488	1 105 855	Río Cañas

Esta herramienta únicamente permite modificar un registro a la vez, por lo que se deberá seleccionar la fila de información que se desea cambiar y presionar el botón “Subir”, para que el registro de interés ascienda a la primera fila de la tabla.

Se procede a seleccionar el registro de interés:



Magnitud	Paso	Coord_X	Coord_Y	Localización coloquial
Leve	Regulado	477 349,488	1 105 854,933	Río Cañas
Moderada	Abierto	477 349,488	1 105 854,933	Río Cañas
No aplica	Regulado	477 349,488	1 105 854,933	Río Cañas
Severa	Abierto	477 349,488	1 105 855	Río Cañas

Se selecciona la fila que se va a modificar y se presiona el botón subir

(km)	Lastre (km)	Descripción			

Editar	Subir	Exportar	Modificar
--------	-------	----------	-----------

ño	Magnitud	Paso	Coord_X	Coord_Y	Localización coloquial
ación	Severa	Abierto	477 349,488	1 105 855	Río Cañas

El registro de la cuarta fila asciende a la primera fila de la tabla y se borran los restantes

Esta acción permitirá que los cambios que se realicen en la primera fila se registren correctamente.

Cualquier duda o recomendación, por favor, escribir al correo electrónico:

rolando.arias@conavi.go.cr

Teléfono: 2202 – 5555

Anexo B. Fichas de Campo

ID:	1		
Ubicación :	250 m de la Antena del ICE		
Ruta:	307	Sección:	11172
Cantón	Coronado	Distrito	Cascajal
Coordenada	X	Y	
	500 877,03	1 105 523,07	
Evento:	Lluvias		
Estructura:	Carretera		
Elemento:	Calzada		
Daño:	Socavación		
Observaciones: Daño producido por la Tormenta Tropical Nate			
Medida:	-	Construcción de muro, no se sabe cuándo se realizó.	
Inversión	0	colones	
Observaciones			
Antecedentes			
Situación actual			
En el sitio se presencia la existencia de una alcantarilla. Se aseveran problemas de obstrucción y rebalse del caudal. Para solucionar el problema de socavación de la carretera, se construyó un muro de contención en el sector oeste de la ruta.			
Estructuras			
Alcantarilla, calzada y talud.			
Caracterización lugar (entorno)			
Zona rural, con suelos desnudos (potreros) y pendientes moderadas lo que produce alta escorrentía en época de lluvias.			
Condiciones de la carretera			
Ancho de calzada relativamente estrecho, superficie de ruedo en asfalto y no tiene espaldones.			
Observaciones de campo			
Hora de llegada: 8:35am. No se está resolviendo el problema de vulnerabilidad, tampoco se soluciona el tema de seguridad vial ya que los vehículos podrían colisionar contra las señales "Chevron", en este último aspecto, se observan señales en mal estado lo que sugiere que en algún momento se presento un accidente.			

Fotografías



Fotografía 1: socavación de la ruta.



Fotografía 2: nuevo muro de contención.



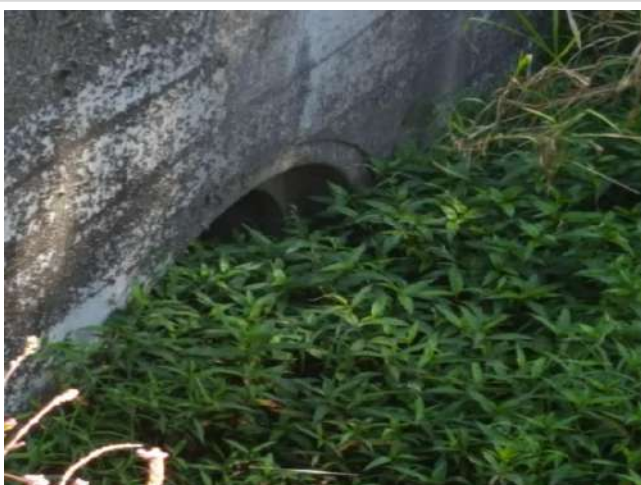
Fotografía 3: escombrera de material socavado.



Fotografía 4: obstrucción de alcantarilla aguas abajo.



Fotografía 5: vista parcial de alcantarilla.



Fotografía 6: obstrucción de alcantarilla aguas arriba.

ID: 1 00009_40280 2

Ubicación : Después del puente sobre Río Tibás
Ruta: 504 Sección: 40280
Cantón Santo Domingo Distrito Pará
Coordenada X Y
495 219,00 1 105 683,00

Evento: Lluvias
Estructura: Carretera
Elemento: Talud
Daño: Derrumbe

Observaciones: Cuando hay presencia de altas precipitaciones se desprende material del talud



Medida: Cuadrillas de limpieza para retirar el material de la calzada y cuneta
Inversión 0 colones

Observaciones

Antecedentes

Situación actual

Se logra visualizar un corte en la ladera, hecho que sugiere el desencadenamiento del derrumbe registrado. En dicho corte hay presencia de vegetación nueva y escasa, también, llama la atención la salida de aguas del terreno. Se removió el material consolidado sobre la calzada y no se visualizan escombros cercanos.

Estructuras

Talud

Caracterización lugar (entorno)

Terreno de fuerte pendiente y de longitud considerable a un margen lateral de la carretera. Escenario típico de las áreas colindantes con ríos. Hay presencia de casas en los alrededores pero no sobre el sitio del evento.

Condiciones de la carretera

Superficie de ruedo en asfalto y presencia de cordón de caño en buen estado. Hay un espaldón a un lado de la carretera.

Observaciones de campo

Hora de llegada: 9:16am. Se mantiene la vulnerabilidad ya que el afloramiento de aguas es persistente. No se sabe con exactitud de donde provienen las aguas ya que en las partes altas del talud no se observan casas o edificaciones cercanas.

Fotografías



Fotografía 1: área desprendida.



Fotografía 2: escurrimiento de aguas de origen desconocido.



Fotografía 3: afloramientos de agua sobre la ladera.

ID: 00001-19008			
Ubicación :	Frente a Walmart		
Ruta:	5	Sección:	19008
Cantón	Tibás	Distrito	San Juan
Coordenada	X	Y	
	491 118,77	1 100 326,10	
Evento:	Lluvias		
Estructura:	Carretera		
Elemento:	Alcantarilla		
Daño:	Socavación		



Observaciones: Tormenta Tropical Nate

Medida:
Inversión 0 colones

Observaciones

Antecedentes

Durante la Tormenta Tropical Nate se produjo la socavación y el desprendimiento de la alcantarilla transversal que conduce las aguas directamente a la quebrada. (<https://www.nacion.com/sucesos/desastres/una-parte-del-puente-que-comunica-tibas-con-san-jose-cayo-a-quebrada/DQLIMNKIANEOHG5JWRSM2V4VUI/story/>)

Situación actual

La socavación de la alcantarilla fue resuelta con la construcción de un muro de gaviones que permite disminuir la erosión lateral causada por el cauce de la quebrada Rivera. Asimismo, se colocó una nueva tubería de altas dimensiones que reemplaza la que había antes del daño reportado. Estas medidas se desarrollan anexas al puente.

Estructuras

Alcantarilla, puente.

Caracterización lugar (entorno)

Al estar situado sobre una zona de alta densidad urbana, se puede apreciar gran cantidad de basura.

Condiciones de la carretera

Puente sobre la quebrada Rivera, estructura relativamente nueva. Superficie de rodamiento en asfalto.

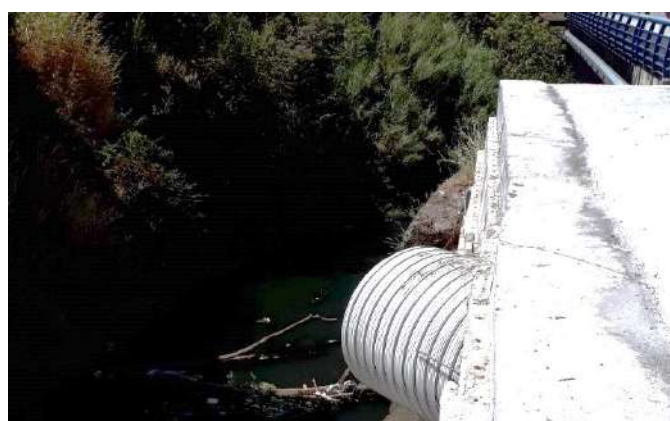
Observaciones de campo

Hola de llegada: 10:03 am. Se puede presenciar maleza o matorral sobre las estructuras nuevas. A pesar de que se resolvieron los problemas presentados, las aguas que desfogon por la tubería de gran dimensión podrían poner en riesgo el muro de la alcantarilla generando nuevos casos de socavación.

Fotografías



Fotografía 1: muro de gaviones.



Fotografía 2: tubería nueva de grandes dimensiones.



Fotografía 3: vegetación sobre nuevas los nuevos elementos construidos.



Fotografía 4: aguas pluviales caen sobre la base de la nueva estructura.

ID: 00006-19009
Ubicación : Frente a taller Vicar
Ruta: 5 **Sección:** 19009
Cantón Tibás **Distrito** San Juan
Coordenada **X** **Y**
 490 570,92 1 101 764,00

Evento: Lluvia
Estructura: Carretera
Elemento: Talud
Daño: Derrumbe

Observaciones: Tormenta Tropical Nate



Medida:
Inversión 0 colones

Observaciones

Antecedentes

El sitio del evento fue un talud que estaba cubierto por vegetación y árboles. Durante la Tormenta Tropical Nate, las fuertes lluvias ocasionaron derrumbes de un área importante que afectó tanto a la ruta nacional como a las viviendas existentes por encima del talud.

Situación actual

Se presenta un recubrimiento con concreto del talud y tuberías que permiten sacar el exceso de agua.

Estructuras

Talud y cunetas.

Caracterización lugar (entorno)

Pendiente del terreno de alto grado con viviendas en la parte alta.

Condiciones de la carretera

Ruta en asfalto en buenas condiciones, presenta caños de dimensiones importantes.

Observaciones de campo

Hora de llegada: 10:20am. Se observa gran cantidad de basura en los caños, lo que podría ocasionar eventualmente obstrucción de tuberías y por ende inundaciones posteriores.

Fotografías



Fotografía 1: vista parcial de las intervenciones realizadas.



Fotografía 2: viviendas en la parte alta del talud.



Fotografía 3: basura sobre el cordón de caño.



Fotografía 4: tubería para la extracción del agua del talud.

ID: 00007-40050

Ubicación :	Frente al plantel del MOPT en Colima Tibás		
Ruta:	5	Sección:	40050
Cantón	Santo Domingo	Distrito	Santa Rosa
Coordenada	X	Y	
	490 589,00	1 102 366,00	

Evento:	Lluvias
Estructura:	Carretera
Elemento:	Talud
Daño:	Derrumbe

Observaciones: Cuando hay presencia de altas precipitaciones se desprende material del talud



Medida:	Se incorporan cuadrillas de limpieza para retirar el material de la calzada y la cuneta		
Inversión	0	colones	

Observaciones

Antecedentes

Situación actual

En el sitio del evento aún se logra reconocer el área deslizada que provocó el derrumbe. Al estar en un talud de alta pendiente, se sugiere que el evento fue provocado por la alta escorrentía superficial de las aguas en un terreno anexo. Como medida paliativa se utilizó un Geotextil, sin embargo, el estado del mantenido es regular y no cubre el área inestable.

Estructuras

Talud

Caracterización lugar (entorno)

Talud de alta pendiente con poco control de erosión.

Condiciones de la carretera

2 carriles que conducen a Santo Domingo. Superficie de ruedo en asfalto.

Observaciones de campo

Hora de llegada: 10:35am. El problema podría volver a presentarse, ya que solo se aplicó una medida paliativa temporal.

Fotografías



Fotografía 1: área de desprendimiento de material.



Fotografía 2: área sin la protección erosiva correspondiente.



Fotografía 3: vista parcial del talud que podría generar otros evento similares.

ID: 00006_40031

Ubicación :	Puente Río Virilla		
Ruta:	106	Sección:	40031
Cantón	Heredia	Distrito	Ulloa
Coordenada	X	Y	
	483 616,00	1 103 567,00	



Evento: Lluvia
Estructura: Carretera
Elemento: Calzada
Daño: Anegación

Observaciones: Tormenta tropical Nate

Medida:
Inversión

Observaciones

Antecedente: No se tienen referencias.

Situación actual

Evidencia de un sitio plano y poco irregular, lo que supone que en tiempos de lluvia fuerte hayan episodios de anegación recurrente. Las alcantarillas existentes no son lo suficientemente grandes y además muchas de éstas se encuentran obstruidas por hojas y basura. Los tragantes se encuentran bloqueados por barro.

Estructuras

Sistemas de drenaje

Caracterización lugar (entorno)

Sitio cercano a polígonos industriales y centros de abastecimiento. Topográficamente las condiciones del sitio permiten poco escurrimiento del agua.

Condiciones de la carretera

Carretera en pavimento con sistemas de drenajes deficientes y con falta de mantenimiento.

Observaciones de campo

Hora de llegada: 11:15am. No se le da el mantenimiento periódico y/o rutinario correspondiente. En periodos de lluvia fuerte podría volverse a presentar una anegación o inundación en la calzada.

Fotografías



Fotografía 1: faltante de cunetas y caños.



Fotografía 2: obstrucción de tragantes.



Fotografía 3: obstrucción de tragantes.



Fotografía 4: obstrucción de alcantarillas.

ID: 00007_19094		1	
Ubicación :	Puente Río María Aguilar (Hatillos)		
Ruta:	39	Sección:	19094
Cantón	San José	Distrito	Hatillo
Coordenada	X	Y	
	487 170,73	1 098 004,75	
Evento:	Lluvias		
Estructura:	Carretera		
Elemento:	Talud		
Daño:	Derrumbe		
Observaciones: Daño producido por la Tormenta Tropical Nate			
Medida:	-		
Inversión	0	colones	
Observaciones			
Antecedentes			



En agosto de 2013, el drenaje mayor sobre el río María Aguilar presentó socavación en sus bases debido a las fuertes lluvias y deslizamientos, lo que produjo que dicha estructura quedara inhabilitada. Como medida temporal, se colocaron 4 puentes tipo Bailey. A raíz de lo anterior, se construye un nuevo puente y, en mayo de 2014, se concluye la estructura definitiva. Se cuestiona que no se aplicaron las medidas necesarias para la estabilización del terreno.
<http://www.crhoy.com/archivo/puente-de-circunvalacion-fue-construido-sobre-un-terreno-sin-estabilizar-especialistas-habian-advertido-riesgo/nacionales/>

Situación actual

El evento se presenta en la ladera sur, aguas abajo, del puente sobre el río María Aguilar. En el sitio se logra visualizar un revestimiento de concreto que ha sido deteriorado por el desprendimiento de tierra y rocas. Por encima de este talud también se encuentra un muro de gaviones como medida de protección erosiva al predio colindante, sin embargo, dicho muro supone un peso adicional que podría estar sobrepasando la capacidad estructural del talud causando inestabilidad y originando mayor aporte de material deslizado. Asimismo, se visualizan trabajos de terraceo y la colocación de un geotextil, como medidas paliativas para evitar la generación de nuevos derrumbes.

Estructuras

Talud.

Caracterización lugar (entorno)

Ladera aguas abajo, contiguo al puente sobre el río María Aguilar.

Condiciones de la carretera

Ladera contiguo a puente sobre ruta de circunvalación, de reciente construcción y en condiciones general buenas. Carretera de pavimento.

Observaciones de campo

Hora de llegada: 8:41 am. Aunque el talud se ha intervenido con medidas como terraceo y colocación de geotextiles, no se ha resuelto la vulnerabilidad de la estructura a procesos erosivos y claramente se evidencia la continuidad de caída de materiales.

Fotografías



Fotografía 1: área del derrumbe.



Fotografía 2: deterioro progresivo del revestimiento.



Fotografía 3: muro de gaviones sobre el talud.



Fotografía 4: infiltración de aguas en el revestimiento.



Fotografía 5: detalle del sistema de drenaje con desfogue anexo a la ladera con afectación.

ID: 00005_20264		1	
Ubicación :	Calle antes de puente Río Ciruelas		
Ruta:	124	Sección:	20264
Cantón	Alajuela	Distrito	Guácima
Coordenada	X	Y	
	471 854,74	1 103 150,73	
Evento:	-		
Estructura:	Carretera		
Elemento:	Calzada		
Daño:	Socavación		
Observaciones:	-		
Medida:	-		
Inversión	0	colones	
Observaciones			
Antecedentes			
-			
Situación actual			
Se presencia el cordón de caño socavado a causa de un derrumbe ocurrido en el talud sur, aguas abajo del puente sobre el río Ciruelas. Existe un muro de gaviones que protege ambas pantallas del puente y parte del relleno de aproximación, el cual cumple una medida efectiva contra la erosión del río. No existen aceras.			
Estructuras			
Talud, sistemas de drenajes.			
Caracterización lugar (entorno)			
Área con presencia de pendientes moderadas que permiten un fácil escurrimiento y mayor aporte de aguas. En un episodio de lluvias fuertes, el agua podría bajar por el lugar del evento.			
Condiciones de la carretera			
Carretera en buen estado con superficie de rodamiento en asfalto.			
Observaciones de campo			
Hora de llegada: 10:04am. No se ha realizado una medida correctiva hasta el momento, el área que está siendo afectada con el derrumbe sigue expuesta ante lluvias y otros procesos erosivos.			



Fotografías



Fotografía 1: área del derrumbe y socavación del cordón de caño.



Fotografía 2: vista lateral del cordón de caño.



Fotografía 3: pérdida del cordón de caño.



Fotografía 4: vista superior del derrumbe.



Fotografía 5: muro de gaviones en ambas márgenes del río.

ID: 00004_20370

Ubicación : 2km este del centro de San Pedro, Poás.

Ruta: 130 **Sección:** 20370

Cantón Alajuela **Distrito** Sabanilla

Coordenada **X** **Y**
474 646,67 1 114 715,21

Evento: -
Estructura: Carretera
Elemento: Talud
Daño: Derrumbe



Observaciones:

Medida:
Inversión

Observaciones

Antecedentes

Situación actual

El sitio presenta vestigios de un área importante deslizada que a su paso ocasionó una obstrucción sobre la carretera. Es posible ver acumulaciones de escombros en las faldas del talud así como en los lotes anexos al río Poás. Una particularidad son las rasgadas de la maquinaria que quedaron marcadas en la calzada cuando se removió el material.

Estructuras

Talud.

Caracterización lugar (entorno)

Zona rural con escasa vegetación. Se aprecia un uso conforme a siembra de café en el sitio donde se generó el corte del material deslizado.

Condiciones de la carretera

Superficie de rodamiento en pavimento con presencia de cordón de caño obstruido.

Observaciones de campo

Hora de llegada: 11:34am. No se ha aplicado una medida correctiva, aún hay gran cantidad de material que obstruye los cordones de caño y lo que podría provocar generación de lodo y barro durante condiciones normales de lluvia, así como un desbordamiento de aguas sobre la calzada.

Fotografías



Fotografía 1: vista parcial del material deslizado con obstrucción de caños.



Fotografía 2: material deslizado pendiente arriba.



Fotografía 3: material deslizado pendiente abajo con obstrucción de cordón de caño.



Fotografía 4: marcas en la calzada de la maquinaria, intervención por remoción del derrumbe.

Fotografías



Fotografía 1: vista general del deslizamiento



Fotografía 2: área de depósito del material.



Fotografía 3: corona de deslizamiento sobre la calzada.



Fotografía 4: carril en uso.



Fotografía 5: cordón de caño existente con acumulación de escombros.

Fotografías



Fotografía 1: vista parcial del talud.



Fotografía 2: derrumbe activo.



Fotografía 3: derrumbes activos.



Fotografía 4: carril en uso.



Fotografía 5: cordón de caño existente y cuneta.

Anexo C. Mapas Resumen de Amenazas



MAPA 42: AMENAZA GEOLÓGICA - VOLCÁNICA A LA RED VIAL NACIONAL

SIMBOLOGÍA

- ★ Ciudades
- Cabeceras Cantonales
- ◇ Centros Poblados

Red Vial Nacional

Clase

- 1- Primaria
- 100- Secundaria
- 323- Terciaria

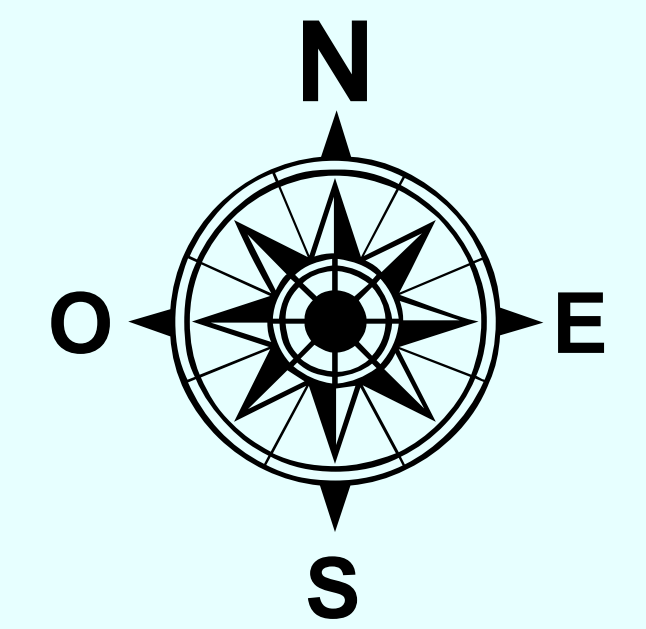
Superficie de Rodamiento

- Tramos en Pavimento
- Tramos que Predomina Pavimento
- Tramos en Lastre
- Tramos que Predomina Lastre

Fallas Geológicas

Zonificación código Sísmico

- Zona Sísmica 4
- Zona Sísmica 3
- Zona Sísmica 2
- Amenaza Volcánica

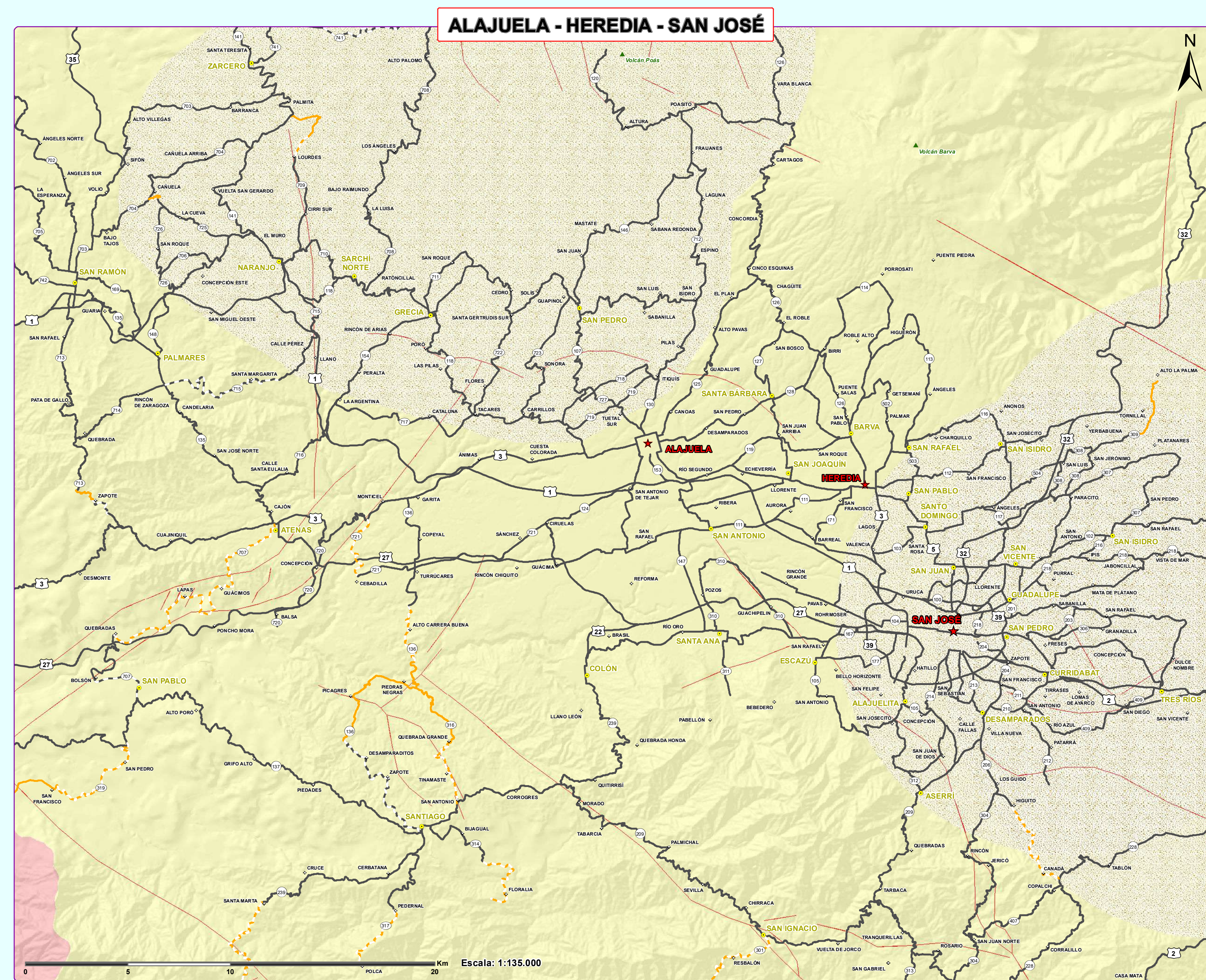
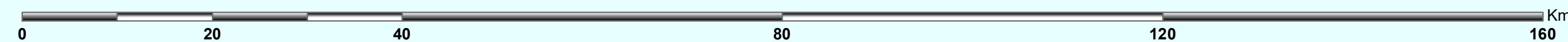


MAPA DE USO INSTITUCIONAL

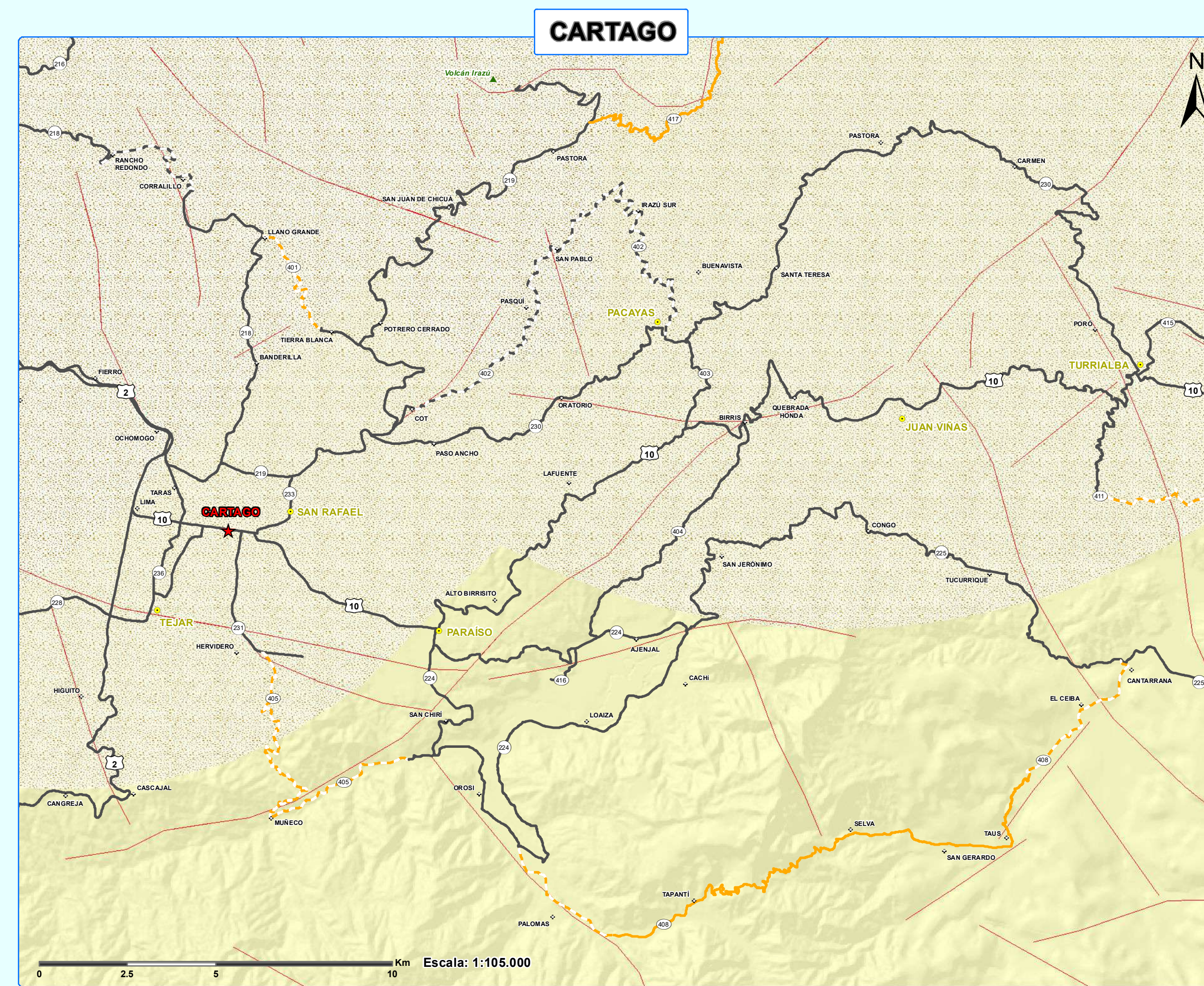


Escala Original: 1:415.000

Proyección Costa Rica Transversal de Mercator CRTM-05



Escala: 1:135.000



Escala: 1:105.000

Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Junio 2018

Fuentes:
Cartografía Oficial IGN
Cartografía Oficial CNE
Código Sísmico de Costa Rica
Inventario Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.



MAPA 43: AMENAZA POR EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS A LA RED VIAL NACIONAL

SIMBOLOGÍA

- ★ Ciudades
- Cabeceras Cantonales
- ◆ Centros Poblados

Red Vial Nacional

Clase

- 11 Primaria
- 10 Secundaria
- 23 Terciaria

Afectación por Sección de Control

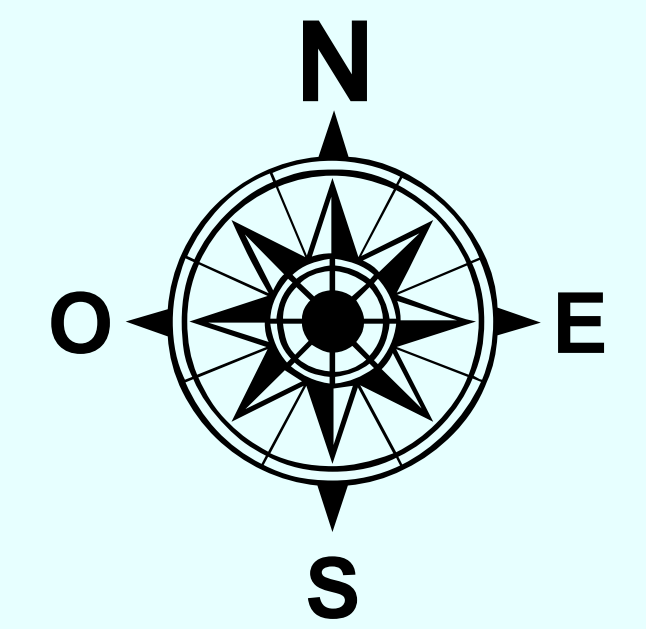
- 1 Evento
- 2 Eventos
- 3 Eventos
- 4 Eventos
- 5 Eventos
- 6 Eventos

Nota: Secciones de Control afectadas por uno o más eventos de carácter hidrometeorológico (2010-2017)

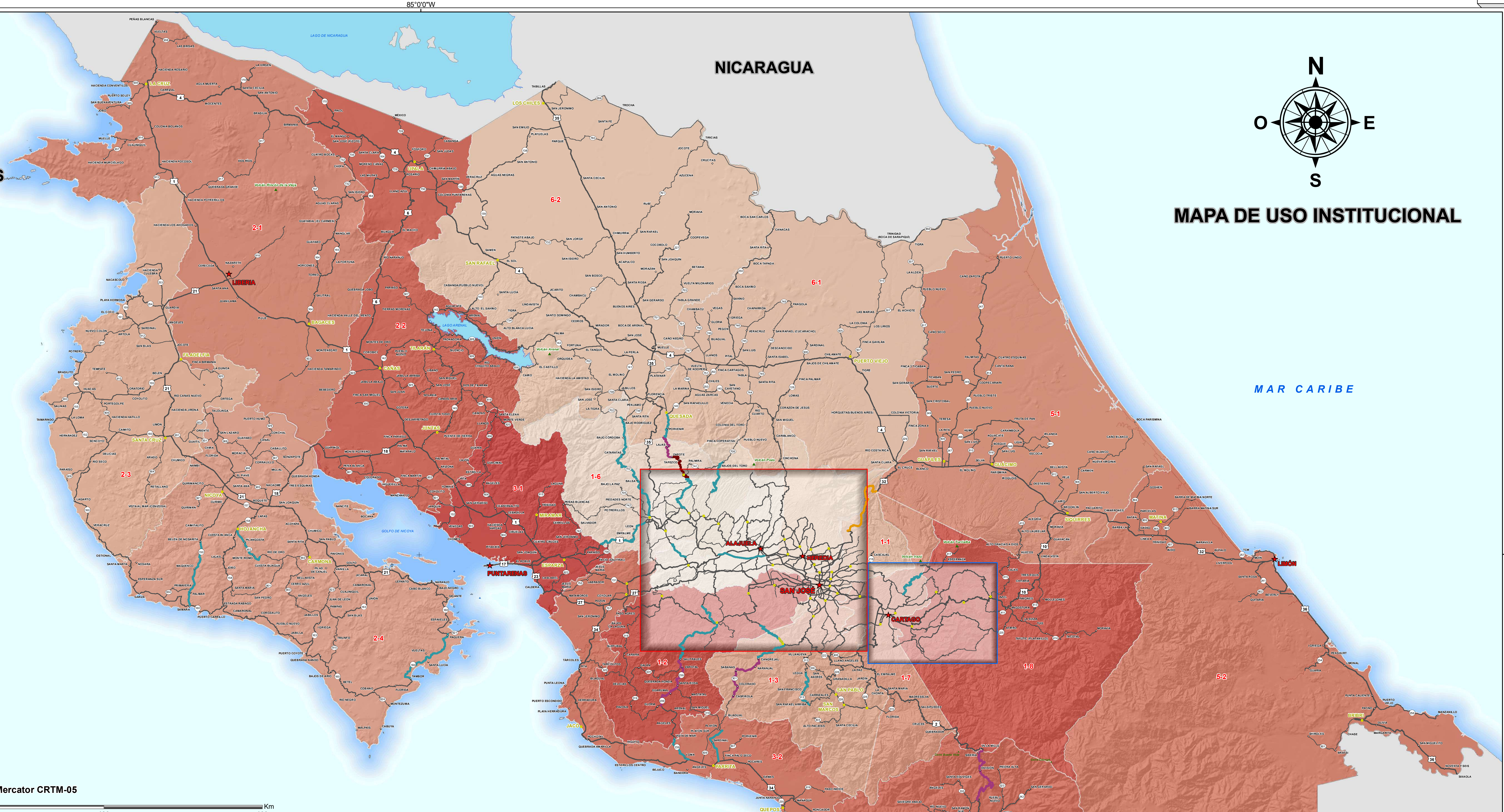
Afectación por Zona de Conservación Vial

Menor Mayor

Nota: Monto estimado para la atención de daños por el impacto de eventos de carácter hidrometeorológico (2011-2017)

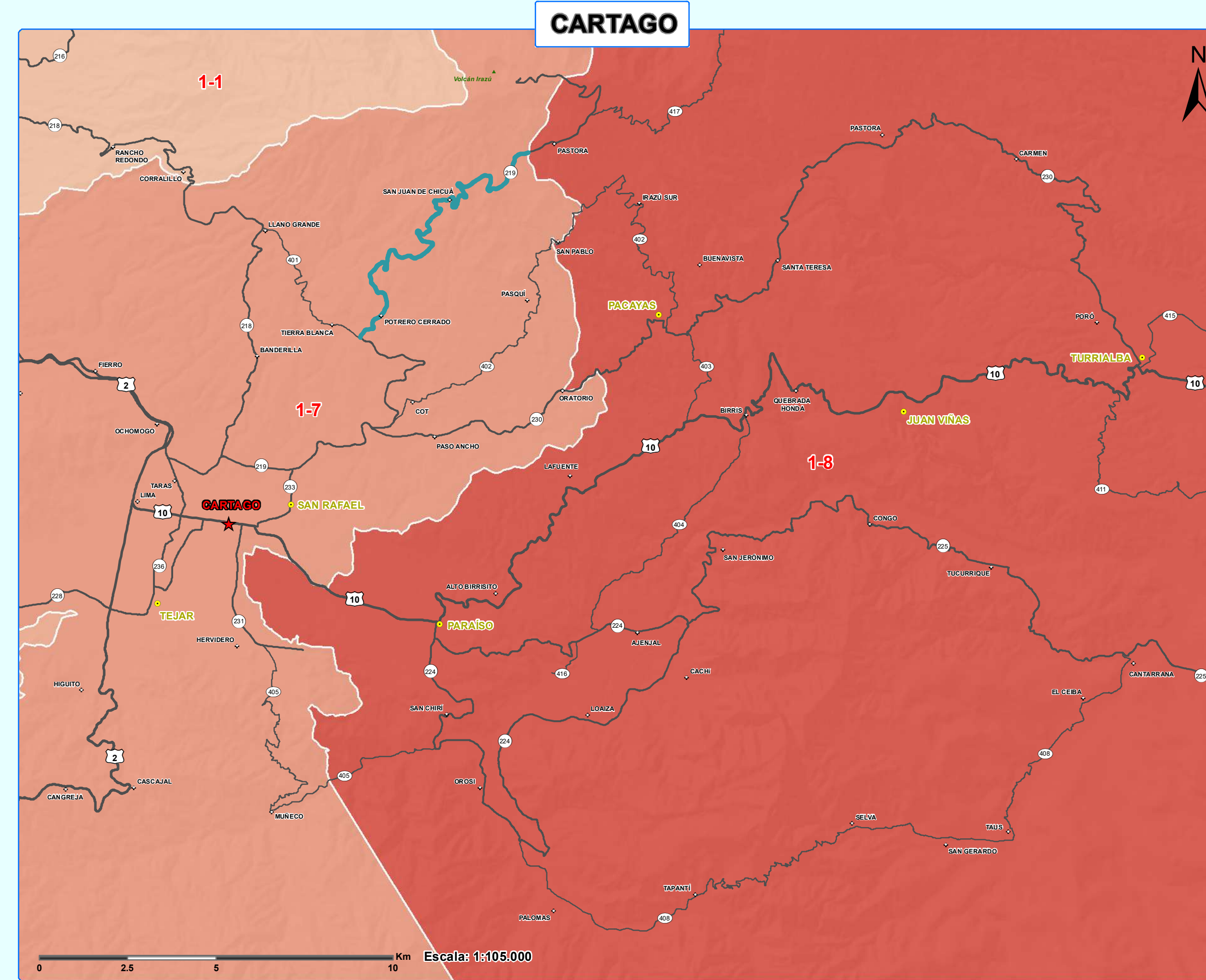
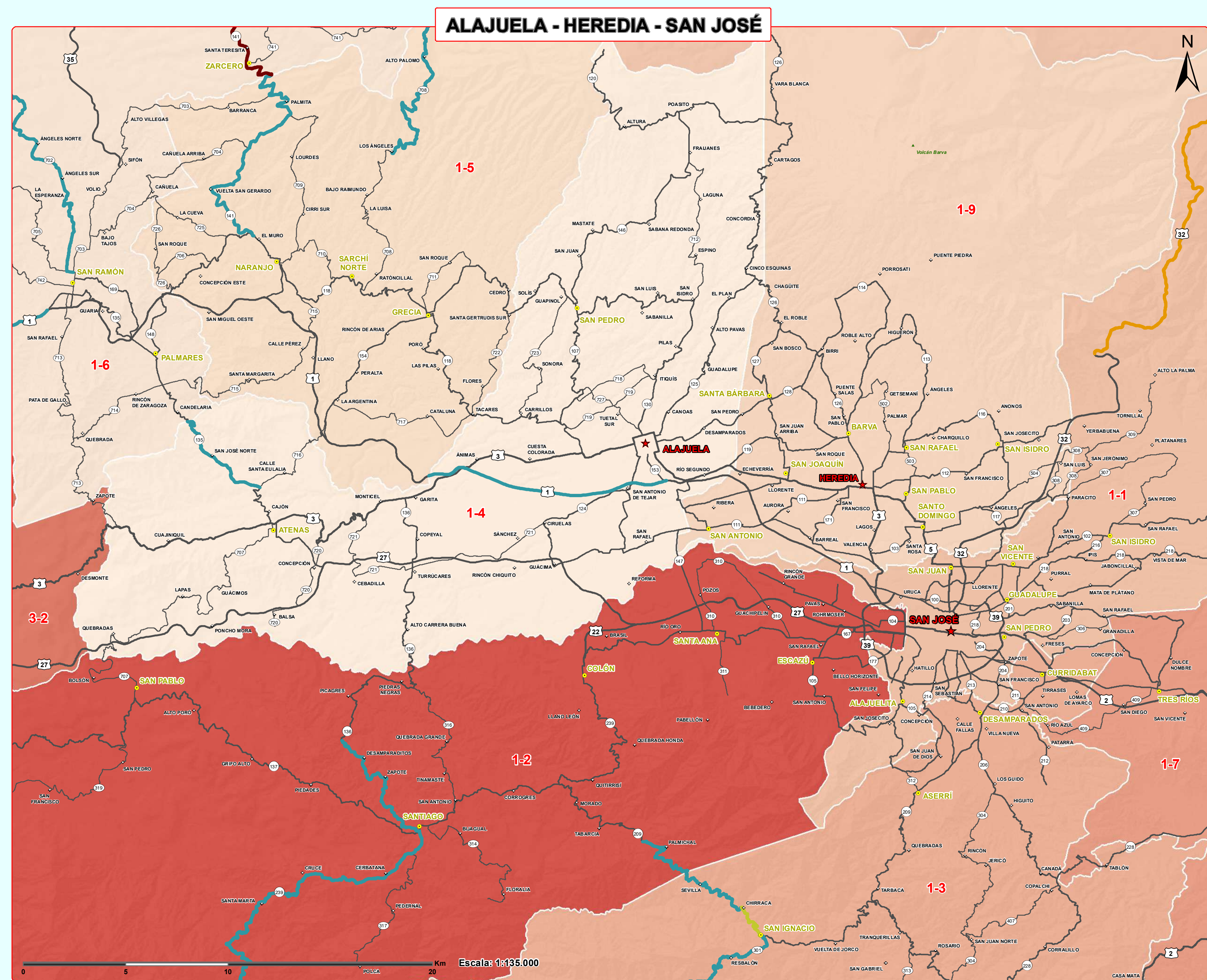
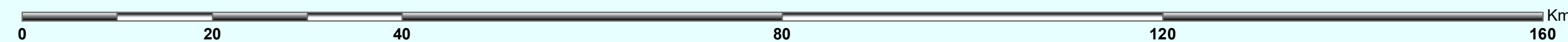


MAPA DE USO INSTITUCIONAL



Escala Original: 1:415.000

Proyección Costa Rica Transversal de Mercator CRTM-05



Elaborado por:
Unidad de Sistemas de Información
Planificación Institucional
Consejo Nacional de Vialidad
Junio 2018

Fuentes:
Cartografía Oficial IGN
Reportes de Emergencias Gerencia de Conservación
de Vías y Puentes, Conavi (2010-2017)
Inventario Red Vial Nacional Diciembre 2017 de la
Dirección de Planificación Sectorial, MOPT.