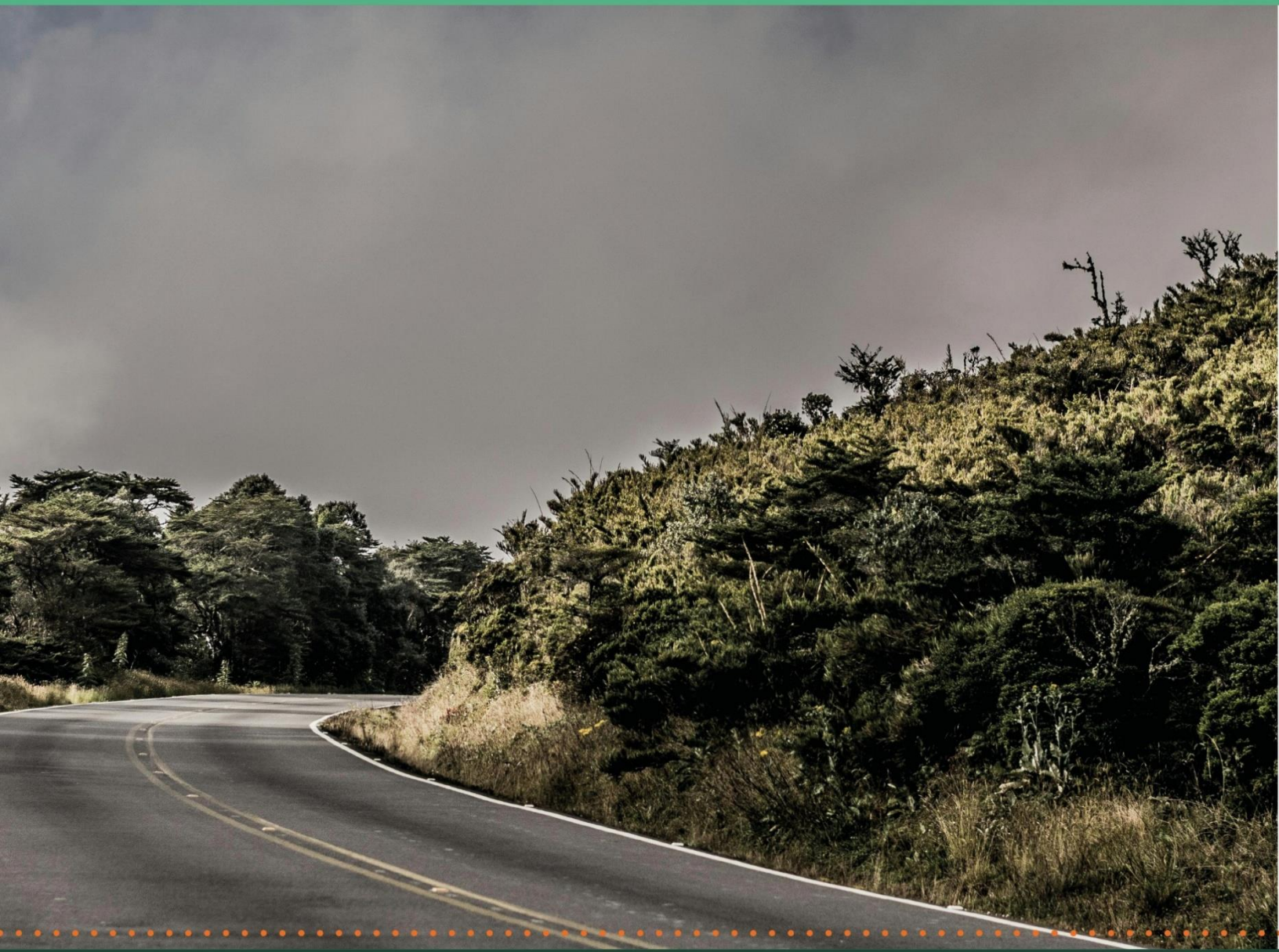




Evaluación del riesgo y desarrollo
de capacidades en Costa Rica

Estimación probabilista del riesgo en la Ruta Nacional 2

Enero 2026

Preparado para:



Preparado por:



Global Risk Modelling Alliance

InsuResilience Solutions Fund

ISF/GRMA / G.05, BMZ 2021.3683.6

Evaluación del riesgo y desarrollo de capacidades en Costa Rica

Estimación probabilista del riesgo en la Ruta Nacional 2

Producto 7

(Entregables 6b, 6c, 6d, 6e)

Preparado para:



Enero de 2026

Consultor

INGENIAR CAD/CAE Ltda.
Carrera 19A # 84-14 OF 504
Edificio Torrenova
Bogotá, D.C., Colombia
www.ingeniar-risk.com



Centro Internacional de Métodos
Numéricos en Ingeniería
Edificio C1 Campus Nord UPC
C/ Gran Capità, S/N 08034
Barcelona, España
www.cimne.com



Número de producto: INGENIAR-CIMNE-GRMA-07-v1

Citar como: Cardona, O.D., Bernal, González, D., G., Herrera, S., Villegas, C., Molina, J. F., Rincón, D., Grajales, S., Acosta, M., Marulanda, P., Marulanda, M., Carreño, M. L, Brenes, A. (2026). Estimación probabilista del riesgo en la Ruta Nacional 2. Global Risk Modelling Alliance – SUGESE.

TABLA DE CONTENIDO

<u>1</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>5</u>
1.1	ALCANCE DEL PROYECTO OPERACIONAL 1	6
<u>2</u>	<u>METODOLOGÍA DE MODELACIÓN DEL RIESGO CATASTRÓFICO</u>	<u>8</u>
2.1	ENFOQUE CONCEPTUAL PARA LA MODELACIÓN DEL RIESGO	8
2.2	CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO	10
2.3	MÉTRICAS DE RIESGO	12
2.3.1	PÉRDIDA ANUAL ESPERADA (PAE)	12
2.3.2	PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE (PML)	13
2.4	LIMITACIONES DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO	14
2.4.1	RECOMENDACIONES PARA FUTURAS EVALUACIONES	16
<u>3</u>	<u>RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO</u>	<u>18</u>
3.1	RESULTADOS GENERALES PARA LA RN2	19
3.1.1	PÉRDIDA ANUAL ESPERADA (PAE)	19
3.1.2	PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE (PML)	25
3.2	RESULTADOS POR UBICACIÓN	29
3.3	RESULTADOS AGREGADOS POR UNIDADES ADMINISTRATIVAS	35
3.4	ESCENARIOS DETERMINISTAS	37
3.5	VERIFICACIÓN DEL RESULTADO	40
3.5.1	BASE DE DATOS DE DESASTRES DE COSTA RICA	42
3.5.2	EVALUACIÓN DE LA CURVA EMPÍRICA DE RIESGO	43
3.5.3	COMPARACIÓN DE LAS CURVAS DE RIESGO	45
<u>4</u>	<u>PROGRAMA DE CAPACITACIÓN</u>	<u>47</u>
4.1	DESARROLLO DE ACTIVIDADES	47
4.2	RESUMEN DE PARTICIPACIÓN	48
4.3	RETROALIMENTACIÓN DE LOS PARTICIPANTES	49
<u>5</u>	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>53</u>
<u>A. 1</u>	<u>INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE CURVAS DE RIESGO EMPIRICAS</u>	<u>54</u>
<u>A. 2</u>	<u>CONJUNTO DE DATOS DE RIESGO PARA LA RN2</u>	<u>74</u>

1 INTRODUCCIÓN

El programa Global Risk Modelling Alliance (GRMA), auspiciado por el InsuResilience Solutions Fund (ISF), tiene como objetivo principal fortalecer las capacidades de los países y ciudades en el análisis de riesgos climáticos y de desastres orientados a las finanzas. Esta iniciativa busca llenar vacíos críticos en modelos y datos, mejorando las evaluaciones del riesgo climático y de desastres a nivel nacional y subnacional. Para lograrlo, el GRMA identifica y co-define, junto con socios locales, las necesidades específicas de cada país, ofreciendo herramientas abiertas de gestión de riesgos, datos y acceso a experiencia operativa en financiamiento de riesgos.

En el contexto de Costa Rica, el GRMA ha establecido una colaboración con el gobierno – a través de sus instituciones, bajo el liderazgo de SUGESE - para fortalecer sus capacidades en la gestión de riesgos climáticos. Esta alianza proporcionará modelos y herramientas relevantes que informarán las estrategias nacionales de financiamiento y mitigación de riesgos. El programa se implementa en fases, comenzando con la identificación de necesidades específicas y culminando en la integración de herramientas avanzadas de modelización de riesgos en las políticas públicas del país. Este proyecto es financiado con fondos del KfW de Alemania, y administrado por Frankfurt School en nombre de GRMA.

El consorcio INGENIAR-CIMNE fue seleccionado para proveer los servicios de modelación del riesgo enmarcados en la colaboración entre GRMA y el Gobierno de Costa Rica, mediante una aplicación enfocada en 4 proyectos de evaluación del riesgo:

- Proyecto Estratégico: Demostración de métodos de evaluación del riesgo para infraestructura crítica en Heredia.
- Proyecto Operacional 1: Evaluación del riesgo de desastres y climático en infraestructura vial – Ruta Nacional 2 Autopista Panamericana (RN2)
- Proyecto Operacional 2: Riesgo de inundación y sequía para pequeños y medianos productores agropecuarios
- Proyecto Operacional 3: Evaluación de exposición y riesgo de pequeños y medianos hoteles y hostales del programa Fu-turismo.

La implementación se realiza mediante el uso de la plataforma de modelación CAPRA-ROBOT, desarrollada por INGENIAR, y que será empleada también como herramienta educativa en el Programa de Capacitación que se lleva a cabo de forma transversal a lo largo de toda la duración de la consultoría.

Este informe corresponde al Producto 7 (Entregables de la tarea 6): *Estimación probabilista del riesgo en la Ruta Nacional 2*, y específicamente atiende los entregables 6b, 6c, 6d, 6e de los Términos de Referencia de esta consultoría. Este es, por lo tanto, un entregable relacionado específicamente con el Proyecto Operacional 1. En este informe se presentan los resultados de la evaluación probabilista del riesgo para la Ruta Nacional 2, considerando como amenazas: sismo, erupciones volcánicas, inundación fluvial y pluvial, y deslizamientos, las últimas 3 influenciadas por el cambio climático. Esta evaluación se suma y complementa aspectos previamente presentados en entregables anteriores: (i) el Entregable 2 presenta los modelos de amenaza sísmica, volcánica y deslizamientos preexistentes usados en esta evaluación; (ii) el Entregable 3 de esta consultoría contiene los detalles sobre el modelo de exposición y las funciones de

vulnerabilidad aplicadas al portafolio vial; y (iii) el Entregable 4 contiene los detalles de los modelos de amenazas climáticas desarrollados para las inundaciones fluvial y pluvial.

1.1 Alcance del Proyecto Operacional 1

Este proyecto consiste en la evaluación del riesgo en infraestructura vial, en particular la ruta RN2 (Autopista Panamericana), ante múltiples amenazas, incluyendo: sismo, inundación, erupciones volcánicas y deslizamientos. El proyecto se desarrolla mediante las actividades presentadas en la Tabla 1. El cronograma correspondiente se presenta en la Figura 1. Todos los valores agregados presentados fueron acordados directamente con el GTT de este proyecto.

Tabla 1. Tareas del Proyecto Operacional 1

Actividad	Descripción	Tarea en los TdR	Entregable en los TdR
Modelo de clima	Se refiere a la modelación de forzamiento meteorológico y la incorporación de proyecciones de cambio climático	T2.1, T2.2	D2.1a-f, D2.2a-e
Modelo nacional inundación	Se desarrollará un modelo de inundación nacional para ser aplicado en la modelación del portafolio vial completo.	T2.1	D2.1a-f
Modelo susceptibilidad deslizamientos	Se desarrollará un modelo de susceptibilidad a los deslizamientos, compatible con la modelación del riesgo, a nivel nacional.	T3.1	D3.1a-b
Modelos volcán	Se revisará la información disponible y se propondrán modelos aproximados de amenaza volcánica probabilista	T3.2	D3.2a-b
Modelo amenaza sísmica	Se consultará la información disponible con el fin de obtener el mejor modelo de amenaza sísmica nacional disponible, que permita su directa aplicación en modelación catastrófica, tanto para este proyecto como para los otros proyectos que involucran riesgo sísmico.	T3.3	D3.3a-b
Exposición Ruta nacional	Se conformará una base de elementos expuestos de tramos viales para la evaluación del riesgo.	T6.1	D6a
Vulnerabilidad red vial	Se construirán modelos de vulnerabilidad vial en base a arquetipos de segmentos viales.	T4.2	D4a-d
Evaluación del riesgo	Aplicación de las metodologías acá presentadas para evaluar el riesgo por medio de métricas actuariales de modelación catastrófica.	T6.2	D6b-d
Evaluación determinista (stress-test)	Se reportarán los resultados de algunos eventos simulados de gran tamaño con el fin de ilustrar el estado de la infraestructura ante eventos extremos.	T6.3	D6b-d
Calibración resultado	Se comparará la curva de excedencia de pérdidas analítica calculada con el modelo, con una construida a partir de información histórica de eventos previos para establecer su correspondencia.	T6.2	D6b-d
Curva de inversión	Como valor agregado, se evaluarán una colección de acciones de gestión del riesgo con el fin de determinar la combinación óptima que permita reducir el riesgo para montos de inversión fijos y crecientes.	Valor agregado	
Evaluación resiliencia	Se evaluará la resiliencia de la infraestructura vial por medio de la incorporación de las capacidades del país para absorber, responder y recuperarse.	Valor agregado	

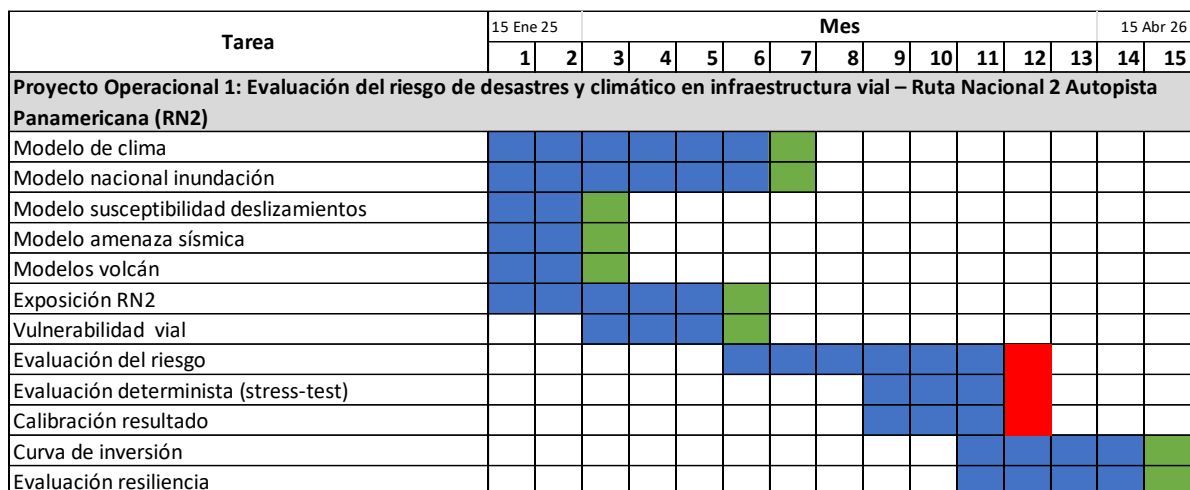


Figura 1. Cronograma de actividades el Proyecto Operacional 1. (Las celdas azules indican ejecución. Las celdas verdes indican entrega de productos. Las celdas rojas indican este entregable)

Si bien se desarrolla el modelo para la vía RN2, cuyos resultados se presentan en este informe, como valor agregado se da acompañamiento al Grupo Técnico de Trabajo de este proyecto con el fin de modelar el riesgo de la Ruta Nacional 34, seleccionada por Lanamme, para las amenazas de inundación, sismo y deslizamientos. Dicho trabajo se encuentra actualmente en desarrollo.

2 METODOLOGÍA DE MODELACIÓN DEL RIESGO CATASTRÓFICO

La evaluación y modelación probabilista del riesgo catastrófico tiene por objetivo estimar la distribución de probabilidad de la pérdida que puede presentarse en un conjunto de elementos expuestos, tras la ocurrencia de un evento de amenaza (Cardona, 1986 a;b;c; 1989; 1990; Bernal et al., 2021). La modelación probabilista permite entonces realizar pronósticos sobre los niveles futuros de pérdida, considerando la amenaza propia del territorio y la incertidumbre en su estimación, así como la vulnerabilidad inherente de los elementos expuestos y su respectiva incertidumbre.

2.1 Enfoque conceptual para la modelación del riesgo

La modelación probabilista del riesgo consiste en determinar las posibles consecuencias que un conjunto de elementos expuestos puede sufrir, por cuenta de la ocurrencia de eventos de amenaza. Una buena modelación del riesgo es fundamental en la construcción de un proceso de desarrollo sostenible y resiliente, considerando los *trade-offs* (compensaciones) de los posibles perjuicios y beneficios. En otras palabras, dicho proceso solo puede ser debidamente orientado si se cuenta con una modelación del riesgo que sea suficientemente robusta, en términos de la verosimilitud de afectaciones y que facilite las decisiones que se puedan tomar con un apropiado soporte técnico sin arbitrariedad. El procedimiento de modelación probabilista del riesgo, considerando el cambio climático, se puede resumir, de forma general, como se ilustra en la Figura 2.

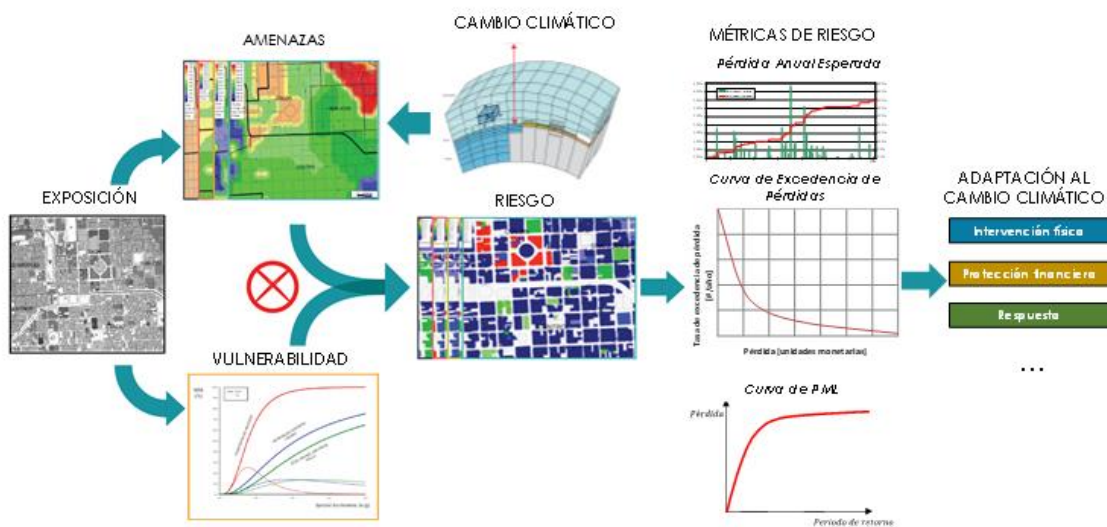


Figura 2. Componentes de la modelación del riesgo y su interrelación.

Como se ilustra en la Figura 2, una vez evaluado el riesgo por medio de métricas actuariales como la *pérdida anual esperada*, la *curva de excedencia de pérdidas* y la *pérdida máxima probable*, es posible establecer una relación objetiva con las medidas de gestión del riesgo y su efectividad, de modo que puede usarse el modelo para diseñar estrategias de intervención, compuestas por múltiples medidas, cuya capacidad para reducir el riesgo puede ser cuantificada.

Siguiendo el enfoque presentado, en este estudio el riesgo se evalúa en base a 3 factores fundamentales:

- La *amenaza* se define como una colección de eventos, simulados estocásticamente, que son colectivamente exhaustivos y mutuamente excluyentes; es decir, que cubren todas las posibilidades como la amenaza se puede manifestar asumiendo eventos independientes que tienen una frecuencia de ocurrencia que sigue una ley potencial natural (i.e., equivalente a una curva de recurrencia).
- Los *elementos expuestos*, que corresponden a los bienes inmuebles, infraestructura o producción agropecuaria expuestos a las amenazas y que son susceptibles de sufrir daño o alteración ante la influencia de estas.
- La *vulnerabilidad* de los elementos expuestos, la cual se entiende como la propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La valoración de la vulnerabilidad implica un modelo específico para cada tipo de elemento expuesto y cada tipo de amenaza, es decir, no existe una manera unificada de representarla. Sin embargo, la modelación sí deriva en la misma métrica de cuantificación de afectación (pérdida económica), lo cual hace a los diferentes modelos aditivos y conmensurables en términos del riesgo.

El primer enfoque totalmente probabilista dado al problema del riesgo, desde el punto de vista actuarial, fue propuesto por Filip Lundberg en 1903 (Lundberg, 1903). En 1930, Harald Cramér formalizó la teoría de Lundberg en lo que hoy se conoce como *Teoría de Ruina* (Cramér, 1930). Lundberg definió un modelo de *ingresos-resultados* en el que una compañía de seguros inicia sus operaciones con una cierta cantidad de capital, que aumenta con el tiempo en la medida en que se recolectan las primas. Adicionalmente, las pérdidas (que la compañía debe cubrir) ocurren aleatoriamente en el tiempo. Si, debido al pago de las reclamaciones, el capital cae por debajo de cero, entonces la compañía quiebra. Lundberg estaba interesado en determinar la probabilidad de quiebra de una compañía de seguros.

La *Teoría de Ruina* considera que la ocurrencia de siniestros no es determinista. Lundberg demostró que la ocurrencia de pérdidas en el tiempo puede modelarse como un proceso de Poisson. Posteriormente, se demostró que cualquier proceso de renovación es válido dentro de la Teoría de Ruina (Andersen, 1957). Un proceso de renovación es un tipo de proceso estocástico, de tiempo continuo y estado discreto, ampliamente utilizado en múltiples aplicaciones en ciencias e ingeniería, que establece la ocurrencia de eventos de forma totalmente aleatoria. Los eventos, en este contexto, se refieren a la ocurrencia de pérdidas, independientemente de su origen. Esta es la razón por la que la teoría de ruina o de insolvencia es adecuada para modelar cualquier impacto asociado a un fenómeno, natural o no, y es apropiada para orientar la gestión del riesgo en otros ámbitos o contextos sociales, económicos, ambientales y en general del desarrollo, más allá del propio mercado de los seguros.

Un proceso de renovación se define en términos de un parámetro único, su intensidad o tasa. En la evaluación del riesgo, este parámetro es la *tasa de excedencia de pérdidas*, que es a su vez el inverso del tiempo promedio entre la ocurrencia de eventos que superan un monto de pérdida p . Por lo tanto, al calcular el riesgo de un portafolio de elementos expuestos (es decir, la probabilidad de que se supere una cierta pérdida p en una ventana de tiempo), su tasa de excedencia $\nu(p)$ debe calcularse en función de la probabilidad de ocurrencia de cualquiera de los posibles eventos de peligro que causarían que p sea excedida. Esto configura un proceso de renovación que permite estimar la probabilidad de excedencia de la pérdida p en cualquier periodo de tiempo.

2.2 Cuantificación del riesgo

La modelación del riesgo tiene como propósito, desde el punto de vista matemático, caracterizar un proceso aleatorio de ocurrencia de pérdidas en el tiempo (i.e., proceso de pérdidas). Un proceso de pérdidas tiene unas características importantes que condicionan el enfoque de modelación del riesgo adoptado en este estudio, y que se utiliza en el campo de la modelación catastrófica actuarial, de la seguridad y confiabilidad en ingeniería, de la industria aeronáutica y aeroespacial, entre otros.

El riesgo se determina mediante la convolución entre la amenaza y la vulnerabilidad, en la ubicación ocupada por los elementos expuestos y para la totalidad de estos. En el cálculo probabilista de las pérdidas, la amenaza y la vulnerabilidad están representadas también de manera probabilista. La amenaza tiene una representación probabilista tanto temporal como espacial. La ocurrencia en el tiempo de los escenarios de amenaza se modela como un proceso de renovación, lo que conlleva a ajustar un modelo de probabilidad al tiempo que transcurre entre dos eventos consecutivos.

Las incertidumbres asociadas a la amenaza y a la vulnerabilidad son entonces definidas en su propia naturaleza; temporal y espacial para la amenaza y dependiente de la intensidad para la vulnerabilidad. De esta manera, el principal resultado del modelo es una distribución de probabilidad específica de la pérdida para cada evento de amenaza. La función de densidad de probabilidad de la pérdida en el elemento expuesto j , condicional a la ocurrencia del evento de amenaza i (i.e., $f(p_j|E_i)$), se calcula como:

$$f(p_j|E_i) = \int_0^{\infty} f(p_j|s)f(s|E_i)ds \quad \text{Ecuación 1}$$

en donde el primer término de la integral tiene que ver con la vulnerabilidad ($f(p_j|s)$, la densidad de probabilidad de la pérdida dada una intensidad s) y el segundo término tiene que ver con la amenaza ($f(s|E_i)$, la densidad de probabilidad de la intensidad, dada la ocurrencia de un evento de amenaza).

La pérdida total del evento i corresponde a la suma de todas las pérdidas individuales (p_j) de los elementos expuestos. Dado que los sumandos son variables aleatorias, debe usarse la aritmética correcta para determinar la pérdida del evento i . La suma se hace sobre los momentos de probabilidad de las variables p_j , como se indica a continuación:

$$E(p|E_i) = \sum_{j=1}^{NE} E(p_j) \quad \text{Ecuación 2}$$

$$\sigma^2(p|E_i) = \sum_{j=1}^{NE} \sigma^2(p_j) + 2 \sum_{k=1}^{NE-1} \sum_{j=2}^{NE} cov(p_k, p_j) \quad \text{Ecuación 3}$$

en donde $E(p|E_i)$ es el valor esperado de la pérdida del evento i , $\sigma^2(p|E_i)$ es su varianza, NE es el número total de elementos expuestos, $E(p_j)$ es el valor esperado de la pérdida en el elemento j , $\sigma^2(p_j)$ es su varianza, y $cov(p_k, p_j)$ es la covarianza de la pérdida de dos elementos expuestos diferentes. A partir de los momentos de probabilidad de la pérdida totalizada para el evento, se ajusta un modelo de probabilidad Beta.

El riesgo es comúnmente descrito mediante la llamada *curva de excedencia de pérdidas* la cual especifica las frecuencias de ocurrencia de eventos en que se exceda un valor específico de pérdida. Esta frecuencia anual de excedencia, que no es más que la *tasa de excedencia* $v(p)$, se calcula de la siguiente manera:

$$v(p) = \sum_{i=1}^N Pr(P > p|E_i) \cdot F_A(E_i) \quad \text{Ecuación 4}$$

en donde $v(p)$ es la tasa de excedencia de la pérdida p , N es el número total de eventos de amenaza, $F_A(E_i)$ es la frecuencia anual de ocurrencia del evento i , y $Pr(P > p|E_i)$ es la probabilidad de que p sea excedida dado que ocurrió el evento i . La suma cubre todos los eventos de amenaza en los cuales se pueden generar pérdidas. El inverso de $v(p)$ es el periodo de retorno de la pérdida p (Tr), el cual no es más que el valor esperado del tiempo entre eventos que superan la pérdida p .

$$Tr = \frac{1}{v(p)} \quad \text{Ecuación 5}$$

La curva de excedencia de pérdidas contiene toda la información necesaria para caracterizar, en términos de probabilidad, el proceso de ocurrencia de las pérdidas asociadas a eventos de amenaza. La Figura 3 muestra una curva de excedencia de pérdidas de ejemplo.

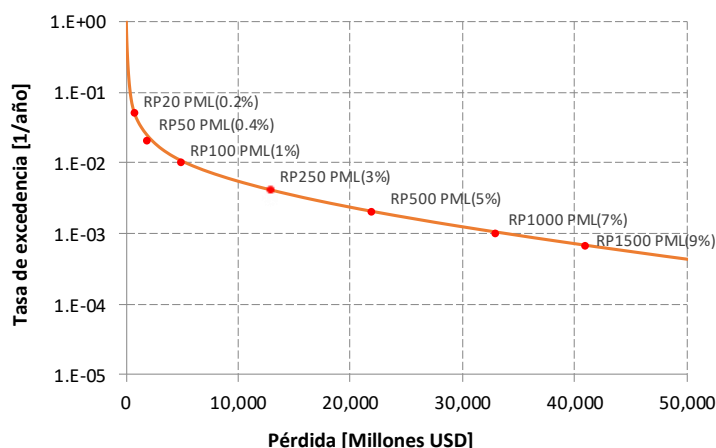


Figura 3. Ejemplo de curva de excedencia de pérdidas. El eje vertical muestra la tasa de excedencia. El eje horizontal muestra la pérdida asociada. [(RP = Return Period (Periodo de retorno -años-); PML = Probable Maximum Loss (Pérdida Máxima Probable)].

El cálculo realizado con la Ecuación 4 corresponde a la estimación de la tasa de excedencia de las cuantías de pérdida que ocurren en todos los elementos expuestos para todos los eventos incluidos en el modelo de amenaza, y para todas las amenazas. Como se muestra en la Figura 4, la evaluación probabilista del riesgo se puede resumir en los siguientes pasos: 1) para cada evento de amenaza se determina la pérdida en todos y cada uno de los elementos expuestos; 2) se calcula la pérdida causada por cada evento como la suma de las pérdidas individuales causadas en cada elemento expuesto; 3) una vez se cuantifican las pérdidas de todos eventos, se calculan las tasas de excedencia.

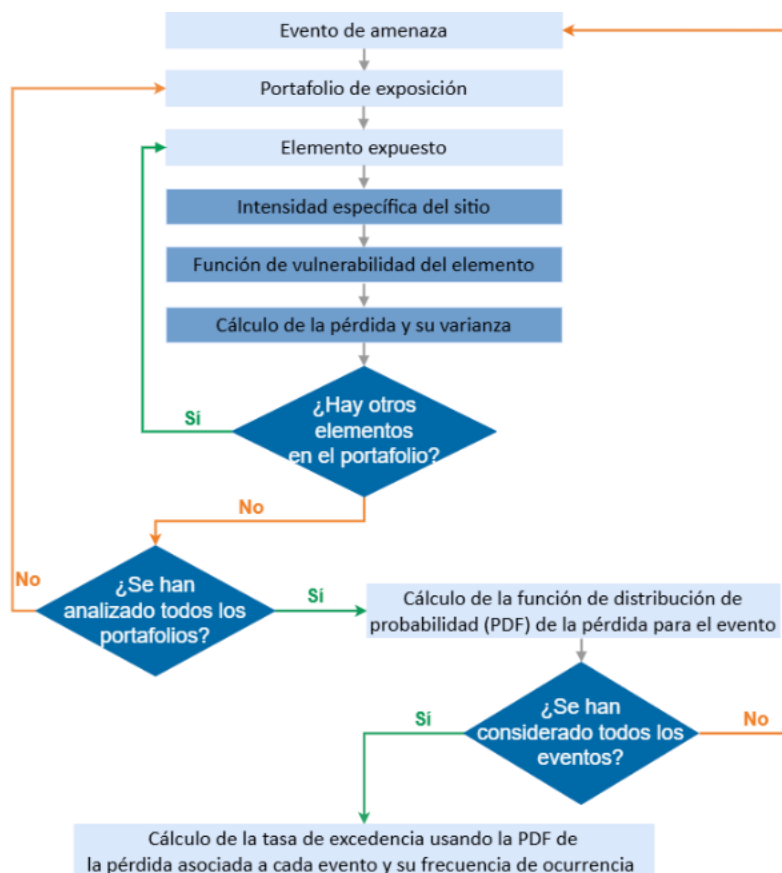


Figura 4. Diagrama de flujo de la evaluación probabilista del riesgo

2.3 Métricas de riesgo

A partir de la curva de excedencia de pérdidas es posible obtener diversas métricas del riesgo, las cuales son útiles para diferentes fines dentro de los procesos de toma de decisiones y la gestión del riesgo. Estas métricas proporcionan una representación integral del riesgo, por lo general condensada en uno o pocos indicadores, en lugar de proporcionar todo el conjunto de las pérdidas por eventos o la curva de excedencia de pérdidas completa.

2.3.1 Pérdida anual esperada (PAE)

La PAE corresponde al valor esperado de la pérdida anual. Indica el valor anual promedio que, de sumarse en el largo plazo, equivaldría a todas las pérdidas futuras. La PAE sería la prima pura anual justa para cubrir anualmente todas las pérdidas que pueden presentarse. Se puede calcular como el área bajo la curva de excedencia de pérdidas:

$$PAE = \int_0^{\infty} v(p) dp$$

Ecuación 6

También, desde el conjunto de pérdidas por evento, puede determinarse la PAE como:

$$PAE = \sum_{i=1}^N E(P|E_i) F_A(E_i)$$

Ecuación 7

Donde: $E(P|E_i)$ es un valor esperado de la pérdida del evento i , $F_A(E_i)$ y es la frecuencia anual de ocurrencia del evento i . El valor esperado de la pérdida, dada la ocurrencia de un evento particular, depende de la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

La pérdida anual esperada es un indicador importante dado que integra en un único valor el efecto, en términos de pérdidas, de la ocurrencia de los eventos de amenaza sobre los elementos expuestos vulnerables. Es el indicador más robusto del riesgo, no solo por su capacidad de resumir el proceso de ocurrencia de pérdidas en un solo número, sino por ser relativamente insensible a la incertidumbre, debido a que corresponde a la esperanza matemática de las pérdidas en forma anualizada.

2.3.2 Pérdida máxima probable (PML)

Si bien el principal resultado de la evaluación del riesgo es la curva de excedencia de pérdidas, la curva de PML¹ es usualmente preferida debido a que, en general, es más fácil de comprender la noción de un periodo de retorno que, como se mencionó previamente, es el valor esperado del tiempo entre eventos que superan una pérdida, y que matemáticamente corresponde al inverso de la tasa de excedencia. La curva de excedencia de pérdidas y la curva de PML son equivalentes en la información contenida.

De la curva de PML se pueden determinar los valores de pérdida para periodos de retorno arbitrarios. La selección del periodo de retorno para una PML como referente depende exclusivamente de la aversión al riesgo del tomador de decisiones. La Figura 5 muestra un ejemplo de una curva de PML, en donde, a partir de un período de retorno seleccionado en el eje horizontal, que en este ejemplo es de 400 años, se puede determinar el valor de la pérdida en el eje vertical, lo que indica que esta pérdida se superará en promedio cada 400 años.

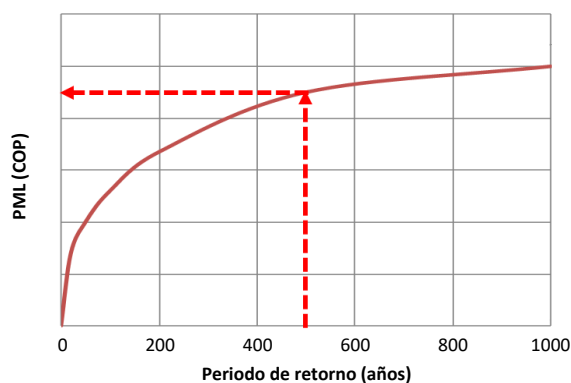


Figura 5. Ejemplo de curva de PML. (COP = Pesos colombianos)

¹ Probable Maximum Loss

2.4 Limitaciones de la evaluación del riesgo

En esta sección se presentan algunas limitaciones ampliamente conocidas de la evaluación probabilista del riesgo, las cuales están fuertemente relacionadas con la calidad de los datos disponibles. Cabe anotar que las limitaciones acá expuestas, son complementarias a lo previamente indicado en todos los productos entregables de esta consultoría, en los cuales se ha dado tratamiento a la metodología de evaluación (Informe de Inicio), a la información sobre modelos preexistentes de amenazas geológicas (Entregable 2), a los modelos de exposición y vulnerabilidad conformados por esta consultoría (Entregable 3) y a los modelos de amenazas hidrometeorológicas con cambio climático desarrollados por el consultor (Entregable 4). Por lo tanto, esta sección no pretende repetir lo ya enunciado en estos productos previamente entregados, sino aportar desde una visión general las limitaciones conocidas de la evaluación probabilista del riesgo.

La evaluación probabilista del riesgo de desastres depende críticamente de la disponibilidad y resolución de la información empleada para modelar las amenazas, la exposición y la vulnerabilidad. Una limitación común es la insuficiencia de registros históricos de eventos extremos, lo cual implica la necesidad de simular los eventos más grandes y catastróficos, a partir de información indirecta sobre el territorio y la manifestación de los fenómenos. Esto impide procesos de calibración y validación, debido a que no se cuenta con evidencia de la ocurrencia de la gran mayoría de los eventos simulados, pues no han ocurrido aún. Esto es especialmente cierto en condiciones de cambio climático. Así mismo, para la modelación de los fenómenos relacionados con el clima, en muchos contextos, los datos hidrometeorológicos presentan brechas temporales, baja densidad espacial de estaciones o inconsistencias por cambios en los sistemas de medición.

La Tabla 2 resume las principales limitaciones de los diferentes componentes de la modelación: amenaza, exposición y vulnerabilidad. Se indican además algunas recomendaciones para su reducción.

Tabla 2. Resumen de limitaciones identificadas en las capas del modelo

Componente	Condición evaluada	Limitación	Recomendación
Clima	Clima base y 36 climas futuros	No es posible anticipar el clima real del futuro. Solamente considerar posibles futuros alternos y evaluarlos todos.	Incertidumbre profunda. No se puede reducir
Amenaza inundación	Forzamiento meteorológico. Simulaciones a escala diaria.	Simulaciones obtenidas para 1,000 años, en ubicaciones dentro de una malla de puntos sobre Costa Rica. Esta malla es de resolución intermedia en la escala de la RN2. Esto implica que existen detalles de la variación espacial de los patrones de lluvia que no es posible capturar con el modelo.	Requiere de inversiones en investigación, en equipos de detección, y tiempo para la toma de datos en el largo plazo.
Amenaza inundación	Respuesta de cuencas	El modelo de respuesta de cuencas permite capturar variaciones espaciales al interior que modifiquen localmente las condiciones de atenuación y acumulación por infiltración superficial. No obstante, las cuencas consideradas son altamente intervenidas y transformadas, con rutas de drenaje urbano no consideradas en el modelo y que alteran los patrones de respuesta. Un mínimo o nulo mantenimiento a las cuencas y cauces altera también la posibilidad de representar de forma apropiada la respuesta hidrológica.	Requiere de grandes inversiones en investigación y monitoreo de cauces
Amenaza inundación	Modelo hidráulico	Modelo hidráulico 1D, con limitaciones para expresar las inundaciones den zonas de desbordamiento de ríos, especialmente en planicies de inundación. La respuesta del modelo al interior del canal, especialmente en canales de cierta profundidad, es dudosa.	Requiere de inversiones en investigación y aplicación de enfoques hidráulicos más complejos, así como de la realización de levantamientos de

Componente	Condición evaluada	Limitación	Recomendación
			topografía y batimetría de los cauces.
Amenaza sísmica	Ocurrencia de terremotos. Movimiento fuerte.	La información sísmica es limitada por la relativa baja frecuencia de los terremotos. Los modelos de amenaza sísmica deben tratarse siempre de forma probabilista dada la incertidumbre en los momentos de ocurrencia, ubicación, magnitud y otras características de los eventos.	Requiere de tiempo y de grandes inversiones en investigación.
Amenaza por deslizamientos	Susceptibilidad	El modelo de susceptibilidad se derivó de un modelo mundial (GIRI-CDRI), el cual refleja de manera muy aproximada las condiciones de susceptibilidad. El modelo empleado es limitado en los factores de propensividad que considera.	Requiere de grandes inversiones en investigación del subsuelo y en modelación de la susceptibilidad
Amenaza volcánica	Ocurrencia de erupciones. Disposición de material emitido	La información de erupciones volcánicas es limitada por la relativa baja frecuencia de los terremotos. Mucha de la información existente se basa en registros geológicos de los efectos de los volcanes en el pasado. Si bien se cuenta en esta evaluación con modelos probabilistas para los volcanes involucrados, el tratamiento probabilista de la amenaza volcánica es muy poco común. Los modelos de amenaza volcánicos tienden a ser deterministas, siendo este también el caso de los existentes para Costa Rica, excepto el empleado en esta evaluación (modelo CAPRA). Los modelos de amenaza volcánica para evaluación de riesgo catastrófico deben tratarse siempre de forma probabilista dada la incertidumbre en los momentos de ocurrencia, magnitud y otras características de las erupciones.	Requiere de mayores inversiones en modelos probabilistas de amenaza volcánica
Exposición	Exposición puentes	Costa Rica, y en particular LanammeUCR, cuenta con muy buena información de elementos expuestos viales. Se tiene acceso a información de detalle, que incluye la ubicación y otras características de los puentes. No obstante, es necesario manipular la información para transformarla en una base de exposición. Es necesario recabar información adicional que permita, en evaluaciones futuras, considerar otras amenazas relevantes, como los flujos torrenciales. Datos acerca de la altura del puente sobre el cruce, la distribución de pilas y apoyos en la subestructura y las condiciones del cauce, son algunos ejemplos de información relevante para la modelación de otros fenómenos.	Requiere de inversión en generación y mantenimiento de información de exposición, dándole una orientación a la evaluación del riesgo
Exposición	Exposición de segmentos viales	Costa Rica, y en particular LanammeUCR, cuenta con muy buena información de elementos expuestos viales. Se tiene acceso a información de detalle, que incluye la ubicación y otras características de los segmentos viales. No obstante, es necesario manipular la información para transformarla en una base de exposición.	Requiere de inversión en generación y mantenimiento de información de exposición, dándole una orientación a la evaluación del riesgo
Vulnerabilidad	Vulnerabilidad de puentes	Se cuenta con información de funciones de vulnerabilidad de fuentes internacionales (HAZUS, CAPRA) con aplicabilidad directa en Costa Rica. Si bien no se trata de curvas propias del país, se consideran aceptables. No se incluyen fenómenos especiales como las avenidas torrenciales, por encontrarse fuera del alcance del estudio. En un futuro deben considerarse estos fenómenos, de especial relevancia para los puentes. La validación de nuevas funciones de vulnerabilidad es un trabajo analítico y técnico de alta complejidad y muy demandante computacionalmente. Así mismo, el modelo considera únicamente pérdidas directas sobre los segmentos viales, sin consideración de las variaciones en el servicio prestado, ni tampoco la interdependencia con otros sistemas.	Requiere de inversión en investigación de modelos de vulnerabilidad
Vulnerabilidad	Vulnerabilidad de segmentos viales	Se requirió la creación de funciones nuevas para elementos de infraestructura por medio de un enfoque de arquetipos. Estas funciones se consideran suficientes para los propósitos de la evaluación. La validación de nuevas funciones de vulnerabilidad es un trabajo analítico y técnico de alta complejidad y muy demandante computacionalmente. Así mismo, el modelo considera únicamente pérdidas directas sobre los segmentos viales, sin consideración de las variaciones en el servicio prestado, ni tampoco la interdependencia con otros sistemas.	Requiere de inversión en investigación de modelos de vulnerabilidad

Aunque Costa Rica destaca en la región por contar con sistemas de información sólidos y bien estructurados en términos de insumos para la modelación, persisten limitaciones inherentes al enfoque probabilista. El principal reto radica en que la modelación se basa en la proyección de eventos futuros que aún no han ocurrido, lo que implica dependencia de supuestos analíticos sobre el comportamiento extremo de los fenómenos naturales y la respuesta de los elementos expuestos ante ellos. Por ende, incluso en contextos con buena disponibilidad de datos, como Costa Rica, la incertidumbre no puede eliminarse por completo, sino gestionarse de forma explícita dentro del proceso de evaluación del riesgo.

2.4.1 Recomendaciones para futuras evaluaciones

En función de las limitaciones propias de la evaluación, se plantean algunas recomendaciones generales que fortalecerán el uso futuro de modelos de evaluación probabilista del riesgo:

1. Gobernanza institucional y custodia formal de los datos de riesgo

Se recomienda establecer procedimientos formales de gobernanza y custodia para los insumos y productos generados en la evaluación de riesgo de la RN2, asignando responsabilidades institucionales claras para la administración de los datos de amenaza, exposición, vulnerabilidad y pérdidas. Dado que los resultados incluyen métricas probabilistas y escenarios deterministas multi-amenaza, su sostenibilidad requiere mecanismos de control de versiones, trazabilidad documental y resguardo estructurado, evitando inconsistencias derivadas de modificaciones no registradas o pérdida de información técnica.

2. Recolección de información para la modelación de amenazas

Se recomienda fortalecer los procesos de recolección y actualización de la información base requerida para la modelación de amenazas, incluyendo datos hidrometeorológicos, topográficos, geotécnicos, geológicos y de monitoreo asociados al corredor vial. La calidad y resolución de estos insumos condicionan directamente la robustez técnica de los modelos probabilistas y deterministas utilizados en las evaluaciones de riesgo, así como la confiabilidad de los resultados obtenidos. Contar con información base adecuada y actualizada permite reducir incertidumbres en la modelación y representar de manera más precisa la evolución de las condiciones físicas y ambientales asociadas a las distintas amenazas que afectan la RN2.

3. Actualización periódica del inventario de exposición vial y estructural

Es fundamental implementar un esquema sistemático de actualización de la exposición de vías y puentes, considerando que la RN2 está sujeta a intervenciones, ampliaciones, rehabilitaciones y cambios en el estado estructural de sus activos. La validez de las métricas de riesgo depende directamente de la representación actualizada del portafolio evaluado; por tanto, cualquier modificación relevante en inventarios debe incorporarse antes de reutilizar los resultados o ejecutar nuevas simulaciones.

4. Preservación y documentación explícita de supuestos metodológicos

Se recomienda conservar de manera estructurada todos los supuestos metodológicos y parámetros empleados en la modelación, incluyendo los modelos de amenaza utilizados, las funciones de vulnerabilidad asignadas y las configuraciones climáticas consideradas (combinaciones GCM–SSP). La comparabilidad futura de los resultados requiere consistencia en los enfoques adoptados o, en caso de

ajustes, documentación explícita que permita distinguir entre cambios reales en el riesgo y variaciones inducidas por modificaciones metodológicas.

5. Integración operativa de métricas probabilistas y escenarios deterministas

Resulta conveniente integrar los productos generados dentro de procesos institucionales de planificación, priorización y mantenimiento, entendiendo las métricas probabilistas y los escenarios deterministas como herramientas complementarias. Mientras la PAE caracteriza condiciones promedio de pérdida anual, los escenarios deterministas permiten evaluar impactos concentrados de eventos específicos. Su uso articulado fortalece el soporte técnico para decisiones de continuidad operativa, gestión de inversiones y reducción del riesgo en el corredor.

6. Desarrollo de capacidades para reproducción y mantenimiento del modelo en el tiempo

Se recomienda fortalecer capacidades institucionales para la reproducción, recalibración y eventual expansión del modelo de riesgo, incluyendo entrenamiento técnico en interpretación de curvas, mapas y métricas, así como criterios para incorporar nueva información climática, geotécnica o estructural. Dado el carácter dinámico del riesgo en infraestructura, la sostenibilidad del trabajo requiere que las entidades responsables puedan mantener operativa la base analítica más allá del horizonte inmediato de la consultoría.

3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO

La evaluación del riesgo en el portafolio vial carretero (vías y puentes) de la Ruta Nacional 2 arrojó los resultados presentados a continuación, en términos de la Pérdida Anual Esperada (PAE) y la Pérdida Máxima Probable (PML), ante inundaciones fluviales (desbordamiento de ríos), terremoto, erupciones volcánicas, y deslizamientos detonados por sismo y detonados por lluvia. Las inundaciones pluviales (por encharcamiento del terreno) se excluyeron de los resultados presentados en este informe, debido a que en todos los casos y para todos los climas, los resultados fueron extremadamente bajos² o exactamente cero.

En el caso de sismo, erupciones volcánicas y deslizamientos detonados por sismo, se presentan pérdidas no asociadas a una condición climática futura. Sin embargo, para las inundaciones y deslizamientos detonados por lluvia, se incorpora el cambio climático, el cual modifica o condiciona la ocurrencia de la amenaza y, por lo tanto, altera las métricas de riesgo. En el Producto 4 de esta consultoría (entregable de la Tarea 2: Modelos de amenazas climáticas), pueden revisarse los detalles acerca de la modelación climática y la incorporación del cambio climático en estas amenazas. Para el caso de las inundaciones fluviales y pluviales, se consideraron 3 modelos de circulación global, 4 trayectorias de emisiones de gases de efecto invernadero y, 3 años objetivo en el futuro, para un total de 36 posibles versiones del clima futuro. Los modelos, trayectorias de emisiones y años de proyección para inundación fluvial y pluvial se resumen en la Tabla 3, incluyendo un nombre abreviado o resumido, mediante el cual se nombran los resultados asociados a estos climas en este documento.

Tabla 3. Climas futuros considerados para inundación fluvial y pluvial y su abreviatura

GCM	Trayectoria	Año objetivo	Abreviatura	GCM	Trayectoria	Año objetivo	Abreviatura
EC-Earth3	SSP1-2.6	2035	EC-SSP1-35	GFDL-ESM4	SSP3-7.0	2050	GFDL-SSP3-50
EC-Earth3	SSP2-4.5	2035	EC-SSP2-35	GFDL-ESM4	SSP5-8.5	2050	GFDL-SSP5-50
EC-Earth3	SSP3-7.0	2035	EC-SSP3-35	GFDL-ESM4	SSP1-2.6	2100	GFDL-SSP1-100
EC-Earth3	SSP5-8.5	2035	EC-SSP5-35	GFDL-ESM4	SSP2-4.5	2100	GFDL-SSP2-100
EC-Earth3	SSP1-2.6	2050	EC-SSP1-50	GFDL-ESM4	SSP3-7.0	2100	GFDL-SSP3-100
EC-Earth3	SSP2-4.5	2050	EC-SSP2-50	GFDL-ESM4	SSP5-8.5	2100	GFDL-SSP5-100
EC-Earth3	SSP3-7.0	2050	EC-SSP3-50	MPI-ESM1-2-LR	SSP1-2.6	2035	MPI-SSP1-35
EC-Earth3	SSP5-8.5	2050	EC-SSP5-50	MPI-ESM1-2-LR	SSP2-4.5	2035	MPI-SSP2-35
EC-Earth3	SSP1-2.6	2100	EC-SSP1-100	MPI-ESM1-2-LR	SSP3-7.0	2035	MPI-SSP3-35
EC-Earth3	SSP2-4.5	2100	EC-SSP2-100	MPI-ESM1-2-LR	SSP5-8.5	2035	MPI-SSP5-35
EC-Earth3	SSP3-7.0	2100	EC-SSP3-100	MPI-ESM1-2-LR	SSP1-2.6	2050	MPI-SSP1-50
EC-Earth3	SSP5-8.5	2100	EC-SSP5-100	MPI-ESM1-2-LR	SSP2-4.5	2050	MPI-SSP2-50
GFDL-ESM4	SSP1-2.6	2035	GFDL-SSP1-35	MPI-ESM1-2-LR	SSP3-7.0	2050	MPI-SSP3-50
GFDL-ESM4	SSP2-4.5	2035	GFDL-SSP2-35	MPI-ESM1-2-LR	SSP5-8.5	2050	MPI-SSP5-50
GFDL-ESM4	SSP3-7.0	2035	GFDL-SSP3-35	MPI-ESM1-2-LR	SSP1-2.6	2100	MPI-SSP1-100
GFDL-ESM4	SSP5-8.5	2035	GFDL-SSP5-35	MPI-ESM1-2-LR	SSP2-4.5	2100	MPI-SSP2-100
GFDL-ESM4	SSP1-2.6	2050	GFDL-SSP1-50	MPI-ESM1-2-LR	SSP3-7.0	2100	MPI-SSP3-100
GFDL-ESM4	SSP2-4.5	2050	GFDL-SSP2-50	MPI-ESM1-2-LR	SSP5-8.5	2100	MPI-SSP5-100

² Con valores de PAE en el orden de las decenas de colones.

3.1 Resultados generales para la RN2

3.1.1 Pérdida Anual Esperada (PAE)

La Tabla 4 presenta un resumen de las PAE para el portafolio de puentes, mientras que la Tabla 5 lo presenta para el portafolio vial. Se presenta los valores de PAE por amenaza, tanto en valor monetario absoluto (en colones costarricenses), como en términos relativos con respecto al valor expuesto total del portafolio, valores que se presentan al millar (%). El valor puede expresarse en dólares estadounidenses (USD) usando la tasa de cambio promedio del mes de diciembre de 2025, equivalente a 1 USD = 490 CRC. Con el fin de limitar el tamaño del texto y facilitar su lectura, no se incluyen la totalidad de climas considerados. Para las amenazas sensibles al clima, se presentan únicamente el valor de la PAE para el clima base y para los climas futuro que producen los mayores y menores valores en el portafolio.

Como se mencionó anteriormente, la PAE corresponde al valor medio de las pérdidas anuales. Es decir, se trata del valor anual de compensación que se requeriría para igualar las pérdidas acumuladas por eventos en el largo plazo. Por ejemplo, en el caso de los *deslizamientos detonados por lluvia* para el *clima base*³, la PAE absoluta del portafolio vial (Tabla 5) es de ₡ 500 millones. Esto significa que, si fuera posible pagar en base anual todas las pérdidas por inundaciones fluviales en esta ruta, bajo el clima actual, el valor anual de pago correspondería con ese monto de PAE. Esa pérdida anual, comparada con el valor expuesto total del portafolio, corresponde a 1.64 ‰, lo que significa que, de cada ₡ 1,000 de valor en el portafolio vial, se pierden en promedio 1.64 cada año. Este indicador relativo permite dimensionar el monto de la pérdida dentro del tamaño real del portafolio. Los resultados encontrados se encuentran dentro de lo razonable y esperado para este tipo de fenómenos y el portafolio carretero considerado.

Tabla 4. Pérdida anual esperada de puentes por amenaza y clima. Valores en colones costarricenses (CRC)

Portafolio		Puentes		
VALFIS		66 788 258 800		
Amenaza	Año	GCM	PAE (%)	PAE (CRC)
Sismo			3.43	229 346 255
Inundación fluvial	Clima base		0.05	3 395 320
	2035	EC-SSP3	0.05	3 227 097
		GFDL-SSP1	0.05	3 406 299
	2050	EC-SSP3	0.05	3 167 666
		GFDL-SSP1	0.05	3 371 250
	2100	EC-SSP5	0.04	2 884 537
GFDL-SSP1		0.05	3 398 583	
Desliz. por sismo			0.18	12 010 647
Desliz. por lluvia	Clima base		0.50	33 079 709
	2035	EC-SSP3	0.43	28 975 838
		GFDL-SSP1	0.57	38 201 670
	2050	EC-SSP1	0.47	31 212 053
		GFDL-SSP1	0.61	40 788 419
	2100	EC-SSP1	0.46	30 655 101

³ El clima base corresponde al clima observado en el periodo histórico de control 1990-2020.

Portafolio		Puentes		
VALFIS		66 788 258 800		
Amenaza	Año	GCM	PAE (‰)	PAE (CRC)
		GFDL-SSP1	0.68	45 205 579
Ceniza			0.08	5 084 309

Tabla 5. Pérdida anual esperada de segmentos viales por amenaza y clima. Valores en colones costarricenses (CRC)

Portafolio		Vías		
VALFIS		304 447 000 000		
Amenaza	Año	GCM	PAE (%)	PAE (CRC)
Sismo			0.06	16 929 147
Inundación fluvial	Clima base		0.37	113 584 527
	2035	EC-SSP3	0.36	108 104 332
		GFDL-SSP1	0.37	113 914 737
	2050	EC-SSP3	0.35	106 183 896
		GFDL-SSP1	0.37	112 775 785
	2100	EC-SSP5	0.32	96 848 139
GFDL-SSP1		0.37	113 914 737	
Desliz. por sismo			1.27	386 412 038
Desliz. por lluvia	Clima base		1.64	500 017 195
	2035	EC-SSP1	1.47	446 313 180
		GFDL-SSP1	1.97	600 079 555
	2050	MPI-SSP3	1.44	437 606 165
		GFDL-SSP2	2.15	655 462 551
	2100	EC-SSP1	1.47	447 775 583
GFDL-SSP1		2.39	726 512 223	
Ceniza			0.07	20 616 961

Para el caso de puentes, el valor físico agregado evaluado es de aproximadamente 66.8 miles de millones de colones, y se observa que la amenaza sísmica constituye el principal componente de pérdida esperada, con una PAE relativa de 3.43‰ y una pérdida anual del orden de 229 millones de colones. En contraste, amenazas como inundación fluvial presentan niveles sustancialmente menores, con valores cercanos a 0.05‰, mientras que la contribución de ceniza volcánica se mantiene en torno a 0.08‰, representando un componente secundario pero cuantificable dentro del balance multi amenaza.

En el caso de vías, el portafolio presenta una valoración física considerablemente mayor (≈304.4 miles de millones de colones), con un patrón de riesgo distinto: la PAE asociada a sismo es reducida (0.06‰), mientras que los procesos gravitacionales dominan el resultado probabilista. En particular, los deslizamientos detonados por lluvia alcanzan valores relativos del orden de 1.64‰ bajo clima base, con pérdidas esperadas superiores a 500 millones de colones anuales, incrementándose bajo escenarios climáticos futuros hasta valores cercanos a 2.39‰ y 726 millones de colones hacia el año 2100 en algunos GCM. Esto sugiere que, dentro del portafolio vial, la amenaza por inestabilidad de laderas inducida hidrometeorológicamente concentra una fracción significativa del riesgo anual esperado.

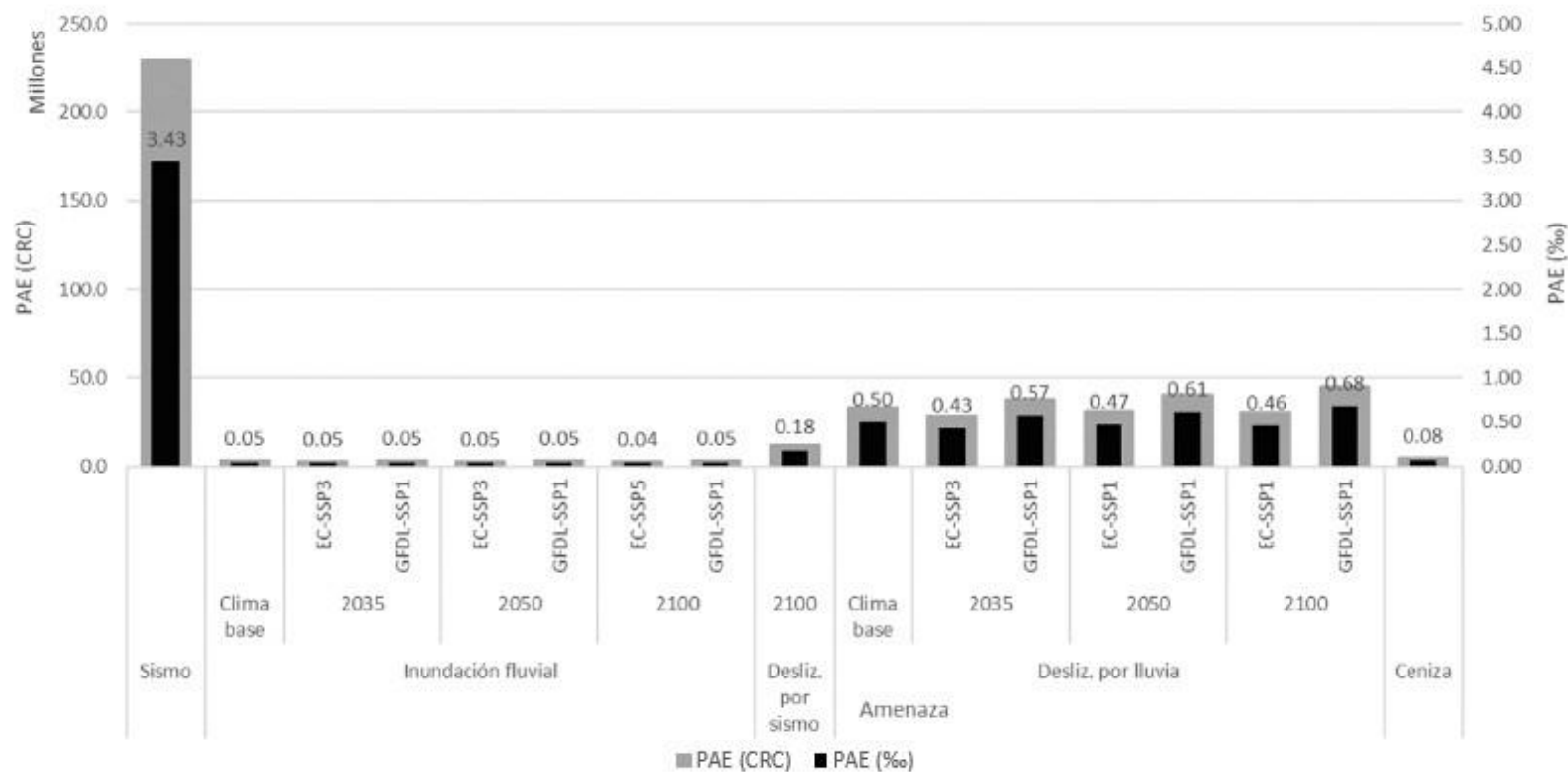


Figura 6. Pérdida anual esperada. Portafolio de puentes

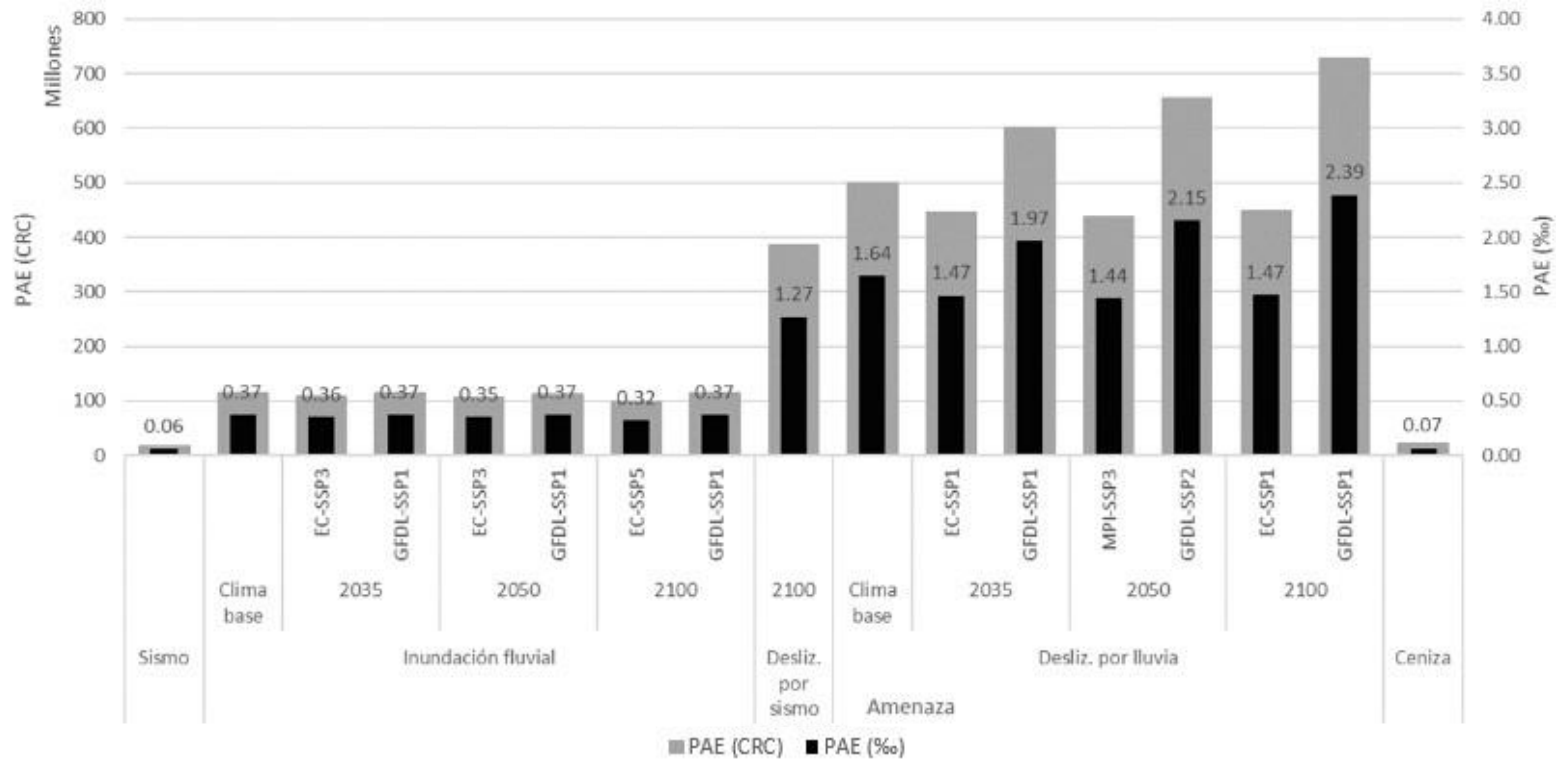


Figura 7. Pérdida anual esperada. Portafolio vial

Como se explicó anteriormente, si bien la Figura 6 presenta la totalidad de resultados para las amenazas de sismo, deslizamientos detonados por sismo y erupciones volcánicas, para inundaciones fluviales y deslizamientos detonados por lluvia solamente se presentan los resultados para clima base y 2 climas futuros. No obstante, conviene ver el consolidado de PAE totales para estas dos amenazas, incluyendo la totalidad de climas con las cuales fueron evaluadas. La Figura 8 y Figura 9 muestran el valor de la PAE como función del tiempo. Cada línea corresponde a una proyección climática diferente, es decir, una combinación de modelo GCM y trayectoria de emisiones. De esta manera, es posible ver la evolución temporal del riesgo, al considerar diferentes modelos climáticos.

Como se observa, si bien las fluctuaciones en el valor de la PAE son variables entre los años considerados, esas variaciones no siguen un patrón estrictamente creciente en el tiempo, ni con respecto a las trayectorias de emisiones. Es decir, el riesgo no crece con mayores emisiones, ni necesariamente aumenta hacia el futuro. Esto es un comportamiento absolutamente normal y esperado, pues la relación entre emisiones de gases de efecto invernadero y riesgo, es altamente no lineal. Más emisiones no necesariamente implican más riesgo. Depende de las condiciones específicas de las amenazas, la exposición y la vulnerabilidad, que median en la manifestación de las pérdidas por fenómenos hidrometeorológicos para cada condición climática estudiada.

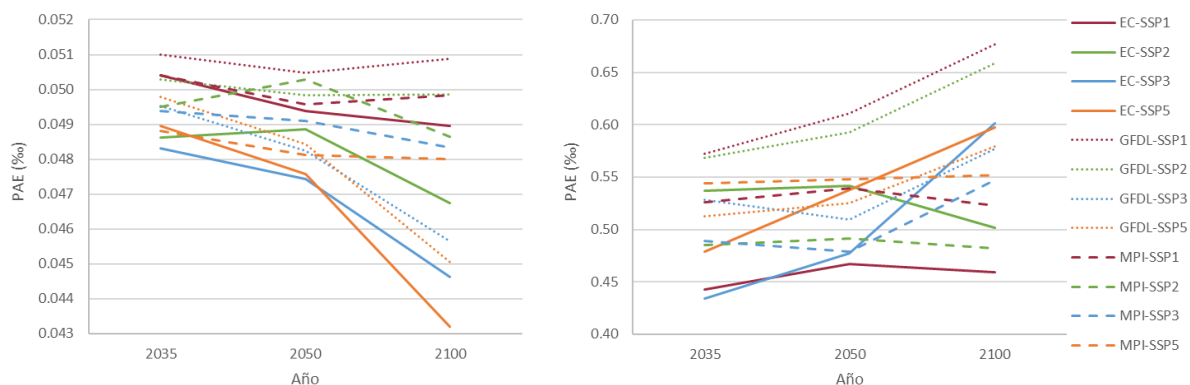


Figura 8. Pérdida anual esperada en el portafolio de puentes, por inundación fluvial (izq.) y deslizamientos detonados por lluvia (der.) para los escenarios de cambio climático considerados

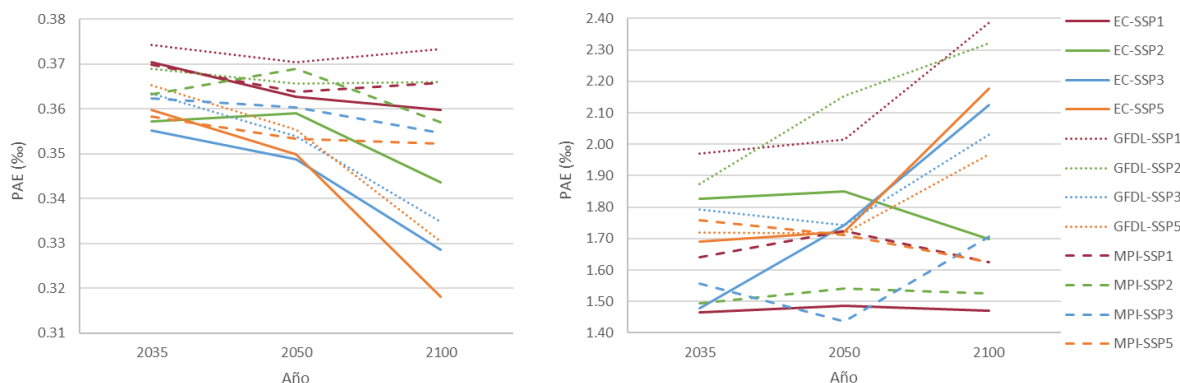


Figura 9. Pérdida anual esperada en el portafolio de segmentos viales, por inundación fluvial (izq.) y deslizamientos detonados por lluvia (der.) para los escenarios de cambio climático considerados

A pesar de que los montos de PAE son notablemente diferentes entre los portafolios de puentes y segmentos viales, las formas como varía la PAE en el tiempo son muy similares, debido a que el componente climático simula los mismos cambios a nivel meteorológico para ambos portafolios.

En el caso de la PAE por inundación fluvial, los valores proyectados se ubican en un rango relativamente estrecho (entre aproximadamente 0.32‰ y 0.37‰ para el caso de segmentos viales), con diferencias moderadas entre combinaciones de modelos climáticos globales (GCM) y trayectorias de emisiones. Para el año 2035, la mayoría de las curvas se concentran alrededor de 0.35–0.37‰, mientras que hacia 2050 se observa una ligera reducción o estabilización en varias realizaciones. Hacia 2100, algunas combinaciones muestran descensos más marcados, alcanzando valores cercanos a 0.32‰ en escenarios específicos, mientras otras mantienen niveles más constantes alrededor de 0.36–0.37‰, evidenciando dispersión entre modelos en la magnitud del cambio proyectado.

Las curvas asociadas a distintos GCM presentan comportamientos diferenciados: algunas trayectorias muestran una disminución progresiva a lo largo del horizonte temporal, mientras que otras permanecen prácticamente planas o con variaciones pequeñas entre 2035 y 2100. En particular, ciertas combinaciones bajo escenarios de altas emisiones presentan reducciones más pronunciadas hacia 2100, mientras que otras realizaciones mantienen una PAE cercana al nivel inicial. En conjunto, el gráfico refleja que la señal de cambio proyectada para inundación se manifiesta principalmente como ajustes graduales dentro de un rango acotado, con una variabilidad notable según el modelo climático considerado.

Para los deslizamientos detonados por lluvia, las proyecciones muestran una amplitud mucho mayor y una evolución temporal más marcada. Los valores de PAE se sitúan alrededor de 1.45–1.95‰ en 2035, pero varias combinaciones incrementan sustancialmente hacia 2050 y especialmente hacia 2100, superando en algunos casos los 2.3‰ (en los segmentos viales). Algunas curvas presentan aumentos abruptos después de 2050, mientras que otras muestran patrones más estables o incluso reducciones hacia el final del siglo. Este comportamiento indica que, para deslizamientos inducidos por lluvia, la dispersión entre modelos y escenarios se traduce en diferencias más amplias en la pérdida anual esperada proyectada, tanto en magnitud absoluta como en tendencia temporal.

La Figura 8 y la Figura 9, ilustran la altísima incertidumbre propia de las modelaciones de riesgo que incorporan proyecciones de cambio climático. Cada una de las líneas mostradas, es una posible trayectoria de cambio en el riesgo. Sin embargo, es imposible saber cuál de ellas se manifestará en el futuro, o incluso si el riesgo real al 2035, 2050 y 2100, no está siquiera dentro del conjunto de proyecciones estudiado. A esto se le conoce como incertidumbre profunda, como se define en la sección 5.5 del Informe de Inicio. Al darle un tratamiento al riesgo bajo incertidumbre profunda, las métricas puntuales, como la PAE, se transforman en métricas de intervalo, es decir, son de naturaleza imprecisa.

En las métricas de riesgo imprecisas, no es posible establecer una distribución al interior del intervalo de variación de la métrica, sino únicamente los límites del intervalo. Como se observa en la Figura 8 y Figura 9, los límites máximo y mínimo de PAE, causados para cada año de proyección por combinaciones diferentes de modelo GCM y trayectoria de emisiones, representan los límites de la métrica para esos años. Estos límites caracterizan el intervalo de variación de la PAE, y como dicho intervalo cambia en el tiempo futuro, de acuerdo con la evolución de la concentración de gases de efecto invernadero, en las múltiples trayectorias consideradas.

3.1.2 Pérdida Máxima Probable (PML)

Como se menciona en la sección 2.3.2, las curvas de PML son una manera alternativa de presentar las curvas de excedencia de pérdidas. Es decir, se trata de representaciones completas del riesgo de portafolio, que incorporan tanto los eventos más recurrentes y de menores pérdidas relativas, hasta los eventos catastróficos de muy baja frecuencia de ocurrencia. El formato de la curva de PML, en términos del periodo de retorno, permite una comunicación más sencilla del nivel de riesgo asociado a los eventos en todo el espectro de frecuencias de ocurrencia, es decir, desde eventos que ocurren muy frecuentemente, a eventos raros de baja probabilidad de ocurrencia.

La Figura 10 muestra las curvas de PML para todas las amenazas y climas considerados, para el portafolio de puentes. La Figura 11 muestra las curvas para el portafolio de segmentos viales. Estas curvas ilustran el carácter creciente de la pérdida como función del periodo de retorno, es decir, como la pérdida crece para eventos de frecuencia cada vez menor. Es posible observar dos tipos de comportamiento generales en la PML: i) un tipo de curvas crecimiento lento en periodo de retorno, sin tendencia a la estabilización, típicas de amenazas de baja frecuencia de ocurrencia, como los sismos, o las erupciones volcánicas, y ii) curvas de rápido crecimiento en periodos de retorno cortos, y con una clara estabilización, mostrando valores casi constantes para periodos de retorno largos, típicas de amenazas de alta frecuencia de ocurrencia, como las inundaciones fluviales.

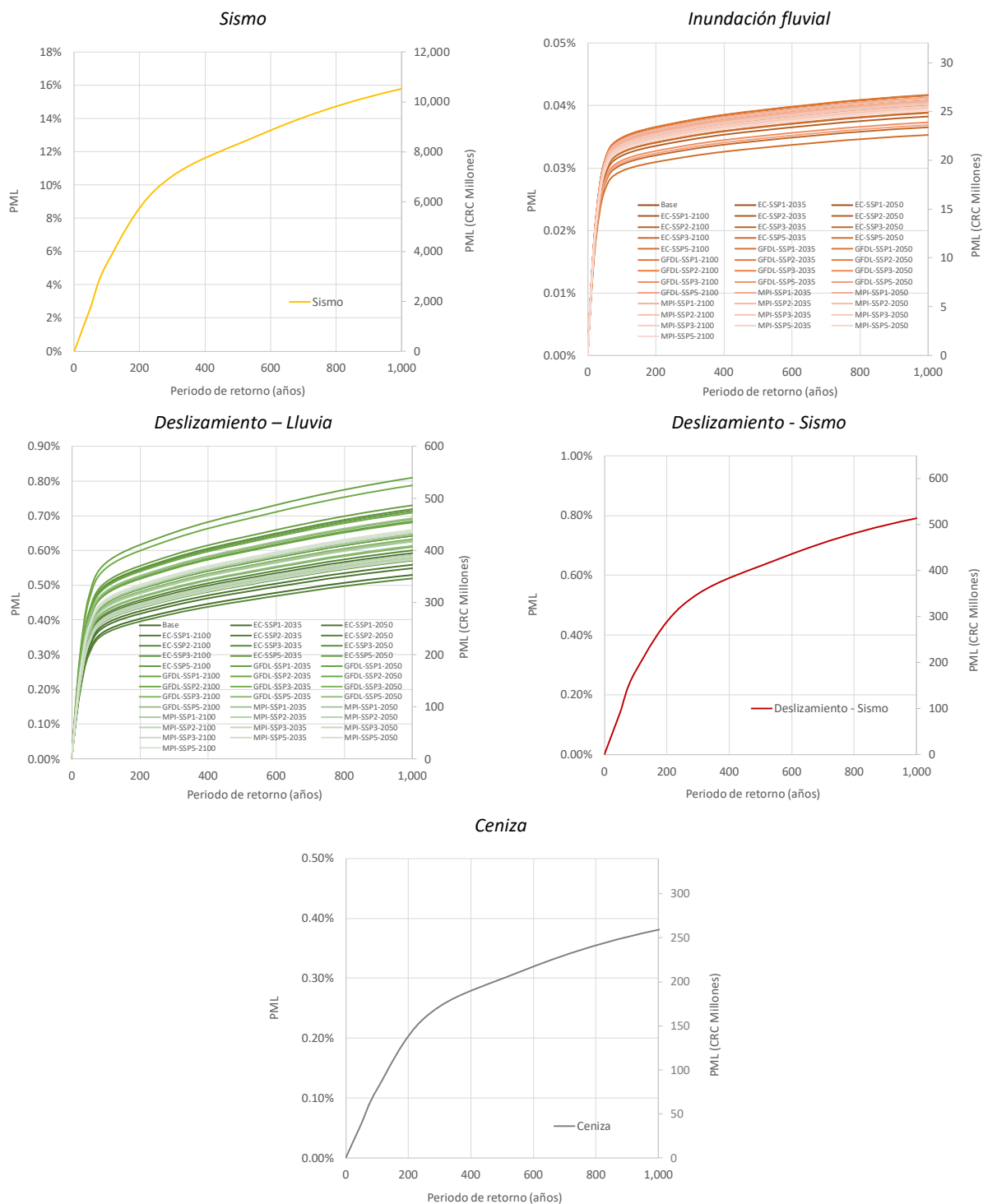


Figura 10. Curvas de PML para puentes ante todas las amenazas consideradas y todos los climas

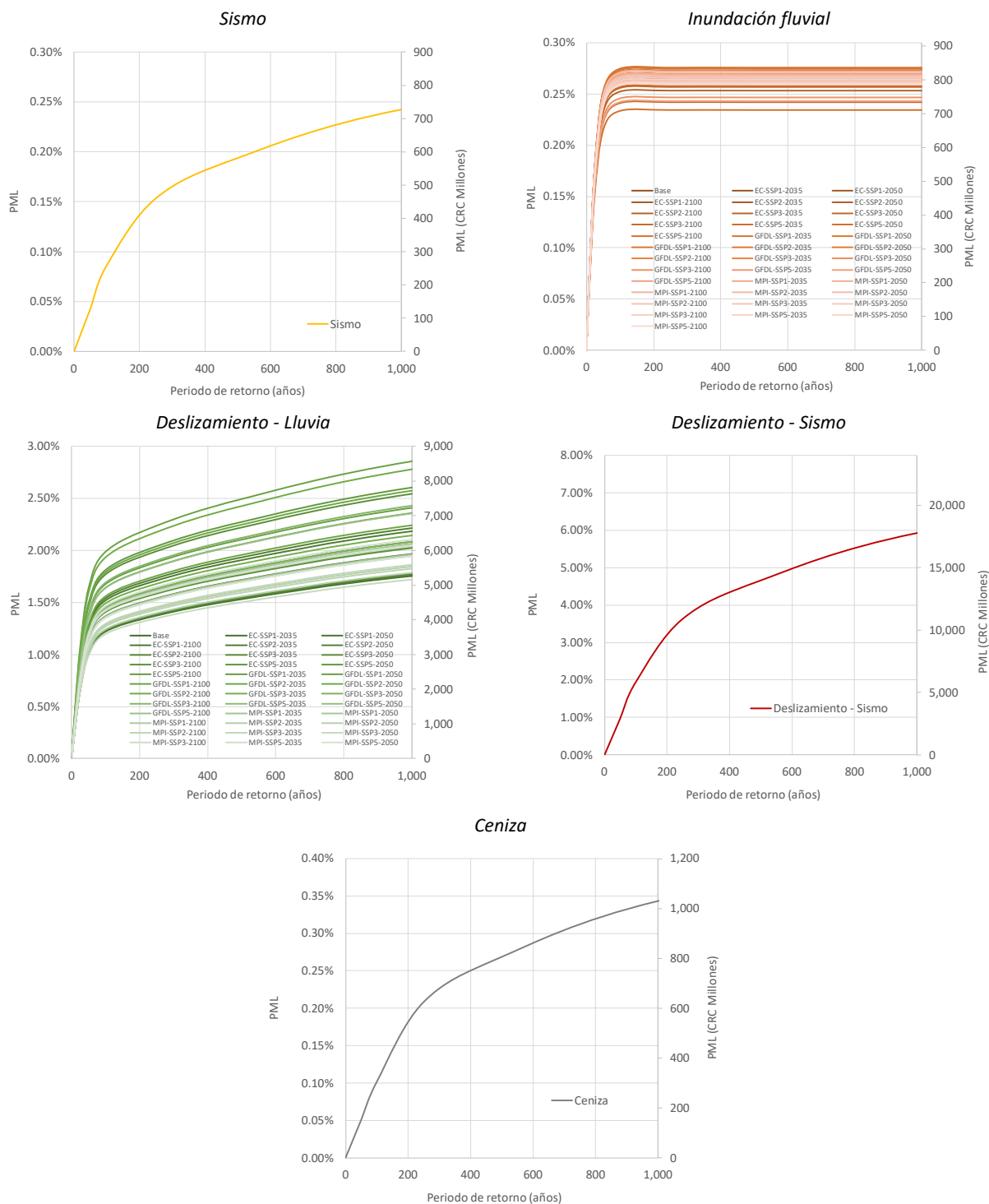


Figura 11. Curvas de PML para segmentos viales para todas las amenazas consideradas y todos los climas

Para el portafolio vial, las curvas agregadas presentan trayectorias diferenciadas según el tipo de amenaza, reflejando no solo la pérdida esperada anual sino también el potencial de eventos extremos de baja frecuencia. La inclusión simultánea de sismo, inundación fluvial, deslizamientos por lluvia y sismo, así como ceniza, permite observar la jerarquía relativa del riesgo en el rango catastrófico. En el caso de vías, la comparación entre amenazas muestra que los deslizamientos, particularmente los detonados por lluvia, tienden a generar curvas de mayor pendiente y mayores pérdidas para periodos largos, lo que es consistente con su elevada contribución probabilista previamente observada en PAE. La inundación fluvial aparece como un mecanismo de pérdidas moderadas, mientras que sismo y ceniza volcánica tienden a ocupar un rango inferior, salvo en retornos extremos donde la dispersión puede incrementarse.

Para puentes, las curvas de PML exhiben un perfil distinto, donde la amenaza sísmica adquiere un rol más dominante en el rango de pérdidas máximas. Esto es consistente con la mayor vulnerabilidad estructural y concentración de pérdidas en elementos discretos como puentes, frente a la naturaleza distribuida del inventario vial. Los deslizamientos y la ceniza aparecen como contribuciones adicionales, pero con curvas generalmente subordinadas al riesgo sísmico en retornos altos, lo cual permite diferenciar mecanismos de daño predominantes según tipología de activo.

La Figura 12 y Figura 13 muestran una comparación de las curvas de PML para vías y puentes, respectivamente, pero mostrando únicamente los climas con mayores PAE en cada año futuro de proyección para los deslizamientos detonados por lluvia y las inundaciones fluviales. Esto debido a que, al incluir en un único gráfico todos los resultados para los 36 climas futuros considerados para estas amenazas, no es posible una comparación apropiada.

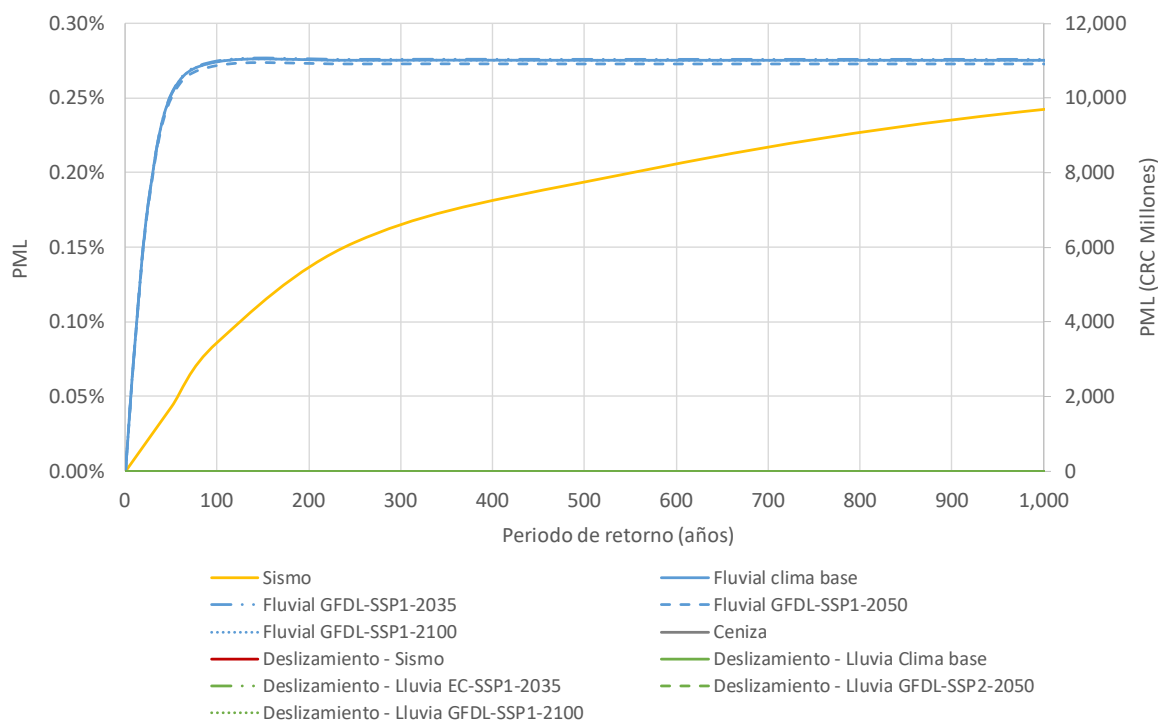


Figura 12. Comparación de curvas de PML para las amenazas consideradas y climas seleccionados para vías

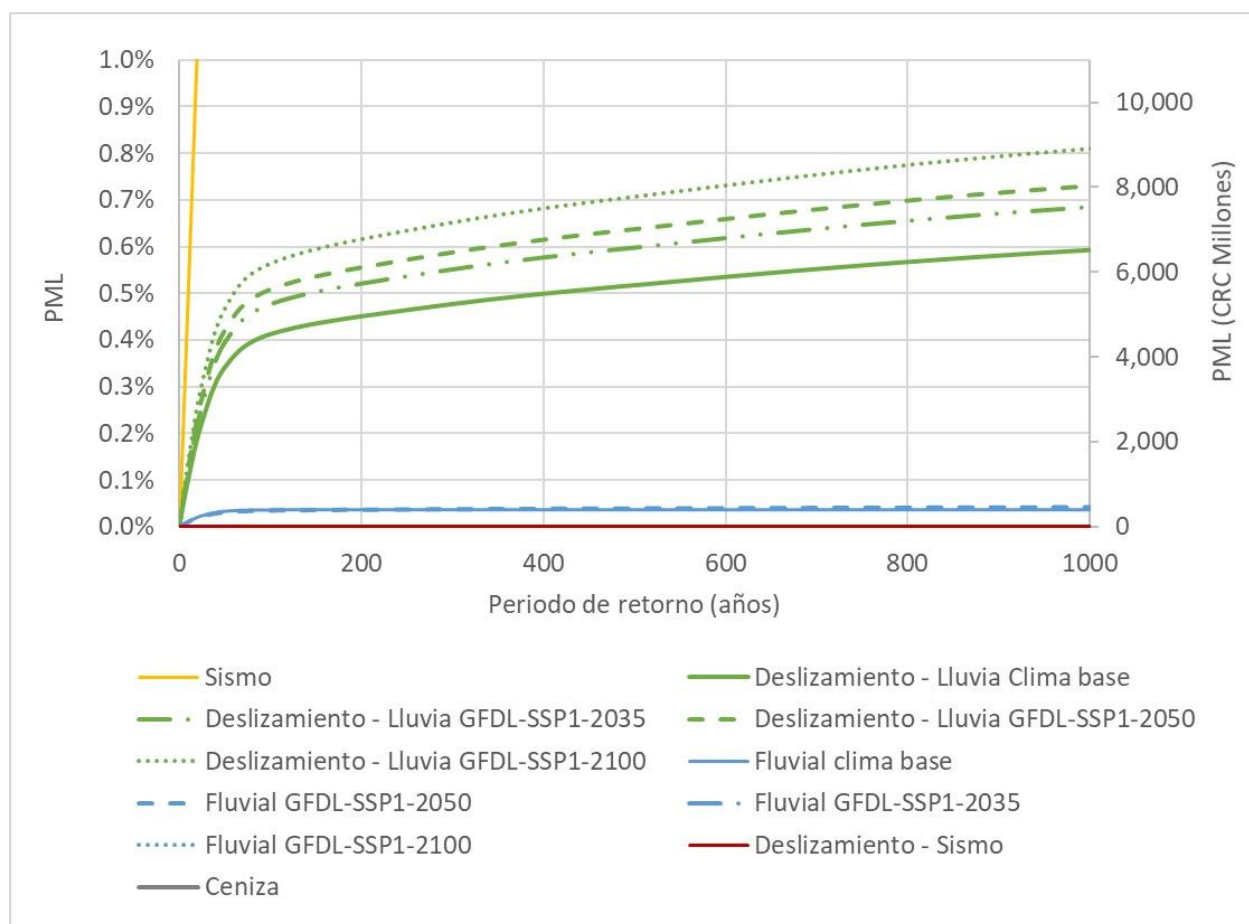


Figura 13. Comparación de curvas de PML para las amenazas consideradas y climas seleccionados para puentes

Las figuras comparativas incluidas permiten asimismo contrastar climas seleccionados, evidenciando que el cambio climático afecta principalmente la amenaza de inundación y deslizamientos inducidos por lluvia, modificando la cola de las distribuciones de pérdida. Este comportamiento se manifiesta en desplazamientos verticales de las curvas hacia mayores pérdidas para algunos escenarios GCM, particularmente en horizontes temporales avanzados, lo cual resalta la importancia de modelar explícitamente la variabilidad climática en amenazas hidrometeorológicas dentro de análisis PML.

3.2 Resultados por ubicación

Los resultados presentados anteriormente son útiles para dimensionar el riesgo de la Ruta Nacional 2, con una visión de portafolio, de cara a informar decisiones de gestión del riesgo a nivel sectorial, y son especialmente útiles para el diseño de instrumentos de protección financiera con los cuales se quiera cubrir la vía completa. No obstante, los resultados a nivel de portafolio no ilustran lo que ocurre a nivel individual para cada segmento vial o cada puente en términos del riesgo que enfrenta. Para cada elemento

del modelo de exposición, se evalúa el riesgo en términos de la PAE. Solo se presenta la PAE, debido a que es la única métrica de riesgo que es desagregable a nivel de ubicaciones individuales⁴.

Los mapas presentados en la Figura 14 a Figura 18, muestran la distribución espacial, de la PAE (al millar, relativa al valor expuesto de cada elemento) para todos los tramos viales y puentes incluidos en la evaluación. Por razones de espacio, se presentan las PAE para todas las amenazas, pero solamente considerando clima base para las amenazas influenciadas por el clima. Sin embargo, la totalidad de resultados se incluyen en el *Dataset* (conjunto de datos) del proyecto.

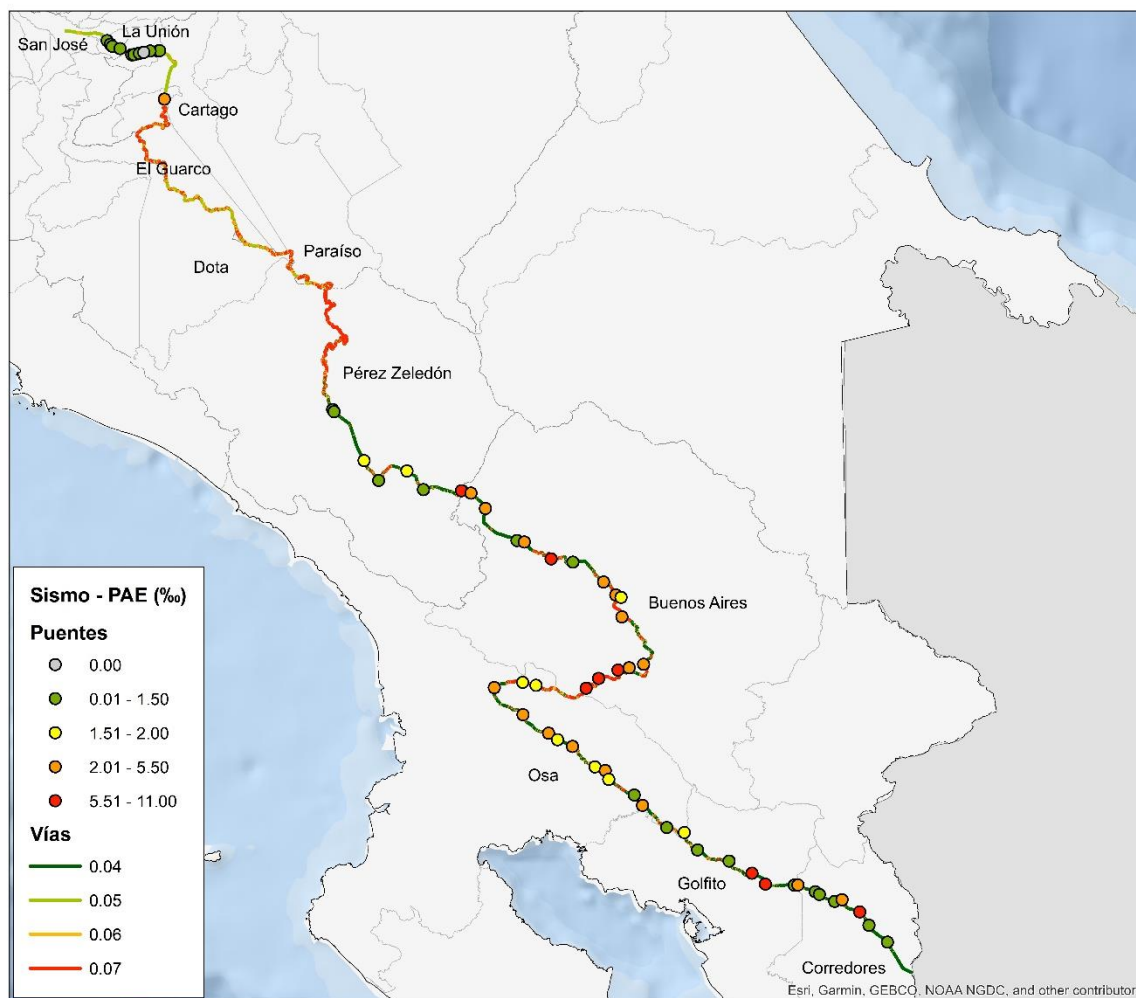


Figura 14. Pérdida Anual Esperada por sismo. Valores relativos al millar.

⁴ Si bien es posible desagregar matemáticamente la PML por ubicación, la incertidumbre en estas estimaciones es demasiado alta y, por lo tanto, no se realiza dicha desagregación. La PML de portafolio, por su parte, se beneficia de una reducción en la incertidumbre total como resultado de la ley de los grandes números, al agregar muchos elementos expuestos en un solo resultado. Por esta razón, la PML solo se reporta a nivel de portafolio.

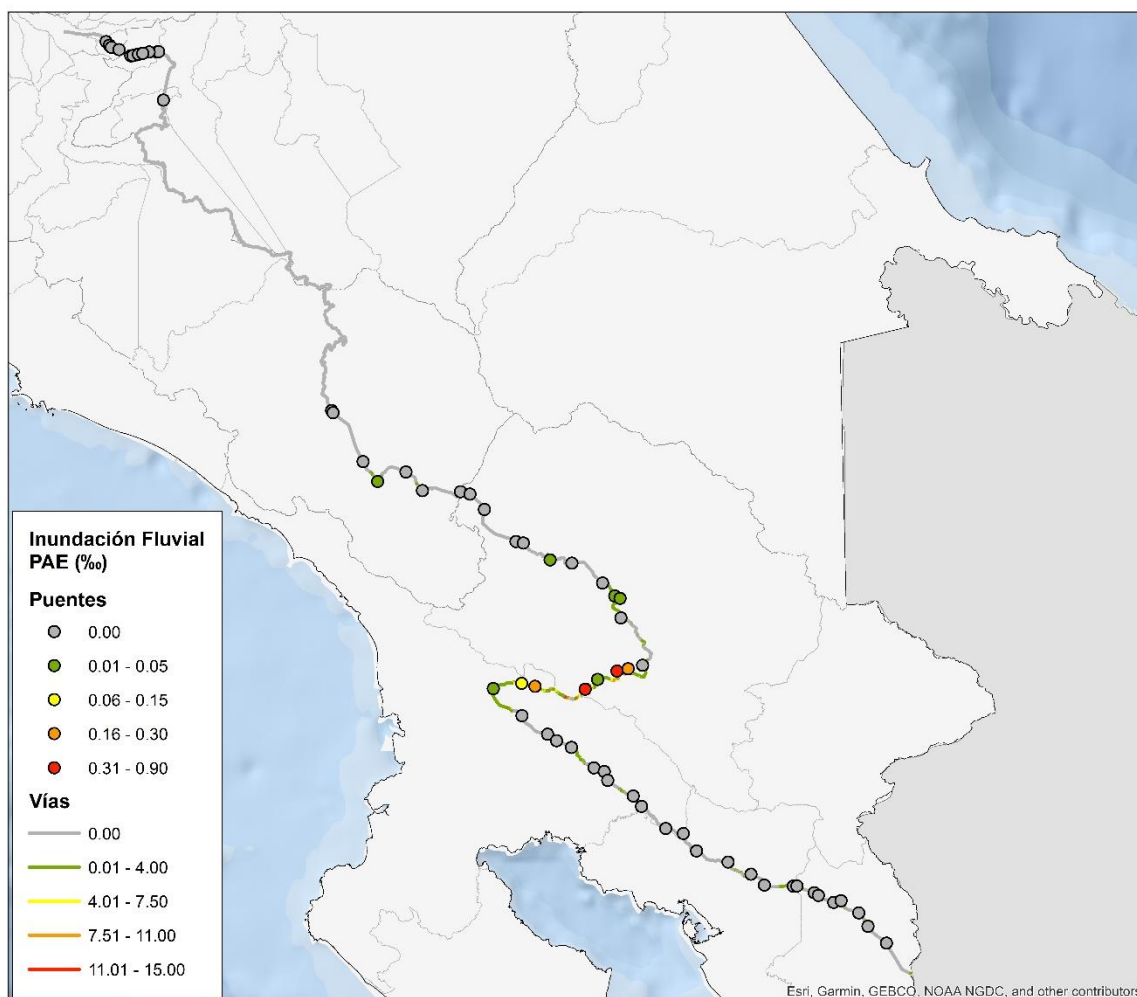


Figura 15. Pérdida Anual Esperada por inundación fluvial. Valores relativos al millar.

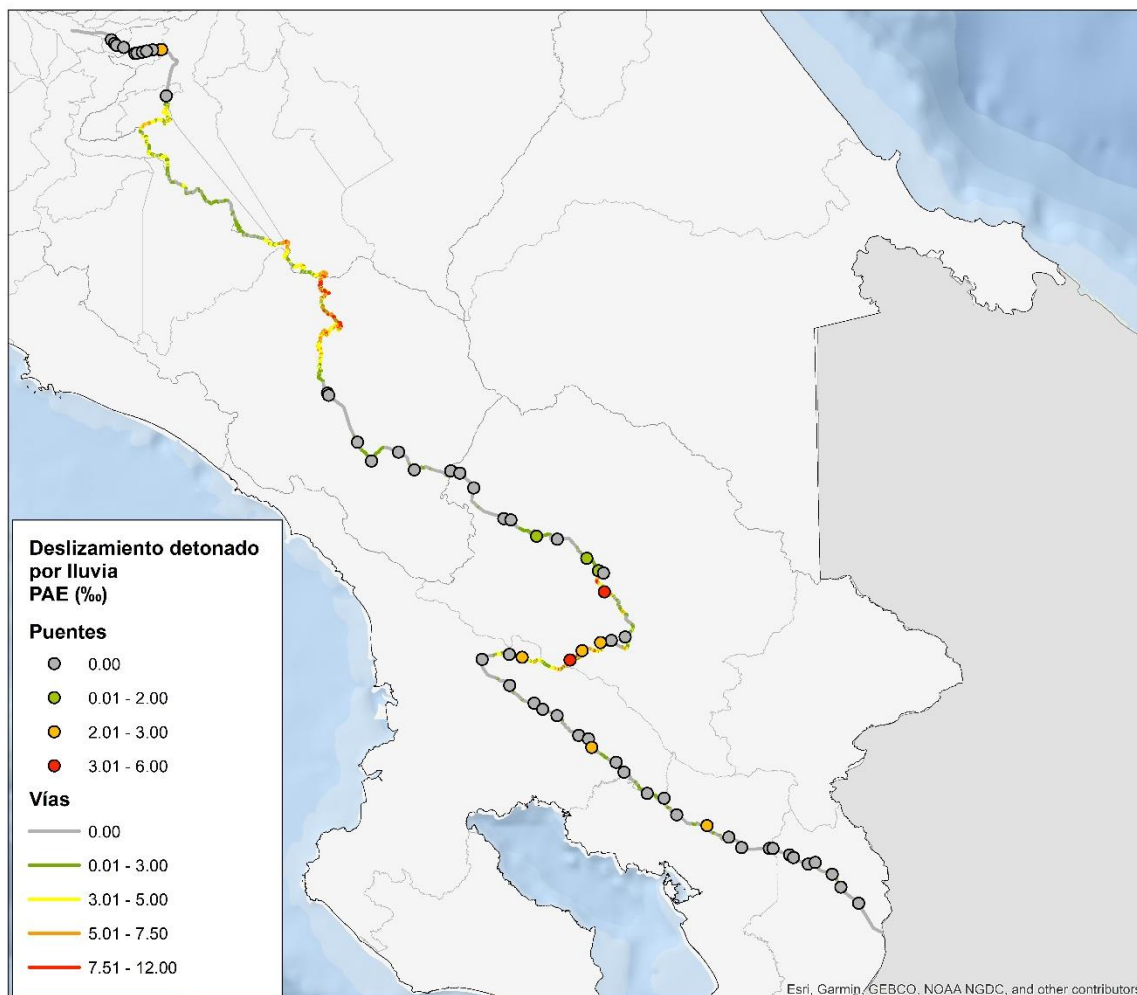


Figura 16. Pérdida Anual Esperada por deslizamientos detonados por lluvia. Valores relativos al millar.

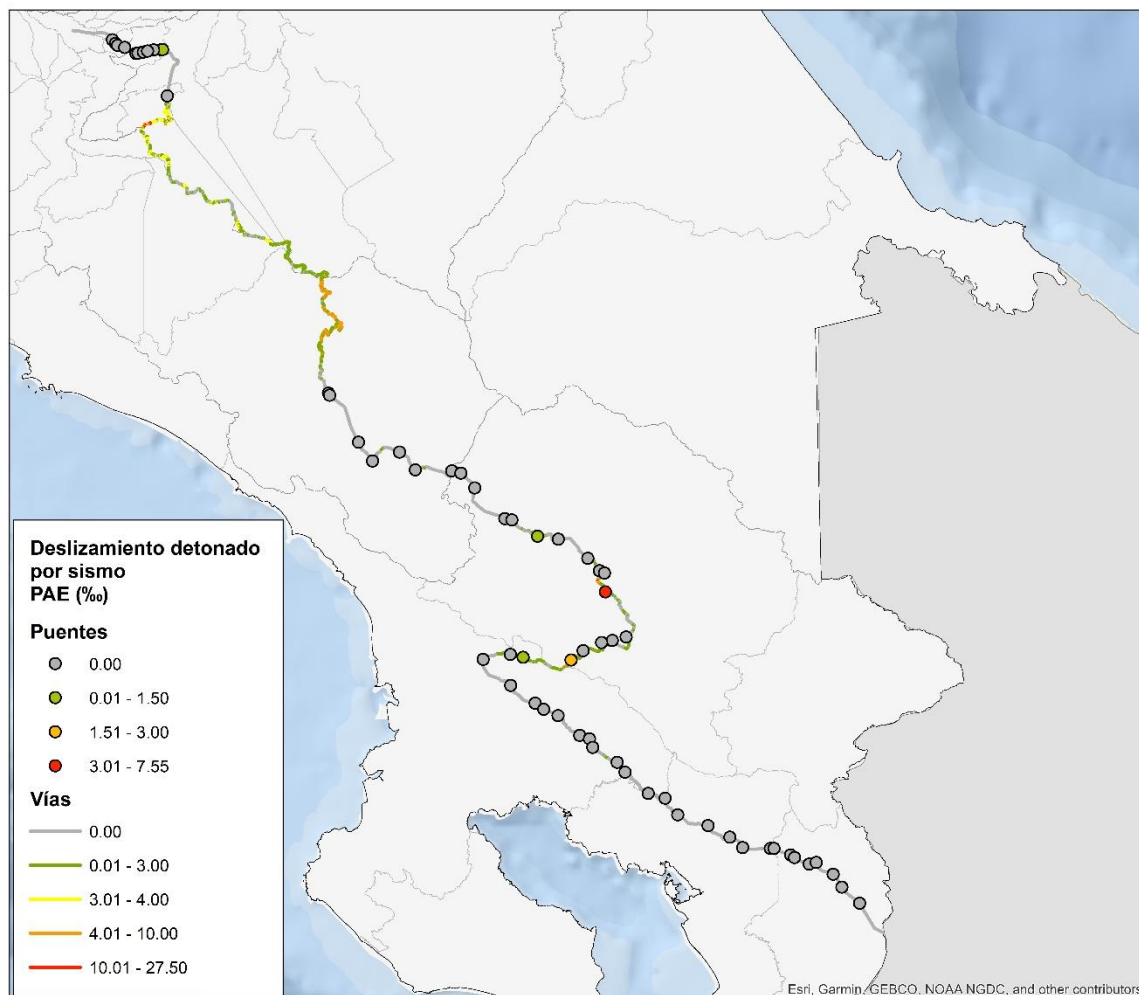


Figura 17. Pérdida Anual Esperada por deslizamientos detonados por sismo. Valores relativos al millar.

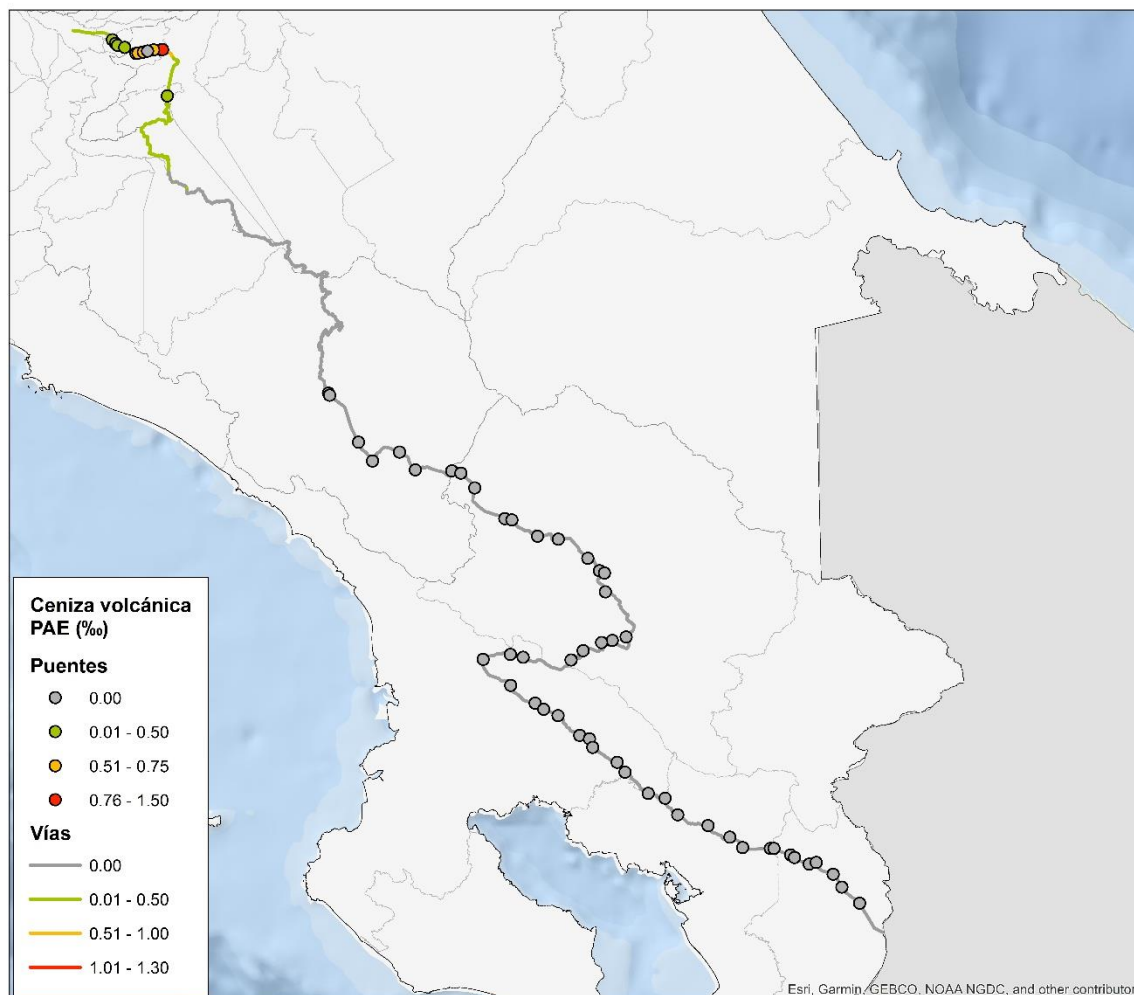


Figura 18. Pérdida Anual Esperada por ceniza volcánica. Valores relativos al millar.

El mapa de PAE por sismo refleja el patrón de amenaza tectónica y vulnerabilidad estructural, destacando segmentos donde la pérdida anual relativa es superior dentro del corredor. Este resultado captura tanto la intensidad esperada del movimiento del suelo como la exposición acumulada en activos críticos, particularmente en puentes. En contraste, la inundación fluvial muestra una distribución más localizada, asociada a cruces de ríos y planicies aluviales, donde los impactos anuales esperados se concentran en puntos específicos más que de forma continua.

Los mapas de deslizamientos detonados por lluvia y por sismo muestran un patrón espacial más extenso y dominante, consistente con la relevancia observada en las métricas agregadas. En particular, la pérdida anual relativa por deslizamientos inducidos por lluvia se distribuye ampliamente en sectores montañosos y de alta pendiente, reflejando el carácter regional de esta amenaza en el corredor. Los deslizamientos detonados por sismo, aunque generalmente de menor contribución anual, aparecen concentrados en zonas donde la interacción entre sismicidad y susceptibilidad gravitacional incrementa el potencial de pérdidas.

Finalmente, el mapa de ceniza volcánica permite incorporar un componente eruptivo típicamente omitido en evaluaciones viales tradicionales. Aunque su contribución anual esperada es menor frente a amenazas dominantes, la representación espacial identifica sectores donde la exposición a caída de ceniza podría generar pérdidas recurrentes asociadas a interrupciones funcionales o degradación del servicio.

3.3 Resultados agregados por unidades administrativas

Los resultados de riesgo se presentan, típicamente, como resultados agregados de portafolio y por ubicación, como se presentó anteriormente. Sin embargo, es importante visualizar en qué regiones del país se concentra el riesgo, al agregarlo por diferentes unidades geográficas administrativas. Esto permite comparar los niveles de riesgo dentro de zonas geográficas con jurisdicciones administrativas específicas y, por lo tanto, con competencias sectoriales o territoriales claras dentro de la gestión del riesgo de desastres.

A continuación, se presentan las pérdidas anuales esperadas totales, agregadas a nivel cantonal. Dado que la Ruta Nacional 2 cruza solo por algunos cantones del país, las PAE correspondientes se presentan de forma numérica de la Tabla 6 a la Tabla 9, dado que la presentación gráfica en forma de mapas no es tan ilustrativa al incluir un número pequeño de unidades geográficas. Se incluyen las PAE absolutas (en colones costarricenses) y relativas (al millar). Como en los casos anteriores, para las amenazas climáticas solo se presentan las PAE del clima base. No obstante, se recuerda que la totalidad de los resultados se presentan en el Dataset del proyecto.

Tabla 6. Pérdida anual esperada de puentes por cantón y amenaza. Valores en colones costarricenses (CRC)

Provincia	Cantón	PAE Sismo (CRC)	PAE Inundación fluvial (CRC)	PAE Desliz. detonado por sismo (CRC)	PAE Desliz. detonado por lluvia (CRC)	PAE Ceniza volcánica (CRC)
San José	Curridabat	542 074	-	-	-	828 627
	Pérez Zeledón	3 597 401	34 404	-	-	-
Cartago	La Unión	2 464 941	-	351 499	1 023 875	4 227 096
	El Guarco	3 129 085	-	-	-	28 586
Puntarenas	Buenos Aires	123 239 563	2 827 109	10 926 469	25 190 181	-
	Osa	50 669 946	533 806	732 679	4 256 408	-
	Golfito	26 882 537	-	-	2 609 244	-
	Corredores	18 820 708	-	-	-	-
TOTAL - Ruta Nacional No. 2		229 346 255	3 395 319	12 010 647	33 079 708	5 084 309

Tabla 7. Pérdida anual esperada relativa de puentes por cantón y amenaza. Valores al millar (‰)

Provincia	Cantón	PAE Sismo (‰)	PAE Inundación fluvial (‰)	PAE Desliz. detonado por sismo (‰)	PAE Desliz. detonado por lluvia (‰)	PAE Ceniza volcánica (‰)
San José	Curridabat	0.18	0.00	0.00	0.00	0.28
	Pérez Zeledón	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Cartago	La Unión	0.39	0.00	0.06	0.16	0.67
	El Guarco	4.23	0.00	0.00	0.00	0.04
Puntarenas	Buenos Aires	5.38	0.12	0.48	1.10	0.00
	Osa	3.76	0.04	0.05	0.32	0.00

Provincia	Cantón	PAE Sismo (‰)	PAE Inundación fluvial (‰)	PAE Desliz. detonado por sismo (‰)	PAE Desliz. detonado por lluvia (‰)	PAE Ceniza volcánica (‰)
	Golfito	4.03	0.00	0.00	0.39	0.00
	Corredores	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL - Ruta Nacional No. 2		3.43	0.05	0.18	0.50	0.08

Tabla 8. Pérdida anual esperada de segmentos viales por cantón y amenaza. Valores en colones costarricenses (CRC)

Provincia	Cantón	PAE Sismo (CRC)	PAE Inundación fluvial (CRC)	PAE Desliz. detonado por sismo (CRC)	PAE Desliz. detonado por lluvia (CRC)	PAE Ceniza volcánica (CRC)
San José	San José	301 572	-	-	-	954 848
	Desamparados	357 191	-	11 199 489	12 562 589	48 469
	Montes de Oca	145 822	-	-	-	752 846
	Dota	734 727	-	15 806 102	24 618 184	8 994
	Curridabat	284 749	-	-	-	1 668 774
	Pérez Zeledón	3 797 387	479 914	196 985 376	157 459 375	-
Cartago	Cartago	729 626	-	1 583 610	4 009 502	5 368 772
	Paraíso	586 359	-	18 052 892	36 143 857	219
	La Unión	823 803	16 069	238 588	4 728 625	11 427 190
	El Guarco	1 682 883	-	55 896 683	56 367 503	386 648
Puntarenas	Buenos Aires	3 449 126	80 751 618	71 930 601	141 999 153	-
	Osa	2 130 916	32 093 896	14 103 744	49 473 193	-
	Golfito	1 095 438	88 023	390 812	9 587 724	-
	Corredores	808 635	155 006	224 142	3 067 490	-
TOTAL - Ruta Nacional No. 2		16 928 234	113 584 527	386 412 038	500 017 195	20 616 760

Tabla 9. Pérdida anual esperada relativa de segmentos viales por cantón y amenaza. Valores al millar (‰)

Provincia	Cantón	PAE Sismo (‰)	PAE Inundación fluvial (‰)	PAE Desliz. detonado por sismo (‰)	PAE Desliz. detonado por lluvia (‰)	PAE Ceniza volcánica (‰)
San José	San José	0.05	0.00	0.00	0.00	0.15
	Desamparados	0.07	0.00	2.14	2.40	0.01
	Montes de Oca	0.05	0.00	0.00	0.00	0.25
	Dota	0.06	0.00	1.32	2.05	0.00
	Curridabat	0.05	0.00	0.00	0.00	0.28
	Pérez Zeledón	0.06	0.01	2.97	2.37	0.00
Cartago	Cartago	0.05	0.00	0.11	0.27	0.37
	Paraíso	0.07	0.00	2.07	4.14	0.00
	La Unión	0.05	0.00	0.01	0.29	0.71
	El Guarco	0.06	0.00	2.11	2.13	0.01
Puntarenas	Buenos Aires	0.06	1.33	1.19	2.34	0.00
	Osa	0.05	0.81	0.36	1.25	0.00
	Golfito	0.05	0.00	0.02	0.43	0.00
	Corredores	0.05	0.01	0.01	0.18	0.00
TOTAL - Ruta Nacional No. 2		0.06	0.37	1.27	1.64	0.07

La agregación territorial de la PAE por cantón evidencia una distribución espacial altamente heterogénea del riesgo a lo largo de la Ruta Nacional No. 2, con concentraciones claras en cantones del tramo sur y zonas montañosas del corredor. Para puentes, cantones como Buenos Aires, Osa y Golfito presentan valores absolutos elevados en PAE sísmica, alcanzando decenas de millones de colones anuales, lo cual refleja tanto la exposición estructural acumulada como la interacción con condiciones tectónicas regionales. Por ejemplo, Buenos Aires concentra más de 123 millones de colones anuales en pérdidas sísmicas esperadas, acompañado de contribuciones relevantes por deslizamientos y lluvias.

En términos relativos, la PAE de puentes muestra valores particularmente altos en cantones específicos. Buenos Aires alcanza 5.38‰ en sismo, mientras que El Guarco registra 4.23‰, evidenciando sectores donde la pérdida anual esperada respecto al valor expuesto es sustancialmente mayor. Asimismo, amenazas como ceniza volcánica se concentran en cantones como La Unión, donde el valor relativo alcanza 0.67‰, sugiriendo que, aunque globalmente secundaria, esta amenaza puede adquirir importancia localizada dependiendo de la proximidad a fuentes volcánicas y la distribución de activos.

Para segmentos viales, la desagregación cantonal confirma que los deslizamientos representan el principal motor de pérdidas esperadas. Cantones como Pérez Zeledón presentan valores extremadamente altos en deslizamientos detonados por sismo (≈ 197 millones de colones) y por lluvia (≈ 157 millones), mientras que Buenos Aires concentra pérdidas por inundación fluvial superiores a 80 millones de colones y pérdidas por deslizamiento inducido por lluvia cercanas a 142 millones. Este patrón sugiere que las pérdidas se encuentran espacialmente asociadas a tramos con mayor susceptibilidad geomorfológica y exposición vial continua, donde múltiples amenazas se superponen territorialmente.

3.4 Escenarios deterministas

Adicionalmente a los resultados presentados anteriormente, se llevó a cabo una evaluación determinista para eventos seleccionados de aproximadamente 50 años de periodo de retorno, con el fin de visualizar el riesgo ante un evento particular. Para este fin, se modelaron los siguientes eventos individuales:

- Inundación fluvial en la cuenca del río Terraba, al sur del país. Este evento involucra el desbordamiento de los ríos Terraba, Grande de Terraba, General y Coto Brus. El tramo vial afectado se ubica en el margen derecho de los ríos (en secuencia): General, Terraba y Grande de Terraba.
- Terremoto de magnitud Mw 7.5, ocurriendo en la zona de subducción del Pacífico costarricense, a unos 10 Km de profundidad, aproximadamente. El terremoto genera aceleraciones máximas en cercanías al corredor vial del orden de 250 cm/s^2 (0.25 g). Se trata de un evento multiamenaza, para el cual se evaluó el impacto por el movimiento sísmico así como las pérdidas por los deslizamientos detonados por el sismo.

La exposición de la RN2 asociada al evento de inundación fluvial comprende aproximadamente 55 km de infraestructura vial e incluye un total de 11 puentes, ubicados en los cantones de Buenos Aires y el este de Osa. Los tramos expuestos se extienden desde el área al sur del centro urbano del distrito de Buenos Aires hasta el área urbana del distrito de Palmar.

Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 19 y Tabla 10 para el escenario de inundación fluvial, y en la Figura 20 y Tabla 11 para el escenario de terremoto. Se presentan pérdidas por ubicación en forma de mapas, y cifras generales de pérdida total por cada evento, en cada subportafolio (vías y puentes).

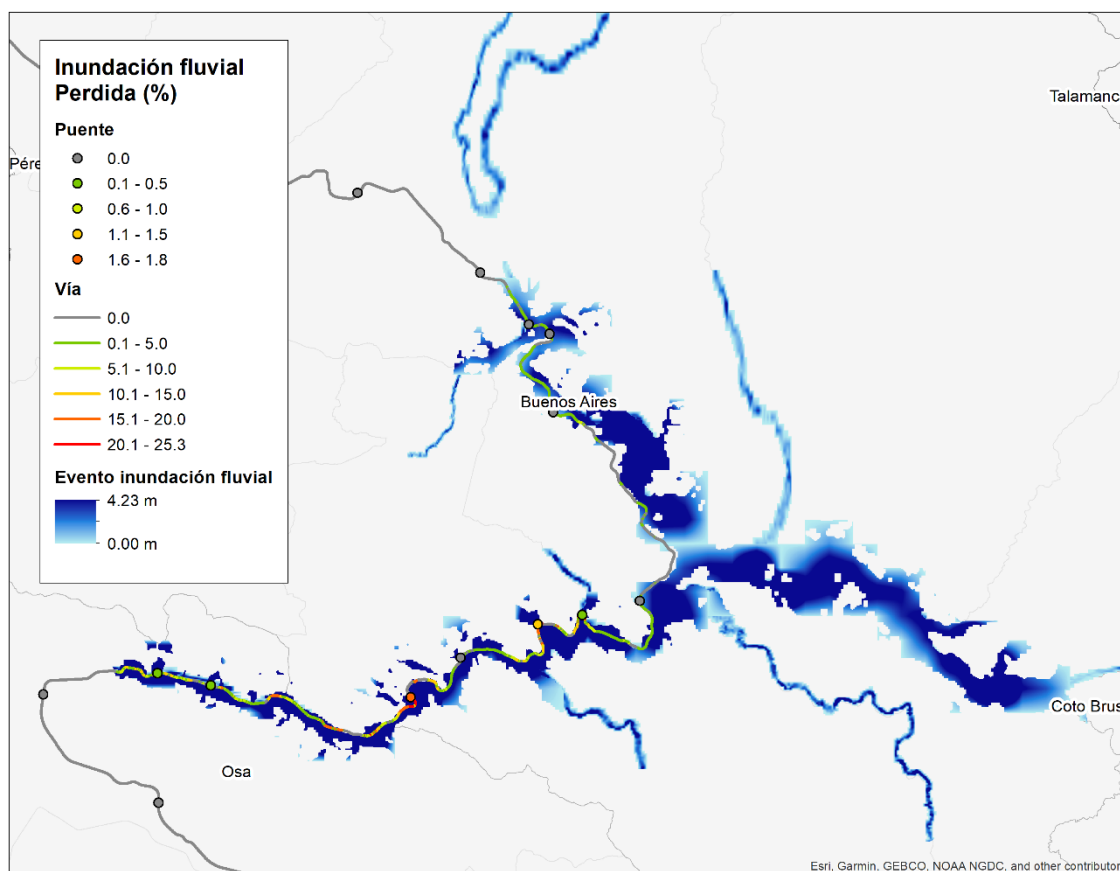


Figura 19. Pérdidas e inundación para el escenario determinista – inundación fluvial

Tabla 10. Pérdida escenario de inundación fluvial. Valores en colones costarricenses (CRC)

Portafolio	Valoración económica (CRC)	Pérdida (CRC)	Pérdida (%)
Puentes	66 788 258 800	49 933 275	0.07
Vía	304 447 000 000	1 626 928 173	0.53

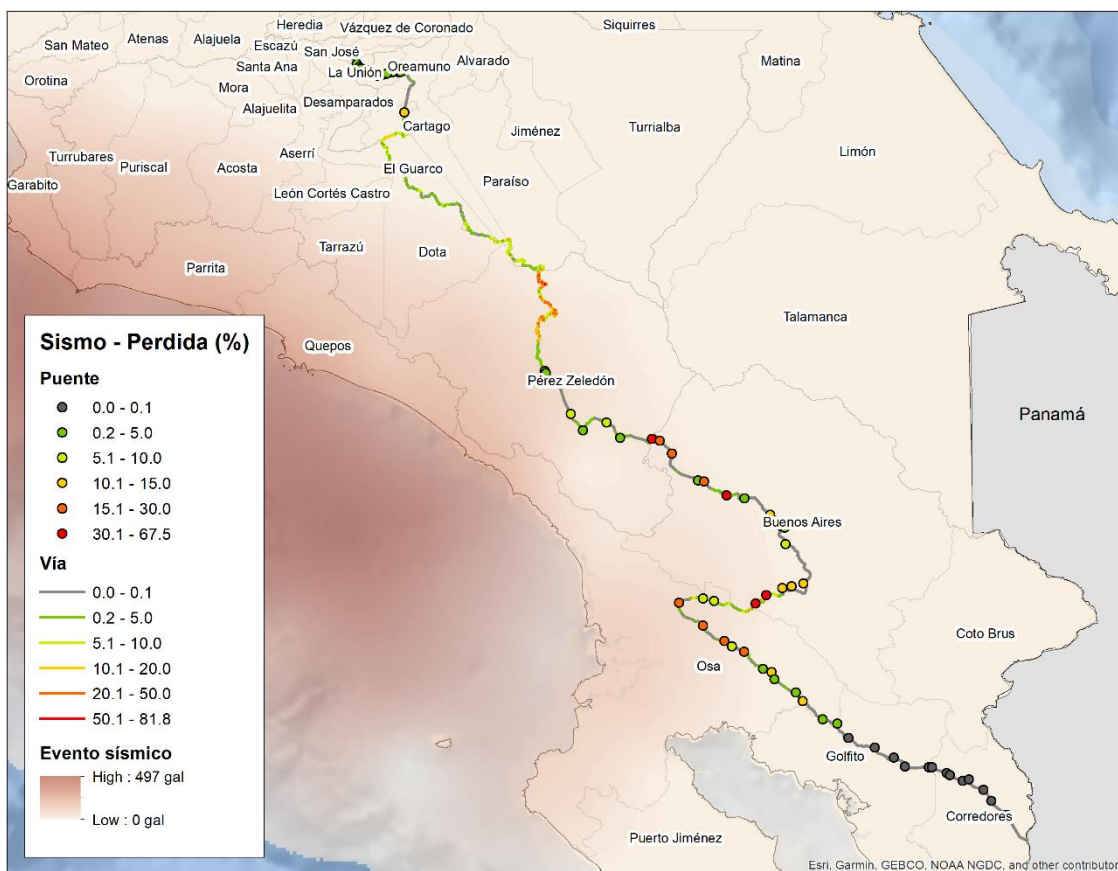


Figura 20. Pérdidas para el escenario determinista – sismo

Tabla 11. Pérdida escenario determinista por sismo. Valores en colones costarricenses (CRC)

Evento	Portafolio	Valoración económica (CRC)	Pérdida (CRC)	Pérdida (%)
Sismo	Puentes	66 788 258 800	7 491 088 684	11.22%
Sismo	Vía	304 447 125 000	342 840 870	0.11%
Deslizamiento detonado por sismo	Puentes	66 788 258 800	213 551 320	0.32%
Deslizamiento detonado por sismo	Vía	304 447 125 000	9 296 317 929	3.05%
Total	Puentes	66 788 258 800	7 704 640 004	11.54%
Total	Vía	304 447 125 000	9 639 158 799	3.17%

Los resultados del escenario determinista de inundación fluvial muestran un impacto diferenciado entre tipologías de activos. Para el portafolio de puentes, con una valoración económica aproximada de 66.8 miles de millones de colones, la pérdida directa estimada bajo este evento alcanza cerca de 49.9 millones de colones, lo cual representa únicamente un 0.07% del valor expuesto. En contraste, para el portafolio vial, con una exposición mucho mayor (≈ 304.4 miles de millones de colones), la pérdida determinista asciende a aproximadamente 1,627 millones de colones, equivalente a un 0.53%. Esta diferencia cuantitativa refleja que, bajo un evento hidráulico de estas características, la afectación se concentra más significativamente en infraestructura vial superficial que en estructuras discretas como los puentes. Lo

anterior debe interpretarse dentro de las limitaciones propias de esta evaluación, incluidas en la sección 2.4, como por ejemplo la no evaluación del impacto por flujos torrenciales en el portafolio de puentes viales.

La distribución espacial de pérdidas para inundación sugiere además un patrón localizado asociado a cruces fluviales y sectores susceptibles a anegamiento, donde segmentos específicos del corredor concentran la mayor proporción del daño económico. En este sentido, el escenario determinista no describe una pérdida homogénea a lo largo de toda la Ruta Nacional No. 2, sino impactos puntuales sobre tramos condicionados por la interacción entre geometría hidráulica, exposición vial y ubicación relativa del evento respecto a la red. La interpretación conjunta de mapa y tabla permite asociar la magnitud agregada reportada con zonas particulares del corredor donde el evento produce afectaciones directas más importantes.

Por su parte, el escenario determinista de sismo muestra un orden de magnitud de pérdidas sustancialmente mayor para puentes que para el escenario de inundación. En efecto, para el portafolio de puentes, la pérdida directa por sacudida sísmica alcanza aproximadamente 7,491 millones de colones, equivalente al 11.22% del valor expuesto. Adicionalmente, al incorporar el componente de deslizamientos detonados por sismo, se agregan cerca de 213.6 millones de colones adicionales (0.32%), resultando en una pérdida total combinada de 7,705 millones de colones, correspondiente a 11.54% del portafolio. Esto evidencia que, dentro del escenario sísmico determinista, los puentes presentan un nivel de afectación proporcionalmente elevado en comparación con otros activos del corredor.

En el caso del portafolio vial, el escenario sísmico presenta una composición distinta: las pérdidas directas por sacudida del suelo son relativamente moderadas (≈ 343 millones de colones, 0.11%), mientras que los deslizamientos detonados por sismo constituyen el componente dominante, alcanzando aproximadamente 9,296 millones de colones, equivalentes a 3.05% del valor expuesto. La pérdida total vial combinada asciende así a 9,639 millones de colones (3.17%).

3.5 Verificación del resultado

La modelación probabilista del riesgo catastrófico se fundamenta en la integración de información disponible sobre amenaza, exposición y vulnerabilidad, combinada con supuestos técnicos que permiten representar fenómenos complejos en ausencia de observaciones completas. Este enfoque tiene como objetivo caracterizar, de manera estocástica, las consecuencias potenciales de eventos futuros cuya ocurrencia es científicamente plausible pero que no necesariamente han ocurrido aún en el territorio evaluado. En este sentido, los resultados obtenidos no constituyen una extrapolación directa de la experiencia histórica, sino una construcción analítica orientada a estimar impactos de baja frecuencia y alta severidad que exceden el rango normalmente documentado en los registros de desastres.

Bajo estas condiciones, la validación estricta de los resultados de riesgo, entendida como la capacidad de contrastar de forma estadística las pérdidas simuladas contra un conjunto suficiente de observaciones empíricas para evaluar el ajuste del modelo, no es factible. Una validación robusta requeriría bases de datos extensas y detalladas de pérdidas para un amplio espectro de intensidades de amenaza, con información sistemática a nivel de activo individual, tipologías constructivas específicas y niveles exactos de solicitación experimentados en cada evento. Este tipo de evidencia no existe ni es esperable que exista

en el futuro, dado que implicaría la ocurrencia repetida de eventos severos en condiciones comparables y un nivel de instrumentación y registro históricamente inexistente incluso en los contextos más avanzados de gestión del riesgo.

Ante esta realidad, se plantea un procedimiento alternativo para la verificación del resultado de la evaluación, fundamentado en el concepto de la curva híbrida de riesgo (Velázquez, 2014). La curva híbrida es una curva de excedencia de pérdidas compuesta por dos segmentos, un segmento obtenido de forma empírica, basado en información documentada en bases de datos de desastres históricos, y que da una visión retrospectiva del riesgo para el portafolio evaluado. El segundo segmento, corresponde a la curva de excedencia de pérdidas analítica, evaluada por medio de modelación catastrófica como la implementada en este trabajo, y que da una visión prospectiva del riesgo de desastres. La envolvente de ambas curvas es la curva híbrida de riesgo. La Figura 21 muestra una ilustración de estas curvas⁵.

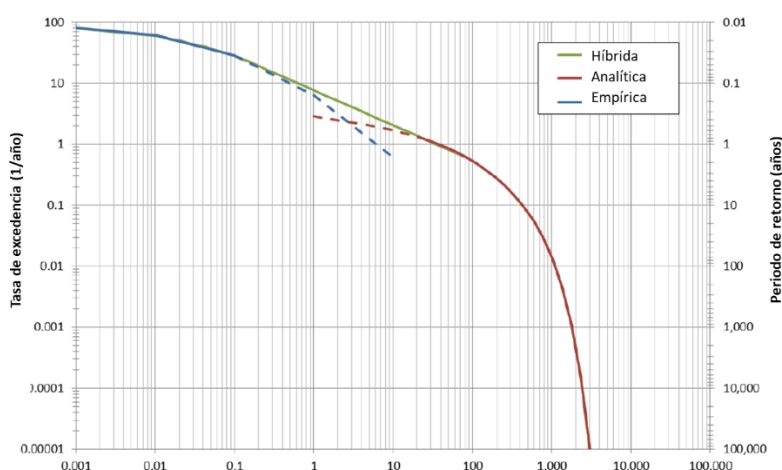


Figura 21. Ilustración de curvas de excedencia de pérdidas analítica, empírica e híbrida. Tomado de Velázquez (2014)

La curva de riesgo híbrida se ha usado en el pasado como una complementación de la modelación del riesgo por medio de evaluación analítica, con el propósito de capturar pérdidas de eventos muy frecuentes que posiblemente escapen al alcance y resolución de los modelos catastróficos. Así mismo, este enfoque provee una visión sobre la capacidad del modelo analítico de describir las pérdidas registradas en la historia. Como se observa en la Figura 21, la capacidad del modelo empírico de representar de forma correcta las tasas de excedencia de pérdidas grandes es limitada, así como también lo es la capacidad del modelo analítico de representar apropiadamente las tasas de excedencia de eventos menores. Por lo cual es usual que ambas curvas se traslapen (aunque esta no es una condición necesaria). La zona de traslapo provee información acerca de que tanto el modelo analítico está en capacidad de describir por lo menos una porción de las pérdidas históricas. Esta característica puede ser usada como proceso de validación dadas las limitaciones anteriormente mencionadas.

⁵ A lo largo de esta sección del documento se presentan las curvas de excedencia de pérdidas en formato de gráfico en escala logarítmica, con el fin de facilitar la visualización.

La Figura 22 muestra dos casos de curvas de excedencia híbridas hipotéticas. En el primer caso, la curva analítica empata suficientemente bien con la curva empírica, es decir, existe cierta capacidad del modelo catastrófico de representar las pérdidas registradas históricamente. Por otra parte, la segunda curva híbrida presentada muestra como el modelo catastrófico no logra expresar de forma apropiada las tasas de excedencia de las pérdidas en el registro histórico. Es decir, el modelo no captura apropiadamente el riesgo en la zona de traslape (y en este ejemplo concreto, lo subestima). Lo anterior no implica necesariamente una deficiencia del modelo analítico, pues estos modelos son creados para capturar información sobre eventos no ocurridos aún, sino que únicamente ilustra la capacidad o no del modelo de representar la historia. Conviene tener en cuenta que, en modelación catastrófica, el representar la historia no es nunca el objetivo principal de los modelos.

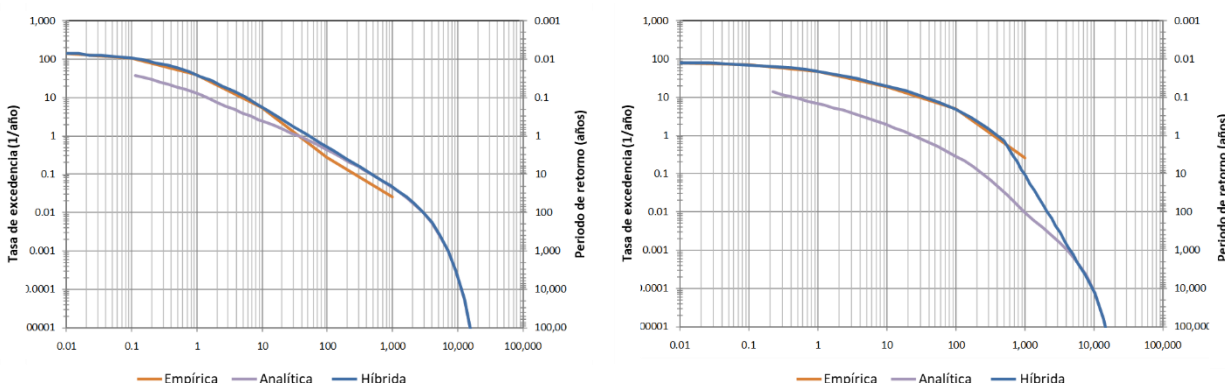


Figura 22. Ejemplos de curvas híbridas de riesgo. La curva de la izquierda corresponde a un modelo analítico válido y la de la derecha a uno no válido, en términos de su capacidad de reflejar pérdidas históricas.

Como es evidente, este procedimiento de validación alternativo es factible de ser aplicado, únicamente si existe un registro de pérdidas confiable y completo, que entregue información en el periodo histórico del cual pueda obtenerse la curva empírica de riesgo. Si este registro no existe, o sus datos no son suficientes o no son confiables, no sería posible realizar esta verificación.

3.5.1 Base de datos de desastres de Costa Rica

Se consultaron tres fuentes potenciales de información retrospectiva sobre pérdidas históricas ocasionadas por eventos naturales: la base internacional EM-DAT, el sistema regional DesInventar, y el módulo nacional de pérdidas administrado por el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). A partir de esta revisión, se identificó que, para el caso específico de Costa Rica, la fuente institucional de MIDEPLAN presenta el registro más completo y sistemático en términos de cobertura territorial, nivel de desagregación sectorial y consistencia en la documentación de pérdidas asociadas a emergencias oficialmente declaradas, constituyéndose como el repositorio más robusto disponible para caracterizar impactos económicos históricos por desastres en el país.

La información sobre pérdidas asociadas a eventos naturales se encuentra estructurada en el Módulo de Pérdidas Ocasionadas por Fenómenos Naturales de MIDEPLAN. Este sistema consolida registros históricos de daños y pérdidas económicas directas asociadas a eventos que han requerido declaratorias oficiales de

emergencia, incorporando información desde finales de la década de 1980. La base permite consultas y análisis desagregados por unidad territorial y por sectores económicos, constituyendo un repositorio institucional para la sistematización del impacto de amenazas naturales como inundaciones, deslizamientos, sequías, sismos y otros fenómenos relevantes en el contexto nacional.

3.5.2 Evaluación de la curva empírica de riesgo

La curva empírica de excedencia de pérdidas se obtiene directamente de la información registrada en la base de datos de MIDEPLAN, a partir de un conteo de excedencia de niveles arbitrarios de pérdida. El registro histórico puede entenderse como una observación de un proceso de pérdidas, como el ilustrado en la Figura 23. Al establecer una pérdida económica arbitraria p , se puede identificar en la gráfica todos los eventos cuyas pérdidas exceden p .

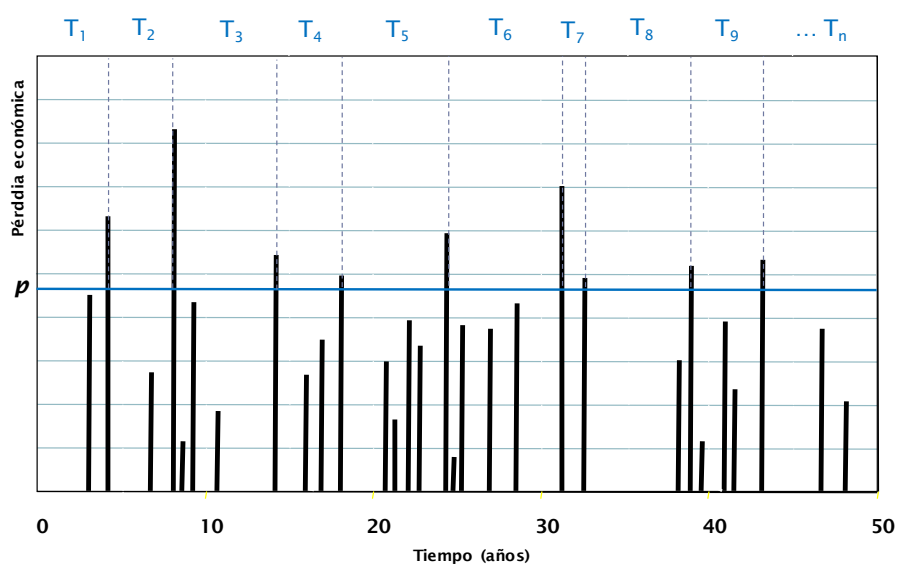


Figura 23. Proceso hipotético de pérdidas

Para la pérdida p indicada, la tasa de excedencia ($v(p)$) puede estimarse de la siguiente manera (Bernal et al., 2021):

$$v(p) = \frac{n - 1}{T} \quad \text{Ecuación 8}$$

en donde n es el número de eventos que superan la pérdida p y T es el tiempo total de años en el registro. Este estimado de la tasa de excedencia depende, como se observa, del número de veces que se supera la pérdida p evaluada. Esto implica que existe una relación decreciente entre la incertidumbre en la estimación y el número de excedencias del valor. Una pérdida muy pequeña se excederá muchas veces y, por lo tanto, su tasa de excedencia estimada tendrá menor incertidumbre que una pérdida mayor. Bernal

et al. (2021) determinaron la forma como varía el coeficiente de variación⁶ (CV) de la tasa de excedencia con el número de excedencias en el registro, el cual sigue la función presentada en la Figura 24.

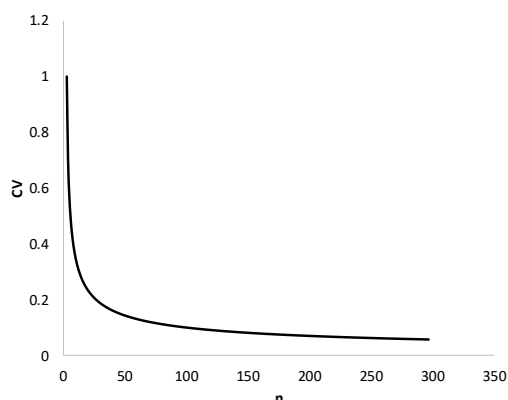


Figura 24. Variación del coeficiente de variación de la tasa de excedencia con el tamaño de la muestra.

El comportamiento presentado revela que, para eventos con pérdidas grandes (eventos catastróficos), la estimación de la tasa de excedencia a partir del registro histórico es altamente incierta (i.e., pocos eventos que exceden esa pérdida), independientemente de la calidad de la información o incluso del número de años para los cuales se cuenta con registro. Esta es la razón por la cual se requiere de modelos analíticos de pérdidas, que relacionen la amenaza, exposición y vulnerabilidad, con el fin de estimar la tasa de excedencia de forma apropiada para grandes montos de pérdida, pues la información histórica es en general insuficiente.

A partir de esta aproximación a la tasa de excedencia, la evaluación de la curva de excedencia de pérdidas es directa. El proceso consiste en establecer distintos valores para el monto de pérdida de referencia p y calcular la correspondiente tasa. La Figura 25 muestra un diagrama que resume este proceso

⁶ El coeficiente de variación de una variable aleatoria se define como la división de su desviación estándar entre su media.

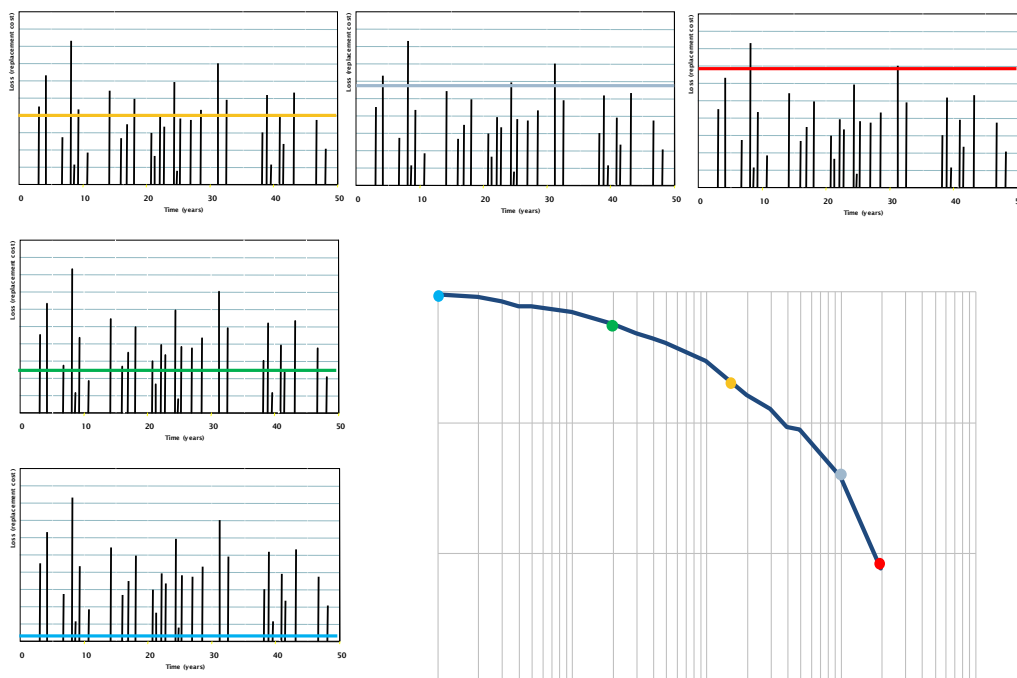


Figura 25. Ilustración del proceso de evaluación de la curva empírica de excedencia de pérdidas.

3.5.3 Comparación de las curvas de riesgo

El procedimiento descrito anteriormente se aplicó a los resultados de riesgo multiamenaza para la Ruta Nacional RN2, presentados en las secciones anteriores. Se obtuvo una curva de PML total, la cual se convierte a curva de excedencia de pérdidas analítica directamente de acuerdo con lo indicado en la sección. La curva empírica se obtuvo aplicando el procedimiento presentado a los registros de pérdidas de la base de datos de MIDEPLAN⁷ causados en infraestructura vial al interior de los cantones por donde cruza la RN2. La Figura 26 muestra la comparación de las curvas de riesgo empírica y analítica.

⁷ El enlace de acceso a la base de datos de MIDEPLAN es:
https://delphos.mideplan.go.cr/DelphosPortal_Eventos/DefaultPortal.aspx

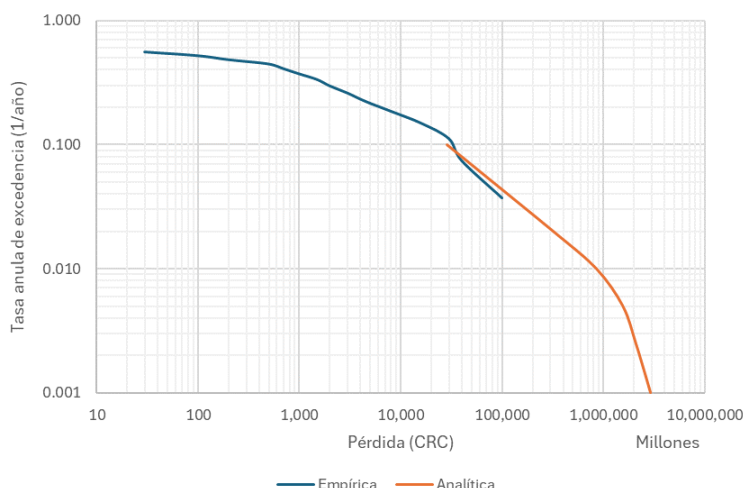


Figura 26. Curvas empírica y analítica de excedencia de pérdidas para la RN2.

Se puede observar que las curvas se traslapan como es de esperarse, indicando un ajuste muy cercano entre ellas. Esto revela la capacidad del modelo de riesgo catastrófico para proyectar pérdidas de eventos no ocurridos, de forma consistente con las pérdidas que se han causado en la historia. Se insiste en que esto no debe interpretarse como un proceso de validación del resultado en rigor, el cual es imposible de realizar en modelación catastrófica por las razones previamente expuestas, sino una contrastación que permite determinar que el modelo analítico acá desarrollado permite una buena extensión de las métricas de riesgo, al compararlo con las pérdidas en el periodo histórico.

4 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

Como parte del Proyecto Operacional 1 del proyecto *Evaluación del riesgo y desarrollo de capacidades en Costa Rica*, implementado en el marco del Global Risk Modelling Alliance (GRMA), Ingeniar Risk-Intelligence y CIMNE han desarrollado un proceso de fortalecimiento de capacidades orientado a apoyar a Lanamme y a colegas de la Universidad de Costa Rica (UCR) en la aplicación de análisis cuantitativos del riesgo en infraestructura vial, con énfasis en la Ruta Nacional No. 2 – Autopista Panamericana Sur (RN2).

Este componente de desarrollo de capacidades responde a lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto, los cuales señalan la necesidad de fortalecer el entendimiento y la aplicación de enfoques probabilistas para la estimación del riesgo por amenazas naturales, así como de proveer lineamientos que permitan la ejecución autónoma y replicable de análisis de riesgo en plataformas abiertas. En este contexto, el Curso de Modelación Probabilista del Riesgo de Desastres constituye el principal instrumento de transferencia de capacidades técnicas, complementado con actividades de acompañamiento y articulación técnica con el equipo de Lanamme.

4.1 Desarrollo de actividades

El desarrollo de capacidades asociado al Proyecto Operacional 1 se ha estructurado principalmente a través del Curso de Modelación Probabilista del Riesgo de Desastres, el cual proporciona a los participantes los fundamentos conceptuales, metodológicos y operativos necesarios para llevar a cabo análisis cuantitativos del riesgo en infraestructura vial, con énfasis en enfoques probabilistas basados en eventos y en el uso de la plataforma CAPRA-ROBOT.

En el marco del proyecto, la evaluación del riesgo de la Ruta Nacional No. 2 (RN2) considera múltiples amenazas naturales, incluyendo sismo, inundación fluvial y pluvial, deslizamientos y erupciones volcánicas. Estas amenazas y los componentes metodológicos asociados son abordados de manera progresiva y articulada a lo largo de los distintos módulos del curso.

En el Módulo 1, los participantes adquieren una base sólida en los conceptos fundamentales de la evaluación probabilista del riesgo, incluyendo la definición y el rol de la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad, así como las métricas clave para la estimación de pérdidas económicas. En este módulo se introducen herramientas esenciales para la interpretación de resultados de riesgo, tales como la Curva de Excedencia de Pérdidas, la Pérdida Promedio Anual y la Pérdida Máxima Probable, las cuales constituyen insumos centrales para la evaluación del riesgo financiero en infraestructura vial.

El Módulo 2 aborda de manera específica la modelación de múltiples amenazas naturales relevantes para la infraestructura de transporte, incluyendo sismo, inundación fluvial y pluvial, deslizamientos y volcanes. En este módulo, los participantes aprenden a integrar bases de datos de exposición de infraestructura lineal —como carreteras— con modelos de amenaza y vulnerabilidad, utilizando herramientas especializadas disponibles en la plataforma CAPRA-ROBOT. Estos contenidos están directamente alineados con las necesidades del Proyecto Operacional 1, al permitir la estimación de pérdidas económicas derivadas de daños directos y la interrupción del servicio en corredores viales estratégicos como la RN2.

Por su parte, el Módulo 3 profundiza en la interpretación y el uso de los resultados de riesgo en contextos reales de toma de decisiones, incorporando enfoques como la evaluación holística del riesgo, la resiliencia de sistemas de infraestructura y la toma de decisiones bajo incertidumbre.

Adicionalmente, como parte del proceso de acompañamiento técnico, se han realizado intercambios específicos con el grupo de trabajo de Lanamme, orientados a reforzar la aplicación práctica de los contenidos del curso. Este acompañamiento incluyó el envío de guías y procedimientos iniciales para la conformación del modelo de exposición de infraestructura vial, así como reuniones técnicas para explicar el proceso general de modelación del riesgo, desde la estructuración de la base de datos de exposición hasta la obtención de resultados probabilistas.

En este contexto, el equipo de Lanamme ha venido desarrollando de manera paralela un ejercicio de modelación del riesgo sobre la Ruta Nacional No. 34 (RN34), aplicando los lineamientos metodológicos presentados en el curso y discutidos en los espacios de acompañamiento. Este ejercicio refuerza el objetivo de desarrollo de capacidades del proyecto, al evidenciar la posibilidad de replicar los análisis de riesgo en otras vías estratégicas del país.

4.2 Resumen de participación

A continuación, se presenta el listado de participantes que han completado a la fecha el Módulo 1 del Curso de Modelación Probabilista del Riesgo de Desastres, quienes reportaron estar vinculados al Proyecto Operacional 1, así como la institución a la que pertenecen. Es importante recordar que las personas que pertenecen a los grupos técnicos de trabajo no necesariamente están inscritas en el Curso.

Nombre	Institución	Correo electrónico
Pablo Agüero Barrantes	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica	pablo.aguerobarrantes@ucr.ac.cr
Warner Alberto Mata Gutiérrez	Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias	wmata@cne.go.cr
Ana Monge Sandí	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica	ana.mongesandi@ucr.ac.cr
Paul Vega	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica	paulantonio.vega@ucr.ac.cr
Roberto Villalobos	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica	roberto.villalobosherrera@ucr.ac.cr
María Rodríguez	Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica	maria.rodriguezcorrales@ucr.ac.cr
Alejandro Rodríguez Solís	Superintendencia General de Seguros	RODRIGUEZSD@Sugese.fi.cr
Roy Barrantes	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica	roy.barrantes@ucr.ac.cr
Viviana Solís Valverde	Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias	vsolis@cne.go.cr
Julián Trejos	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica	julian.trejosvillalobos@ucr.ac.cr

De estos participantes, han completado el Módulo 2 en alguna de las amenazas ofrecidas en el curso Pablo Agüero Barrantes, Ana Monge Sandí, Roberto Villalobos y Alejandro Rodríguez Solís.

4.3 Retroalimentación de los participantes

La retroalimentación de los participantes y la evaluación del desarrollo de capacidades asociadas al Proyecto Operacional 1 se realizará a través del cuestionario final de desarrollo de capacidades del Curso de Modelación Probabilista del Riesgo de Desastres, el cual será aplicado una vez culminado el último módulo del curso.

Este cuestionario tiene como objetivo evaluar, de manera cualitativa y cuantitativa, los aprendizajes alcanzados, el nivel de apropiación de los conceptos clave de la evaluación probabilista del riesgo y la percepción de utilidad de las herramientas presentadas para su aplicación en el ámbito profesional. En particular, el cuestionario incluye preguntas orientadas a:

- Identificar los principales aprendizajes percibidos por los participantes en relación con la evaluación probabilista del riesgo y el uso de plataformas abiertas de modelación.
- Evaluar el nivel de comprensión y familiaridad con métricas fundamentales de riesgo, tales como la Curva de Excedencia de Pérdidas, la Pérdida Promedio Anual y la Pérdida Máxima Probable.
- Verificar la comprensión del enfoque probabilista y del flujo general de trabajo de las herramientas de modelación utilizadas.
- Explorar la percepción de los participantes sobre la relevancia de este tipo de herramientas para la gestión del riesgo en infraestructura vial y su potencial aplicación en futuros análisis a nivel nacional.

El cuestionario incluye preguntas abiertas y preguntas de selección, orientadas a evaluar tanto la comprensión conceptual como la capacidad de aplicación práctica de los contenidos del curso. Las preguntas contempladas son las siguientes:

1. **¿Qué aprendizajes considera que le dejó esta capacitación sobre evaluación probabilista del riesgo y el uso de CAPRA Robot?**

Tipo de pregunta: Abierta.

Objetivo: Identificar los logros percibidos y los aprendizajes significativos por parte del participante.

2. **Después del curso, ¿cuál de las siguientes opciones describe mejor su nivel actual de familiaridad con conceptos como la Curva de Excedencia de Pérdidas (LEC), la Pérdida Promedio Anual (PAE) y la Pérdida Máxima Probable (PML)?**

Tipo de pregunta: Selección de una única opción.

- Aún no los comprendo.
- Los comprendo parcialmente.
- Tengo una comprensión general y sé cuándo se aplican.

- Me siento cómodo utilizándolos con orientación.
- Puedo explicarlos y aplicarlos con confianza.

Objetivo: Medir el nivel de comprensión y apropiación técnica de los principales indicadores de riesgo.

3. ¿Cómo describiría ahora la función principal de CAPRA Robot dentro de la plataforma CAPRA?

Tipo de pregunta: Selección múltiple con única respuesta.

- a. Generar reportes visuales sobre vulnerabilidad social.
- b. Estimar el riesgo a partir del cálculo de pérdidas por amenazas, usando un enfoque probabilístico.
- c. Registrar información geográfica de activos expuestos.
- d. Enviar notificaciones automáticas ante eventos extremos.

Respuesta correcta: b.

Objetivo: Verificar la comprensión del propósito técnico de CAPRA Robot.

4. ¿Considera que sus habilidades para utilizar herramientas de modelación del riesgo han mejorado gracias al curso? Justifique su respuesta.

Tipo de pregunta: Abierta.

Objetivo: Explorar el desarrollo de capacidades técnicas a partir de la experiencia formativa.

5. ¿Ha identificado cómo podrá aplicar lo aprendido en sus actividades profesionales? Describa un posible escenario de aplicación.

Tipo de pregunta: Abierta.

Objetivo: Evaluar la proyección del aprendizaje hacia el contexto laboral del participante.

6. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor su percepción actual sobre la importancia de herramientas como CAPRA Robot en la gestión del riesgo?

Tipo de pregunta: Selección de una única opción.

- Nada importante.
- Poco importante.
- Moderadamente importante.
- Importante.
- Muy importante.

Objetivo: Evaluar la percepción del participante sobre la relevancia de estas herramientas al finalizar la capacitación.

7. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor el enfoque probabilístico utilizado por CAPRA Robot para el cálculo del riesgo?

Tipo de pregunta: Selección múltiple con única respuesta.

- a) Utiliza datos históricos para predecir eventos futuros sin considerar la incertidumbre.
- b) Calcula pérdidas esperadas en función de la frecuencia y severidad de eventos posibles, permitiendo estimar la probabilidad de exceder ciertos niveles de pérdida.
- c) Aplica reglas deterministas con base en daños observados en eventos anteriores.
- d) Requiere únicamente la ubicación de activos expuestos para calcular el riesgo.

Respuesta correcta: b.

Evalúa: Comprensión del modelo probabilístico y su ventaja frente a enfoques deterministas.

8. ¿Cuál es el orden general del proceso que realiza CAPRA Robot para generar la Curva de Excedencia de Pérdidas (Loss Exceedance Curve)?

Tipo de pregunta: Selección múltiple con única respuesta.

- a) Estimar población, aplicar estadísticas de daños y calcular tasa de exposición.
- b) Obtener datos de valor asegurado, simular eventos históricos y calcular distribución de daño.
- c) Integrar datos de amenaza, vulnerabilidad y exposición para calcular pérdidas bajo múltiples escenarios y derivar la curva de excedencia.
- d) Evaluar la calidad del censo, aplicar mapas de amenaza y graficar curvas de daño.

Respuesta correcta: c.

Evalúa: Comprensión del flujo de trabajo técnico y de las variables clave del modelo.

9. ¿Cómo maneja CAPRA Robot la agregación de pérdidas en un escenario multiamenaza y por qué resulta útil para la gestión del riesgo?

Tipo de pregunta: Selección múltiple con única respuesta.

- a) Calcula las pérdidas individualmente por amenaza y reporta solo la más alta para evitar duplicidades.
- b) Suma las pérdidas estimadas para todas las amenazas sin considerar correlación, lo que permite escenarios más conservadores.
- c) Agrega las pérdidas considerando la posible interacción entre amenazas y permite estimar un riesgo consolidado, lo que apoya una planificación más integral.
- d) Evalúa cada amenaza por separado y no realiza agregación para evitar pérdida de precisión.

Respuesta correcta: c.

Evalúa: Comprensión aplicada del enfoque multiamenaza y su utilidad para la toma de decisiones.

Los resultados del cuestionario final permitirán documentar el impacto del proceso de capacitación, en línea con el objetivo del proyecto de equipar a Lanamme y a la Universidad de Costa Rica para realizar análisis cuantitativos del riesgo en infraestructura vial de manera autónoma y replicable.

5 BIBLIOGRAFÍA

- Andersen, E. Sparre. (1957). On the collective theory of risk in case of contagion between claims. Trans. XVth Int. Congress Actuaries. Vol. 2. No. 6. 1957.
- Bernal, G., Cardona, O.D., Marulanda, M., Carreño, M. L. (2021). Dealing with Uncertainty using Fully Probabilistic Risk Assessment for Decision Making. Chapter 14 in: Eslamian, S., & Eslamian, F. (Eds): Handbook of Disaster Risk Reduction for Resilience. Springer.
- Cardona, O.D. (1986a). Análisis de vulnerabilidad y evaluación del riesgo sísmico. Seminario Nacional sobre Prevención y Manejo de Catástrofes Naturales, Asociación de Ingenieros Estructurales, octubre 1986, Medellín.
- Cardona, O.D. (1986b). Estudios de vulnerabilidad y evaluación del riesgo sísmico: Planificación física y urbana en áreas propensas. Simposio International sobre Neotectónica y Riesgos Volcánicos, Revista CIAF No. 11, diciembre 1986, Bogotá.
- Cardona, O.D. (1986c). Estudios de vulnerabilidad y evaluación del riesgo sísmico: Planificación física y urbana en áreas propensas. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Reporte AIS-33. diciembre 1986, Bogotá.
- Cardona, O.D. (1989). Enfoque metodológico para la evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo sísmico. Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica. No. 37, diciembre 1989, México, DOI: 10.18867/ris.37.304
- Cardona, O.D. (1990). Términos de uso común en manejo de riesgos. Reporte AGID No. 13. 1er Simposio Andino de Geología Ambiental, 1ª Conferencia Colombiana de Geología Ambiental. Pag 587-593. Medellín. Cardona, O. D. (2001). Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. CD: Premios de Investigación Social sobre protección civil, para tesis doctorales, 2002. Dirección General de Protección Civil, Ministerio del Interior, España.
- Cramér, H. (1930) On the Mathematical Theory of Risk, Skandia Jubilee Volume, Stockholm. Cruz, M. G., Alexander, M. E., & Wakimoto, R. H. (2003). Assessing canopy fuel stratum characteristics in crown fire prone fuel types of western North America. International Journal of Wildland Fire, 12(1), 39-50.
- Lundberg, F. (1903) Approximerad Framställning av Sannolikehets-funktionen. Återförsäkring av Kollektivrisker (Producción aproximada de la función de probabilidad. Reaseguro de Riesgos Colectivos), Almqvist & Wiksell, Uppsala.

A.1 INFORMACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE CURVAS DE RIESGO EMPIRICAS

Las características de los eventos aquí presentados se toman directamente de la fuente de datos.

Pérdidas históricas en infraestructura vial en los cantones del corredor de la Ruta Nacional 2.

Fuente: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
1988	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		HURACAN JUANA	117 Dota	821,928,067.25
1988	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		HURACAN JUANA	119 Perez Zeledón	1,825,466,664.17
1988	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		HURACAN JUANA	605 Osa	3,913,051,618.58
1988	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		HURACAN JUANA	607 Golfito	1,216,977,776.11
1988	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		HURACAN JUANA	610 Corredores	2,130,647,244.95
1988	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	HURACAN JUANA	119 Perez Zeledón	335,136,956.81
1988	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	HURACAN JUANA	603 Buenos Aires	335,136,956.81
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TORMENTA TROPICAL GERT	119 Perez Zeledón	100,513,736.94
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TORMENTA TROPICAL GERT	605 Osa	66,078,475.18
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TORMENTA TROPICAL GERT	605 Osa	18,846,325.63
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TORMENTA TROPICAL GERT	607 Golfito	66,078,475.18
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TORMENTA TROPICAL GERT	607 Golfito	12,564,217.12
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TORMENTA TROPICAL GERT	610 Corredores	40,950,040.95
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	TORMENTA TROPICAL GERT	119 Perez Zeledón	150,770,605.41
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	TORMENTA TROPICAL GERT	603 Buenos Aires	50,256,868.47
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	TORMENTA TROPICAL GERT	605 Osa	24,570,024.57
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	TORMENTA TROPICAL GERT	610 Corredores	49,140,049.14
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	TORMENTA TROPICAL GERT	119 Perez Zeledón	691,031,941.36
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	TORMENTA TROPICAL GERT	603 Buenos Aires	207,309,582.39
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	TORMENTA TROPICAL GERT	605 Osa	125,642,171.17
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	TORMENTA TROPICAL GERT	605 Osa	50,256,868.47
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	TORMENTA TROPICAL GERT	607 Golfito	132,156,950.37
1993	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	TORMENTA TROPICAL GERT	610 Corredores	25,128,434.23
1994	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL CAUSADAS POR LA DEPRESION TROPICAL NO. 31	301 Cartago	3,420,955.40
1994	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL CAUSADAS POR LA DEPRESION TROPICAL NO. 32	303 La Unión	12,315,439.46

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
1994	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL CAUSADAS POR LA DEPRESION TROPICAL NO. 33	303 La Unión	47,893,375.66
1994	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL CAUSADAS POR LA DEPRESION TROPICAL NO. 34	303 La Unión	32,156,980.80
1994	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL CAUSADAS POR LA DEPRESION TROPICAL NO. 49	607 Golfito	123,154,394.56
1994	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	INUNDACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL CAUSADAS POR LA DEPRESION TROPICAL NO. 15	301 Cartago	8,894,484.05
1994	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	INUNDACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL CAUSADAS POR LA DEPRESION TROPICAL NO. 17	302 Paraíso	75,261,018.90
1994	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	INUNDACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL CAUSADAS POR LA DEPRESION TROPICAL NO. 18	303 La Unión	65,682,343.76
1994	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	INUNDACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL CAUSADAS POR LA DEPRESION TROPICAL NO. 16	303 La Unión	6,841,910.81
1994	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	INUNDACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL CAUSADAS POR LA DEPRESION TROPICAL NO. 18	605 Osa	47,893,375.66
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	HURACAN CESAR	119 Perez Zeledón	17,211,622,664.20
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	HURACAN CESAR	603 Buenos Aires	3,088,522,619.11
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	HURACAN CESAR	607 Golfito	15,029,307.15
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	HURACAN CESAR	607 Golfito	33,295,551.33
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR PARA LA RECONSTRUCCION DE LOS EFECTOS DE LAS INUNDACIONES EN LA VERTIENTE CARIBE CAUSADAS POR EL TEMPORAL DEL 12 AL 14 DE FEBRERO DE 2001	302 Paraíso	336,067,742.79
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR TORMENTA TROPICAL LILI	103 Desamparados	14,150,554.13
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR TORMENTA TROPICAL LILI	103 Desamparados	48,464,846.92
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR TORMENTA TROPICAL LILI	605 Osa	45,043,907.98
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR TORMENTA TROPICAL LILI	605 Osa	46,116,583.09
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR TORMENTA TROPICAL LILI	605 Osa	14,505,070.41
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	RECONSTRUCCION DE LOS EFECTOS DE LAS INUNDACIONES EN LA VERTIENTE PACIFICO	610 Corredores	651,269,976.45
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	RECONSTRUCCION DE LOS EFECTOS DE LAS INUNDACIONES EN LA VERTIENTE PACIFICO	603 Buenos Aires	50,097,690.50
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	RECONSTRUCCION DE LOS EFECTOS DE LAS INUNDACIONES EN LA VERTIENTE PACIFICO	605 Osa	50,097,690.50
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	RECONSTRUCCION DE LOS EFECTOS DE LAS INUNDACIONES EN LA VERTIENTE PACIFICO	607 Golfito	551,074,595.46
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	RECONSTRUCCION DE LOS EFECTOS DE LAS INUNDACIONES EN LA VERTIENTE PACIFICO	610 Corredores	110,214,919.09
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	RECONSTRUCCION DE LOS EFECTOS DE LAS INUNDACIONES EN LA VERTIENTE PACIFICO	610 Corredores	75,146,535.74
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	HURACAN CESAR	117 Dota	522,758,509.54

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	HURACAN CESAR	119 Perez Zeledón	2,299,336,205.60
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	HURACAN CESAR	119 Perez Zeledón	9,678,236,800.91
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	HURACAN CESAR	308 El Guarco	522,758,509.54
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	HURACAN CESAR	603 Buenos Aires	4,314,169,151.60
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	HURACAN CESAR	605 Osa	2,613,792,547.62
1996	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	HURACAN CESAR	607 Golfito	1,520,257,848.91
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	119 Perez Zeledón	584,093,001.22
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	119 Perez Zeledón	584,093,001.22
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	603 Buenos Aires	1,118,521,136.69
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	603 Buenos Aires	1,118,521,136.69
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	605 Osa	1,094,025,327.02
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	605 Osa	1,094,025,327.02
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	607 Golfito	184,495,395.38
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	607 Golfito	184,495,395.38
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	610 Corredores	145,654,259.51
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR PARA LA ATENCION, REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR LLUVIAS INTENSAS EN CACHI Y OTRAS COMUNIDADES DE PARAISO DE LA PROVINCIA DE CARTAGO EL 26 DE JULIO DE 2005	302 Paraíso	145,073,863.34
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR PARA LA ATENCION, REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR LLUVIAS INTENSAS EN CACHI Y OTRAS COMUNIDADES DE PARAISO DE LA PROVINCIA DE CARTAGO EL 26 DE JULIO DE 2006	302 Paraíso	123,435,526.47
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR PARA LA ATENCION, REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR LLUVIAS INTENSAS EN CACHI Y OTRAS COMUNIDADES DE PARAISO DE LA PROVINCIA DE CARTAGO EL 26 DE JULIO DE 2007	302 Paraíso	525,417,621.88
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		PLAN REGULADOR PARA LA ATENCION, REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR LLUVIAS INTENSAS EN CACHI Y OTRAS COMUNIDADES DE PARAISO DE LA PROVINCIA DE CARTAGO EL 26 DE JULIO DE 2008	302 Paraíso	4,751,327.40
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN REGULADOR PARA LA ATENCION, REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR LLUVIAS INTENSAS EN CACHI Y OTRAS COMUNIDADES DE PARAISO DE LA PROVINCIA DE CARTAGO EL 26 DE JULIO DE 1998	302 Paraíso	36,624,815.39

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN REGULADOR PARA LA ATENCION, REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR LLUVIAS INTENSAS EN CACHI Y OTRAS COMUNIDADES DE PARAISO DE LA PROVINCIA DE CARTAGO EL 26 DE JULIO DE 1999	302 Paraíso	9,502,654.80
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	117 Dota	116,523,407.61
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	119 Perez Zeledón	584,093,001.22
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	603 Buenos Aires	1,118,521,136.69
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	605 Osa	1,094,025,327.02
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	607 Golfito	184,495,395.38
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR HURACAN MITCH	610 Corredores	145,654,259.51
1998	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR PARA LA ATENCION, REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR LLUVIAS INTENSAS EN CACHI Y OTRAS COMUNIDADES DE PARAISO DE LA PROVINCIA DE CARTAGO EL 26 DE JULIO DE 1998	302 Paraíso	7,918,879.00
1999	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS PRESENTADOS ENTRE EL 12 DE AGOSTO AL 5 DE OCTUBRE DE 2001	103 Desamparados	184,098,289.41
1999	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS PRESENTADOS ENTRE EL 12 DE AGOSTO AL 5 DE OCTUBRE DE 2019	119 Perez Zeledón	184,098,289.41
1999	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS PRESENTADOS ENTRE EL 12 DE AGOSTO AL 5 DE OCTUBRE DE 2022	301 Cartago	1,937,146,108.00
1999	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS PRESENTADOS ENTRE EL 12 DE AGOSTO AL 5 DE OCTUBRE DE 2025	302 Paraíso	1,937,146,108.00
1999	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS PRESENTADOS ENTRE EL 12 DE AGOSTO AL 5 DE OCTUBRE DE 2028	303 La Unión	1,937,146,108.00
1999	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS	308 El Guarco	1,937,146,108.00

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
				PRESENTADOS ENTRE EL 12 DE AGOSTO AL 5 DE OCTUBRE DE 2040		
1999	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS PRESENTADOS ENTRE EL 12 DE AGOSTO AL 5 DE OCTUBRE DE 2118	603 Buenos Aires	50,058,715.94
1999	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS PRESENTADOS ENTRE EL 12 DE AGOSTO AL 5 DE OCTUBRE DE 2124	607 Golfito	50,058,715.94
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	119 Perez Zeledón	14,278,738.10
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	119 Perez Zeledón	112,621,005.17
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	119 Perez Zeledón	3,076,356,979.90
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	603 Buenos Aires	199,902,333.43
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	603 Buenos Aires	42,375,296.64
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	603 Buenos Aires	875,843,516.42
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	605 Osa	72,107,627.42
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	607 Golfito	59,599,452.84

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	610 Corredores	108,518,409.58
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	610 Corredores	163,777,126.06
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	119 Perez Zeledón	26,801,191.42
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	603 Buenos Aires	51,874,655.53
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	605 Osa	91,798,007.26
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	607 Golfito	23,088,719.51
2001	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL PARA LA REHABILITACION Y RECONSTRUCCION DE LOS DANOS CAUSADOS POR EL EFECTO INDIRECTO DEL HURACAN MICHELLE	610 Corredores	42,836,214.31
2002	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL ATENCION DE DANOS CAUSADOS POR INTENSAS LLUVIAS DURANTE EL 29 DE AGOSTO DEL 2008	302 Paraíso	39,743,311.20
2002	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL ATENCION DE DANOS CAUSADOS POR INTENSAS LLUVIAS DURANTE EL 29 DE AGOSTO DEL 2009	302 Paraíso	5,299,108.16
2002	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN REGULADOR GENERAL ATENCION DE DANOS CAUSADOS POR INTENSAS LLUVIAS DURANTE EL 29 DE AGOSTO DEL 2002	302 Paraíso	132,477,704.00
2002	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN REGULADOR GENERAL ATENCION DE DANOS CAUSADOS POR INTENSAS LLUVIAS DURANTE EL 29 DE AGOSTO DEL 2002	302 Paraíso	13,247,770.40
2003	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL CARIBE Y ZONA NORTE	302 Paraíso	27,348,471.89
2004	Geotectónico	SISMO		SISMO DE PARRITA	605 Osa	31,426,512.24
2004	Geotectónico	SISMO		SISMO DE PARRITA	607 Golfito	48,187,318.77

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2004	Geotectónico	SISMO		SISMO DE PARRITA	610 Corredores	35,616,713.88
2004	Geotectónico	SISMO	Movimiento de Masas	SISMO DE PARRITA	607 Golfito	31,426,512.24
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	103 Desamparados	29,460,353.45
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	103 Desamparados	74,583,173.29
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	103 Desamparados	65,633,192.50
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	117 Dota	12,492,681.53
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	117 Dota	40,274,913.58
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	117 Dota	10,012,060.10
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	119 Perez Zeledón	449,550,077.01
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	119 Perez Zeledón	1,940,572,433.31
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	603 Buenos Aires	6,339,569.73
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	603 Buenos Aires	265,516,096.91
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	603 Buenos Aires	1,965,943,840.74
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	605 Osa	348,852,819.43
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	605 Osa	539,933,509.10
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	605 Osa	1,257,775,409.55

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	607 Golfito	457,223,333.72
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	607 Golfito	353,728,226.37
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	607 Golfito	478,744,410.92
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	610 Corredores	429,748,244.50
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	610 Corredores	637,762,057.30
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO Y ZONA NORTE (ONDA TROPICAL E INFLUENCIA INDIRECTA HURACÁN RITA Y VILMA)	610 Corredores	410,953,284.83
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	INUNDACION EN LAS PROVINCIAS LIMON, HEREDIA, CARTAGO Y ALAJUELA	302 Paraíso	121,935,853.61
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	INUNDACION EN LAS PROVINCIAS LIMON, HEREDIA, CARTAGO Y ALAJUELA	302 Paraíso	70,228,954.89
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	FLUJO DE LODOS CUENCA RIO JUCO	302 Paraíso	999,613,567.80
2005	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	FLUJO DE LODOS CUENCA RIO JUCO	302 Paraíso	79,759,715.39
2006	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS			103 Desamparados	14,085,080.68
2006	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS			103 Desamparados	833,225,856.81
2006	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS			103 Desamparados	33,939,953.43
2006	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS			103 Desamparados	585,803,613.25
2006	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	LLUVIAS INTENSAS ASOCIADAS A UN SISTEMA DE BAJA PRESION	103 Desamparados	301,726,186.03
2006	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	LLUVIAS INTENSAS ASOCIADAS A UN SISTEMA DE BAJA PRESION	103 Desamparados	213,821,706.64
2006	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	DESIZAMIENTOS Y FLUJO DE LODOS	303 La Unión	10,784,223.25
2006	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	LLUVIAS INTENSAS ASOCIADAS A UN SISTEMA DE BAJA PRESION	103 Desamparados	188,366,741.56
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	103 Desamparados	2,079,494,482.08
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	117 Dota	151,211,907.67

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	119 Perez Zeledón	657,261,191.97
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	119 Perez Zeledón	171,197,542.72
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	119 Perez Zeledón	7,815,914,007.68
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	301 Cartago	353,510,978.02
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	303 La Unión	47,646,729.57
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	603 Buenos Aires	711,521,665.38
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	603 Buenos Aires	2,073,927,987.13
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	605 Osa	226,668,907.66
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	605 Osa	912,072,509.38
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	607 Golfito	2,272,856,938.00
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	610 Corredores	1,143,058,920.04

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	LLUVIAS INTENSAS ASOCIADAS AL PASO DE UNA ONDA DECRETO 33834-MP	301 Cartago	98,168,027.56
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	LLUVIAS INTENSAS ASOCIADAS AL PASO DE UNA ONDA DECRETO 33834-MP	301 Cartago	52,183,457.37
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	LLUVIAS INTENSAS ASOCIADAS AL PASO DE UNA ONDA DECRETO 33834-MP	308 El Guarco	692,525,076.61
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	103 Desamparados	205,978,816.48
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	103 Desamparados	1,412,440,268.12
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	117 Dota	291,431,452.70
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	119 Perez Zeledón	4,197,229.71
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	119 Perez Zeledón	100,998,730.96
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	301 Cartago	112,871,864.22
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	301 Cartago	197,371,565.85
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	303 La Unión	47,106,609.94
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	303 La Unión	61,216,024.72
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO	603 Buenos Aires	310,343,842.86

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
				CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP		
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	603 Buenos Aires	21,124,925.41
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	605 Osa	510,390,533.57
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	607 Golfito	1,850,358,429.85
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	103 Desamparados	308,393,071.64
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	117 Dota	133,665,267.08
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	119 Perez Zeledón	24,766,430.80
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	301 Cartago	500,676,151.81
2007	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR TEMPORAL Y PASO DE UNA ONDA TROPICAL EN EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR Y CORDILLERA DE GUANACASTE, DECRETO 34045-MP	607 Golfito	516,558,395.00
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL ALMA	117 Dota	73,986,850.58
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL ALMA	119 Perez Zeledón	2,355,533,190.02
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL ALMA	603 Buenos Aires	544,280,916.24
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL ALMA	117 Dota	10,691,741.41
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL ALMA	119 Perez Zeledón	1,331,763,311.93

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL ALMA	119 Perez Zeledón	14,255,655.22
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL ALMA	603 Buenos Aires	151,537,614.97
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL ALMA	117 Dota	87,387,166.49
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL ALMA	119 Perez Zeledón	549,200,259.17
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS AL PASO DE LA TORMENTA TROPICAL ALMA	603 Buenos Aires	214,262,497.93
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR INFLUENCIA DE LA DERPRESION TROPICAL Nº16 OCTUBRE 2009	103 Desamparados	24,593,739.27
2008	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA POR INFLUENCIA DE LA DERPRESION TROPICAL Nº16 OCTUBRE 2013	117 Dota	5,144,135.22
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	119 Perez Zeledón	44,446,964.85
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	301 Cartago	7,801,013.77
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	308 El Guarco	41,602,769.03
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	103 Desamparados	1,249,668,467.60
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	117 Dota	39,708,802.12
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	117 Dota	24,065,940.68
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	119 Perez Zeledón	3,970,880.21
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	119 Perez Zeledón	246,254,737.98
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	301 Cartago	408,281,691.84
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	302 Paraíso	30,082,425.85
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	302 Paraíso	132,362,673.73

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	302 Paraíso	29,480,777.33
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	302 Paraíso	12,032,970.34
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	303 La Unión	360,989,110.16
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	303 La Unión	395,884,724.14
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	603 Buenos Aires	252,692,377.11
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	603 Buenos Aires	2,075,687,383.43
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	603 Buenos Aires	7,800,373,022.08
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	603 Buenos Aires	72,197,822.03
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	252,692,377.11
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	32,489,019.91
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	60,164,851.69
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	1,591,360,327.30
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	610 Corredores	117,923,109.32
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	119 Perez Zeledón	27,166,809.86
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	103 Desamparados	685,879,309.31
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	103 Desamparados	2,217,676,433.43
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	117 Dota	12,032,970.34
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	119 Perez Zeledón	122,014,319.23
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	119 Perez Zeledón	221,165,994.83
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	119 Perez Zeledón	81,463,209.19
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	301 Cartago	66,181,336.86

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	308 El Guarco	36,098,911.02
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	603 Buenos Aires	77,011,010.17
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	603 Buenos Aires	1,684,615,847.42
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	7,219,782.20
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	829,071,656.34
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	37,903,856.57
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	610 Corredores	3,970,880.21
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	610 Corredores	119,126,406.35
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	119 Perez Zeledón	60,134,769.27
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	119 Perez Zeledón	66,301,666.57
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	303 La Unión	132,362,673.73
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	308 El Guarco	18,049,455.51
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	307,923,710.97
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	103 Desamparados	18,482,679.39
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	103 Desamparados	284,153,830.05
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	117 Dota	44,418,050.52
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS	119 Perez Zeledón	11,815,359.64

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
				TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)		
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	301 Cartago	13,441,948.65
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	301 Cartago	89,572,345.44
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	303 La Unión	29,625,968.22
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	308 El Guarco	97,354,631.28
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Movimiento de Masas	CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS EXTREMAS, QUE HAN AFECTADO EL PACIFICO CENTRAL, NORTE, SUR, VALLE CENTRAL Y GUANACASTE Y ONDAS TROPICALES A NIVEL REGIONAL EN EL MAR CARIBE (TORMENTA TROPICAL NICOLE)	610 Corredores	12,169,328.91
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	103 Desamparados	12,032,970.34
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	103 Desamparados	1,720,714,758.44
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	117 Dota	333,313,278.38
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	119 Perez Zeledón	35,557,427.35
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	119 Perez Zeledón	230,672,041.39
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	119 Perez Zeledón	1,882,798,868.90
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	301 Cartago	9,425,690.39
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	302 Paraíso	271,945,129.66
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	303 La Unión	571,566,091.09

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	308 El Guarco	963,840,924.13
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	603 Buenos Aires	2,322,964,923.89
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	156,428,614.40
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	4,211,539.62
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	605 Osa	509,596,293.85
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	607 Golfito	4,179,050,598.64
2010	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS		TEMPORAL POR LOS EFECTOS INDIRECTOS DEL PASO DEL HURACAN TOMAS	610 Corredores	133,565,970.76
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	605 Osa	815,406,732.76
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	605 Osa	756,850,028.95
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	605 Osa	1,273,433,263.96
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	605 Osa	772,003,830.48
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	607 Golfito	855,364,009.81
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	607 Golfito	915,422,439.49
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	607 Golfito	1,847,393,197.20
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	610 Corredores	114,739,712.29
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	610 Corredores	2,348,694,042.47
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	610 Corredores	6,109,580,844.73

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	605 Osa	568,789,597.00
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	605 Osa	321,651,034.76
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	610 Corredores	1,145,929,822.59
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	610 Corredores	5,025,797.42
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	605 Osa	55,283,771.60
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	607 Golfito	14,072,232.77
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	605 Osa	9,277,253,162.81
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	607 Golfito	984,546,295.85
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	610 Corredores	135,953,839.24
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	605 Osa	100,515,948.36
2016	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA ANTE LA SITUACIÓN PROVOCADA POR EL PASO DEL HURACAN OTTO POR TERRITORIO COSTARRICENSE	610 Corredores	398,076,667.53
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	103 Desamparados	2,219,035,176.47
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	103 Desamparados	682,704,492.10
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	103 Desamparados	392,923,448.69
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	103 Desamparados	98,230,862.17
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	103 Desamparados	81,682,101.82
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	117 Dota	179,271,323.46
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	117 Dota	609,031,345.47
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	117 Dota	475,437,372.91
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	119 Perez Zeledón	860,404,121.77
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	119 Perez Zeledón	3,539,168,161.65

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	119 Perez Zeledón	333,984,931.39
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	119 Perez Zeledón	2,549,120,415.32
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	119 Perez Zeledón	5,500,928.28
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	301 Cartago	154,813,571.91
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	301 Cartago	400,774,066.03
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	301 Cartago	1,942,129,704.23
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	308 El Guarco	255,400,241.65
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	308 El Guarco	1,504,405,654.17
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	308 El Guarco	47,150,813.84
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	603 Buenos Aires	672,881,405.88
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	603 Buenos Aires	15,327,943,733.36
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	603 Buenos Aires	4,911,543.11
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	603 Buenos Aires	10,159,723,381.89
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	605 Osa	10,073,315,973.32
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	605 Osa	2,156,167,424.73
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	605 Osa	176,815,551.91
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	605 Osa	1,651,442,909.74
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	607 Golfito	61,038,428.90
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	607 Golfito	597,243,642.01
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	607 Golfito	484,025,458.34
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	610 Corredores	322,141,791.46
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	610 Corredores	2,358,356,018.11
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	610 Corredores	7,817,783,142.33
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	TORMENTA TROPICAL NATE	119 Perez Zeledón	1,054,729,324.86
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	TORMENTA TROPICAL NATE	603 Buenos Aires	147,346,293.26
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	TORMENTA TROPICAL NATE	605 Osa	599,208,259.25
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	TORMENTA TROPICAL NATE	103 Desamparados	5,883,143,266.24
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	TORMENTA TROPICAL NATE	117 Dota	1,587,656.31
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	TORMENTA TROPICAL NATE	119 Perez Zeledón	1,227,259,064.25
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	TORMENTA TROPICAL NATE	301 Cartago	13,682,505.17
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	TORMENTA TROPICAL NATE	302 Paraíso	2,538,060,333.40
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	TORMENTA TROPICAL NATE	308 El Guarco	3,356,955,518.91
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	TORMENTA TROPICAL NATE	603 Buenos Aires	3,268,258,661.51
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	TORMENTA TROPICAL NATE	605 Osa	266,205,636.49
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	TORMENTA TROPICAL NATE	607 Golfito	5,992,082.59
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	TORMENTA TROPICAL NATE	103 Desamparados	11,609,646,426.54

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	TORMENTA TROPICAL NATE	117 Dota	672,537,597.86
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	TORMENTA TROPICAL NATE	119 Perez Zeledón	601,799,589.39
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	TORMENTA TROPICAL NATE	308 El Guarco	7,912,469,558.50
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	TORMENTA TROPICAL NATE	308 El Guarco	157,169,379.48
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	TORMENTA TROPICAL NATE	605 Osa	1,144,375,823.12
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	TORMENTA TROPICAL NATE	605 Osa	5,936,282,232.00
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	TORMENTA TROPICAL NATE	607 Golfito	1,467,488,158.94
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	TORMENTA TROPICAL NATE	607 Golfito	219,036,900.91
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	119 Perez Zeledón	97,052,091.83
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	308 El Guarco	130,248,581.17
2017	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	TORMENTA TROPICAL NATE	610 Corredores	98,230,862.17
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	103 Desamparados	541,704,243.02
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	119 Perez Zeledón	40,188,472.67
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	119 Perez Zeledón	23,474,575.16
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	119 Perez Zeledón	889,583,110.32
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	603 Buenos Aires	643,203,359.31
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	603 Buenos Aires	14,097,890,856.37
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	603 Buenos Aires	3,974,718,797.64
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	605 Osa	1,471,405.15
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	605 Osa	488,271.16
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	605 Osa	282,620,034.89
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	607 Golfito	504,412,281.15
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	607 Golfito	1,464,406,505.07
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	607 Golfito	851,612,426.31
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	610 Corredores	1,828,857,201.34
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	610 Corredores	1,349,061,298.69

Año	Tipo de Evento	Categoría	Subcategoría	Evento	Cantón	Valor Constante en CRC
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	119 Perez Zeledón	52,451,590.73
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Aumento de Caudal	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	610 Corredores	94,428,394.56
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	117 Dota	1,163,972.42
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	119 Perez Zeledón	657,119,087.46
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	603 Buenos Aires	913,949,719.34
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	607 Golfito	10,193,051.78
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Derrumbe	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	610 Corredores	2,827,903.82
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	103 Desamparados	83,552,127.27
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	119 Perez Zeledón	140,847,450.94
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	119 Perez Zeledón	144,603,382.97
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	605 Osa	1,386,336,576.58
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	607 Golfito	277,053,593.74
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Deslizamiento	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	610 Corredores	1,637,269,972.64
2020	Hidrometeorológico	LLUVIAS INTENSAS	Inundación	PLAN GENERAL DE LA EMERGENCIA SITUACION PROVOCADA POR LOS EFECTOS DEL HURACAN ETA	610 Corredores	1,536,850,435.03

A. 2 CONJUNTO DE DATOS DE RIESGO PARA LA RN2

Como parte de los productos incluidos en este entregable, se estableció un repositorio web (Drive) para alojar los resultados de riesgo del proyecto de la Ruta Nacional 2 Carretera Panamericana (RN2). Este repositorio compila los entregables 6b, 6c, 6d y 6e.

A continuación, se presenta la lista de los archivos que componen este conjunto de datos.

El enlace para acceder al dataset es:

<https://onedrive.live.com/?redeem=aHR0cHM6Ly8xZm1zL2YvYy85ZjZmNTQ4ZGFkMDc1MzQzL0VvTWNDRIkV3psTmdaZ0k2YTk5eWdNQlBINERfYThVTFV4QnN3Y2RFZi1ta3c%5FZT1qQ2RIZzU&id=9F6F548DAD075343%21sccf8df48baac40a59fd8363a877c3b79&cid=9F6F548DAD075343&sb=name&sd=1>

Ceniza Volcánica

Este directorio contiene los resultados de riesgo para la Ruta Nacional 2 asociados a la amenaza de ceniza volcánica.

File	Format
Puentes_Ceniza_CR-SIRGAS	.shp
Puentes_Ceniza_WGS84	.shp
Vias_Ceniza_CR-SIRGAS	.shp
Vias_Ceniza_WGS84	.shp

Los archivos *.shp utilizados en este proyecto se encuentran en formato vectorial y requieren un Sistema de Información Geográfica (SIG) para su visualización.

Deslizamiento detonado por lluvia

Este directorio contiene los resultados de riesgo para la Ruta Nacional 2 asociados a la amenaza de deslizamientos detonados por lluvia.

File	Format
Puentes_Desliz-Lluvia_CR-SIRGAS	.shp
Puentes_Desliz-Lluvia_WGS84	.shp
Vias_Desliz-Lluvia_CR-SIRGAS	.shp
Vias_Desliz-Lluvia_WGS84	.shp

Deslizamiento detonado por sismo

Este directorio contiene los resultados de riesgo para la Ruta Nacional 2 asociados a la amenaza de deslizamientos detonados por sismo.

File	Format
Puentes_Desliz-Sismo_CR-SIRGAS	.shp

File	Format
Puentes_Desliz-Sismo_WGS84	.shp
Vias_Desliz-Sismo_CR-SIRGAS	.shp
Vias_Desliz-Sismo_WGS84	.shp

Inundación Fluvial

Este directorio contiene los resultados de riesgo para la Ruta Nacional 2 asociados a la amenaza de inundación fluvial.

File	Format
Puentes_Fluvial_CR-SIRGAS	.shp
Puentes_Fluvial_WGS84	.shp
Vias_Fluvial_CR-SIRGAS	.shp
Vias_Fluvial_WGS84	.shp

Sismo

Este directorio contiene los resultados de riesgo para la Ruta Nacional 2 asociados a la amenaza sísmica.

File	Format
Puentes_Sismo_CR-SIRGAS	.shp
Puentes_Sismo_WGS84	.shp
Vias_Sismo_CR-SIRGAS	.shp
Vias_Sismo_WGS84	.shp

Metadatos RDLS

Este directorio contiene los metadatos siguiendo el estándar Risk Data Library, proporcionando información estructurada para describir, organizar y asegurar la consistencia de los conjuntos de datos utilizados en el proyecto.

File	Format
Loss_RN2	.json

El archivo *.json puede contener información relacionada con amenaza, exposición, vulnerabilidad o pérdidas, dependiendo del tipo de datos que se representen dentro del proyecto.