

PROVINCIA DE MISIONES
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES – CFI
ESTUDIOS AMBIENTALES Y SOCIALES EN EL MARCO DEL PROYECTO DE
CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SOBRE ARROYO PIRAY MINÍ, REHABILITACIÓN DE
LA RUTA PROVINCIAL N°17 Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

INFORME FINAL
ESTUDIO DE RIESGOS DE DESASTRES

CFI Expediente EX-2026-00006982

JULIO DE 2026



**Gobierno
de Misiones**



Mag. Ing. Quim. Cecilia Mabel Puchalski
Ing. Quim. Franco Guido Cabrera Natalizio
Lic. Lautaro Armando Raúl Sosa
Dra. Ana Isabel Honfi
Ing. Luis Adolfo Faut
Lic. Jaime Luis Bremm
Geól. Mónica Elisabet Krioka
Dra. Carla Antonella Cossi
Lic. Martín González
Dr. Ignacio Minoli
Dr. Julio Rubén Daviña
Dr. Juan Pablo Zurano
Dr. Gustavo Andrés Zurita
Lic. Diego Martín Varela



**Consultores
del Guayrá S.R.L.**

ÍNDICE GENERAL

1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	5
2. CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE Y CAMBIO CLIMÁTICO (MERDCC)	6
3. CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL	9
4. CAPÍTULO 4: IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS	14
4.1. Introducción	14
4.2. Amenazas hidrológicas asociadas a las precipitaciones	17
4.2.1. Amenaza de sequías	19
4.2.2. Amenaza de inundación fluvial	20
4.3. Amenaza de olas de calor	24
4.4. Tormentas severas, vendavales y tornados	29
4.5. Fenómenos de movimientos en masa	32
4.6. Amenaza Sísmica	38
4.7. Amenaza por actividad volcánica	39
4.8. Amenaza por incendios	40
5. CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DE CRITICIDAD Y VULNERABILIDAD	44
5.1. Introducción	44
5.2. Diagrama de criticidad y vulnerabilidad	45
5.2.1. Dimensión 1: Pérdida de servicios esenciales	46
5.2.2. Dimensión 2: Interacción con el entorno natural y antrópico	48
5.2.3. Dimensión 3: Características físicas	50
5.3. Clasificación obtenida	52
6. CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN CUALITATIVA SIMPLIFICADA DE RIESGOS	53
7. CAPÍTULO 7: SEGUIMIENTO DE LA MERDCC Y CONCLUSIONES	57
8. BIBLIOGRAFÍA	59

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático. Fuente: (Barandiarán, Esquivel, Lacambra Ayuso, Suárez, & Zuloaga, 2018)</i>	7
---	----------

Figura 2. Captura de pantalla de las capas de peligros cargados en el Visor de Riesgos Naturales del BID a la fecha. Fuente: Visor de riesgos naturales del BID.	14
Figura 3. Cantidad de olas de calor registradas por año en la estación Iguazú Aero durante el semestre cálido (octubre–marzo), para el período 1961–2026. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.	26
Figura 4. Distribución de la duración de las olas de calor registradas en la estación Iguazú Aero. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.	27
Figura 5. Distribución mensual de las olas de calor registradas en la estación Iguazú Aero durante el semestre cálido (octubre–marzo). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.	28
Figura 6. Fotos del tramo comprendido entre las progresivas 36+280 y 40+780 de la Ruta Provincial N.º 17, correspondiente al sector proyectado para la ejecución de la tercera trocha.	35
Figura 7. Cubo de criticidad y vulnerabilidad para obras viales.	46

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Proyecto RP 17 y Municipios involucrados	12
Mapa 2. Mapa de Amenaza de Inundación en el escenario con y sin Cambio Climático. Fuente: Visor de riesgos naturales del BID.	23
Mapa 3. Áreas de Tornados. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).	30
Mapa 4. Niveles de exposición a amenazas geodinámicas en la República Argentina. Se observa la localización del área del proyecto en la región NEA, caracterizada por bajos niveles de exposición. Fuente: IGN (https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG) - SINAGIR (https://www.argentina.gob.ar/sinagir).	33
Mapa 5. Perfiles topográficos orientados al análisis preliminar de caída de rocas – RP N.º 17	37
Mapa 6. Mapa de Peligrosidad Sísmica de la República Argentina. Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) – Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES, s.f.).	39
Mapa 7. Mapa de Riesgo Volcánico Relativo. Fuente: SEGEMAR-SIGAN https://sigam.segemar.gov.ar/mapstore/#/viewer/917	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Obras a realizar por Progresiva	9
Tabla 2: Tramo rural sobre RP 17, por Progresiva	10
Tabla 3. Tabla de cambios 1950-2010 de los indicadores de precipitaciones extremas en la zona Corrientes-Misiones y del promedio regional.	17
Tabla 4. Registro de eventos de inundación en el puente sobre el arroyo Piray Mini – RP N.º 17 Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes citadas en la tabla.	21
Tabla 5. Tabla de cambios 1950-2010 de los indicadores de extremos térmicos en la zona Corrientes-Misiones y del promedio regional.	25
Tabla 6. Escala Fujita – Representación de Intensidad de Tornados. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).	30
Tabla 7. Antecedentes de deslizamientos en Misiones. Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes citadas en la tabla.	34
Tabla 8. Registro de cantidad de incendios y de hectáreas afectadas en Misiones. Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en el Centro de Información Ambiental del Estado Nacional Argentino (https://ciam.ambiente.gob.ar/repositorio.php?tid=19#)	41

<i>Tabla 9. Registro de incendios en la provincia de Misiones. Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes citadas en la tabla.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 10. Umbrales indicativos para la Dimensión 1: Pérdida de servicios esenciales.</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 11. Umbrales indicativos para la Dimensión 2: Interacción con el entorno natural y antrópico</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 12. Umbrales indicativos para la Dimensión 3: Características físicas.....</i>	<i>50</i>

1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Los impactos del riesgo de desastres y cambio climático constituyen una creciente preocupación dado que reducen la previsibilidad sobre futuras necesidades en materia de infraestructura y aumentan la vulnerabilidad de las poblaciones y de los activos (Reyer, y otros, 2017)).

El presente informe constituye el estudio de riesgos de desastres equivalente a los tres primeros pasos de la Metodología de Evaluación del Riesgo de Desastre y Cambio Climático (MERDCC) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)¹, que incluye los siguientes pasos:

- Paso 1- Identificación de amenazas,
- Paso 2- Evaluación de criticidad y vulnerabilidad, y
- Paso 3- Narrativa de riesgos o análisis cualitativo simplificado.

Dicho informe se realiza en el marco del proyecto de “Construcción de Puente sobre Arroyo Piray Mini, Rehabilitación de la Ruta Provincial N° 17 y Obras Complementarias”, en la provincia de Misiones, Argentina.

Para abordar el presente informe, las tareas se han estructurado según las etapas que se detallan a continuación, desarrolladas en las posteriores secciones:

- En la descripción de la metodología se presenta la Metodología de Evaluación del Riesgo de Desastre y Cambio Climático (MERDCC) utilizada para abordar la gestión del riesgo de desastres.
- En la descripción de la obra se presenta y se realiza el análisis detallado de las tareas y de la obra a ejecutar.
- Luego se realiza la identificación de las amenazas realizando una revisión de los peligros naturales que existen en el área de influencia del proyecto.
- Evaluación de la criticidad y la vulnerabilidad.
- Evaluación cualitativa simplificada del riesgo.
- Por último, se presenta el seguimiento de la metodologías y conclusiones obtenidas a partir del análisis realizado.

¹ <https://www.iadb.org/en/who-we-are/topics/environmental-and-social-solutions/disaster-risk-assessment-methodology>

2. CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE Y CAMBIO CLIMÁTICO (MERDCC)

El nuevo Marco de Política Ambiental y Social (MPAS) del BID entró en vigor el 1 de noviembre del 2021 y establece 10 Normas de Desempeño Ambiental y Social (NDAS) específicas concebidas para evitar, minimizar, reducir o mitigar los riesgos e impactos ambientales y sociales adversos de los proyectos financiados por el BID.

La NDAS 4 hace referencia a la Seguridad y Salud de la Comunidad, donde reconoce que las actividades, los equipos y la infraestructura del proyecto pueden aumentar la exposición de la comunidad a riesgos e impactos, incluidos aquellos causados por amenazas naturales y el cambio climático. Además, las comunidades que ya están sujetas a impactos adversos derivados de amenazas naturales y el cambio climático también podrían experimentar una aceleración o intensificación de dichos impactos debido a las actividades del proyecto. Las amenazas naturales y los impactos del cambio climático pueden afectar al propio proyecto, lo que puede causar mayores impactos adversos en la salud y la seguridad de las personas afectadas. Esta NDAS aborda la responsabilidad del Prestatario de evitar o minimizar los riesgos e impactos para la salud, la seguridad y la protección de la comunidad que puedan surgir de las actividades relacionadas con el proyecto, con especial atención a los grupos vulnerables. También aborda la responsabilidad del Prestatario de evitar o minimizar los riesgos e impactos para el propio proyecto que puedan derivarse de las amenazas naturales y el cambio climático (Banco Interamericano de Desarrollo, 2021).

Los objetivos de la NDAS 4 son (Banco Interamericano de Desarrollo, 2021):

- Anticipar y evitar impactos adversos en la salud y la seguridad de las personas afectadas por el proyecto durante su ciclo de vida, tanto por circunstancias rutinarias como no rutinarias.
- Garantizar que la protección del personal y los bienes se lleve a cabo de conformidad con los principios pertinentes de derechos humanos y de manera que se eviten o minimicen los riesgos para las personas afectadas por el proyecto.
- Anticipar y evitar impactos adversos en el propio proyecto debido a peligros naturales y cambio climático durante su ciclo de vida.

En ese marco es necesaria la identificación y el manejo del riesgo de desastre en el presente proyecto, abordados mediante la Metodología para la Evaluación del Riesgo de Desastre y Cambio Climático (MERDCC).

La metodología para la evaluación y gestión del riesgo de desastres y cambio climático de los proyectos toma en consideración los niveles de información en cada etapa del proyecto, la variedad de proyectos y operaciones financiadas por el BID y la disponibilidad de información dependiendo del país y del tipo de amenaza. El resultado

es un proceso sistemático y viable que agrega resiliencia, sostenibilidad y valor a los proyectos (Banco Interamericano de Desarrollo, 2021).

La metodología incluye una serie de fases y pasos donde los esfuerzos y los recursos guardan relación con los niveles de riesgo, tal como lo muestra la siguiente figura.



Figura 1. Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático. Fuente: (Barandiarán, Esquivel, Lacambra Ayuso, Suárez, & Zuloaga, 2018)

La metodología se estructura en **cinco pasos secuenciales**, con un enfoque progresivo en función del nivel de riesgo identificado (Barandiarán, Esquivel, Lacambra Ayuso, Suárez, & Zuloaga, 2018)

Paso 1. Screening (clasificación inicial del riesgo): Consiste en una **clasificación preliminar del riesgo** del proyecto en función de:

- Su ubicación geográfica
- Las amenazas naturales y climáticas relevantes

Este paso se aplica a todos los proyectos del BID y permite identificar si el riesgo es bajo, moderado o alto, y si se requieren análisis adicionales.

Paso 2. Análisis de criticidad y vulnerabilidad: Se revisa y ajusta la clasificación inicial incorporando:

- Vulnerabilidad del proyecto
- Criticidad de la infraestructura o del sistema (importancia estratégica, funcionalidad, consecuencias de falla)

Este paso busca evitar clasificaciones sesgadas solo por la amenaza, logrando una evaluación más equilibrada del riesgo.

Paso 3. Evaluación cualitativa del riesgo (narrativa): Se elabora una **narrativa técnica** que:

- Integra la información disponible sobre riesgo de desastres y cambio climático
- Identifica impactos potenciales y medidas existentes
- Determina si el riesgo es tolerable o si requiere profundización

Funciona como filtro técnico para decidir si es necesario avanzar a análisis más complejos.

Paso 4. Taller técnico con expertos: Se realiza un **taller participativo** con:

- Especialistas técnicos
- Expertos locales
- Equipos del proyecto

El objetivo es:

- Identificar fallas, causas y consecuencias
- Validar supuestos
- Definir medidas estructurales y no estructurales para reducir el riesgo

Paso 5. Evaluación cuantitativa del riesgo: Cuando el nivel de riesgo lo justifica, se lleva a cabo un **análisis cuantitativo detallado**, que:

- Estima probabilidades y magnitudes de daño
- Permite incorporar el riesgo en análisis de costo–beneficio
- Sustenta un Plan de Gestión del Riesgo de Desastres y Cambio Climático (PGRD)

Este paso se aplica principalmente a proyectos de **riesgo moderado o alto** y a infraestructura crítica.

En esta instancia del desarrollo del proyecto de “Construcción de Puente sobre Arroyo Piray Mini, Rehabilitación de la Ruta Provincial N° 17 y Obras Complementarias” se realizará el análisis hasta el Paso 3.

3. CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

El proyecto comprende la repavimentación de la Ruta Provincial Nº 17, incluyendo la ejecución de terceras trochas, la construcción de un nuevo puente sobre el arroyo Piray Mini y la realización de obras complementarias en sectores urbanos y rurales.

La obra se emplaza en la provincia de Misiones y abarca el tramo de la Ruta Provincial Nº 17 comprendido entre las localidades de Eldorado y Pozo Azul, involucrando a los municipios de Eldorado, Nueve de Julio, Santiago de Liniers y Pozo Azul. La intervención principal se desarrolla entre los km 0+000 y 73+500 de la traza provincial. Complementariamente, el proyecto incorpora una intervención específica correspondiente a la construcción del nuevo puente sobre el arroyo Piray Mini, ubicado aproximadamente en el km 91 de la Ruta Provincial Nº 17, en jurisdicción de Dos Hermanas.

La Ruta Provincial Nº 17 constituye un corredor estratégico de integración regional, ya que vincula la Ruta Nacional Nº 12, en Eldorado, con la Ruta Nacional Nº 14, en Dos Hermanas, próxima a Bernardo de Irigoyen y al paso fronterizo con la ciudad brasileña de Dionísio Cerqueira. Actualmente, la vía presenta una calzada de dos carriles indivisos de aproximadamente 6,70 m de ancho y banquetas de 2,50 m, con una extensión total cercana a 107 km.

El proyecto contempla intervenciones sobre travesías urbanas, intersecciones, tramos rurales y sectores de ampliación mediante terceras trochas (Tabla 1 y Tabla 2). Entre las principales obras previstas se incluyen tareas de repavimentación, bacheo, construcción de banquetas, sistemas de drenaje, sistemas de contención, iluminación y adecuación de intersecciones.

Tabla 1: Obras a realizar por Progresiva

Obra	Progresiva
Travesía Urbana de Eldorado	(Pr. 0+000 – Pr. 1+100)
Intersección RP 17 y Av. Hipólito Yrigoyen	(Pr. 1+000)
Travesía Urbana 9 de Julio	(Pr. 7+890 – Pr. 9+730)
Intersección Acc. a Colonia Valle Hermoso	(Pr. 12+400 – Pr. 13+100)
Intersección Acc. a Don Guillermo	(Pr. 15+200 – Pr. 15+700)
Travesía Urbana Santiago de Liniers	(Pr. 17+300 – Pr. 18+700)
Intersección Canalizada con Ruta Provincial Nº 226	(Pr. 20+150 – Pr. 20+700)
Terceras Trochas	(Pr. 36+280 – Pr. 40+180)
Travesía Urbana de Pozo Azul	(Pr. 51+500 – Pr. 54+500)
Puente Sobre al Arroyo Piray Mini	(Pr. 90+000 – Pr. 91+000)

Tabla 2: Tramo rural sobre RP 17, por Progresiva

Tramo Rural

Pr. 1+100 – Pr. 7+890

Pr. 9+730 – Pr. 12+400

Pr. 13+100 – Pr. 15+200

Pr. 15+700 – Pr. 17+300

Pr. 18+700 – Pr. 20+150

Pr. 20+700 – Pr. 36+280

Pr. 40+180 – Pr. 51+500

Pr. 54+500 – Pr. 73+380

Desde el punto de vista de la exposición frente a amenazas naturales, los componentes más sensibles del proyecto corresponden a los sectores de cruce hidráulico, particularmente el puente sobre el arroyo Piray Mini, las obras de drenaje transversal, los sectores con terceras trochas desarrollados sobre cortes en roca y determinados tramos con pendientes pronunciadas y limitaciones de drenaje superficial.

Esta ruta forma parte de la red vial primaria de la provincia de Misiones y posee un rol relevante en la conectividad regional y fronteriza. En el corredor se registra una importante circulación de tránsito pesado y transporte de cargas asociado tanto a la producción regional como a flujos de integración internacional vinculados con Brasil, Paraguay y el corredor bioceánico.

Actualmente, distintos sectores de la infraestructura vial presentan condiciones de deterioro, entre las que se destacan ahuellamientos y fisuración de calzada, banquetas erosionadas o descalzadas, alcantarillas parcialmente obstruidas, señalización insuficiente y deficiencias en sistemas de contención lateral.

Particular relevancia presenta el puente sobre el arroyo Piray Mini, cuya infraestructura actual presenta limitaciones hidráulicas frente a eventos de precipitaciones intensas, registrándose antecedentes recurrentes de anegamiento y corte total del tránsito. Los análisis hidrológicos e hidráulicos desarrollados para el proyecto evidencian que la cota y capacidad de la estructura existente resultan insuficientes frente a eventos extremos actuales y futuros, incluyendo escenarios asociados al cambio climático.

Asimismo, la estructura existente evidencia condiciones asociadas al final de su vida útil. La interrupción del tránsito en este punto crítico obliga a la utilización de desvíos significativamente más extensos, generando afectaciones sobre la conectividad regional, la accesibilidad territorial y los costos logísticos. A ello se suma que el emplazamiento actual del puente se localiza en un sector con curvas y pendientes pronunciadas, situación que incrementa las condiciones de riesgo para la circulación vehicular.

Estas condiciones adquieren mayor relevancia considerando las limitadas alternativas de conectividad transversal existentes en el norte provincial. En este contexto, la interrupción de uno de los corredores principales puede afectar la accesibilidad de poblaciones rurales, la continuidad de flujos productivos y el transporte regional e internacional de cargas.

El área de influencia del proyecto se emplaza dentro de la Ecorregión de Selva Paranaense, caracterizada por elevada biodiversidad, abundante cobertura vegetal y condiciones climáticas subtropicales húmedas. La presencia de suelos altamente meteorizados y la sensibilidad del sistema natural frente a perturbaciones antrópicas y eventos extremos configuran un entorno con importante fragilidad ambiental y territorial.

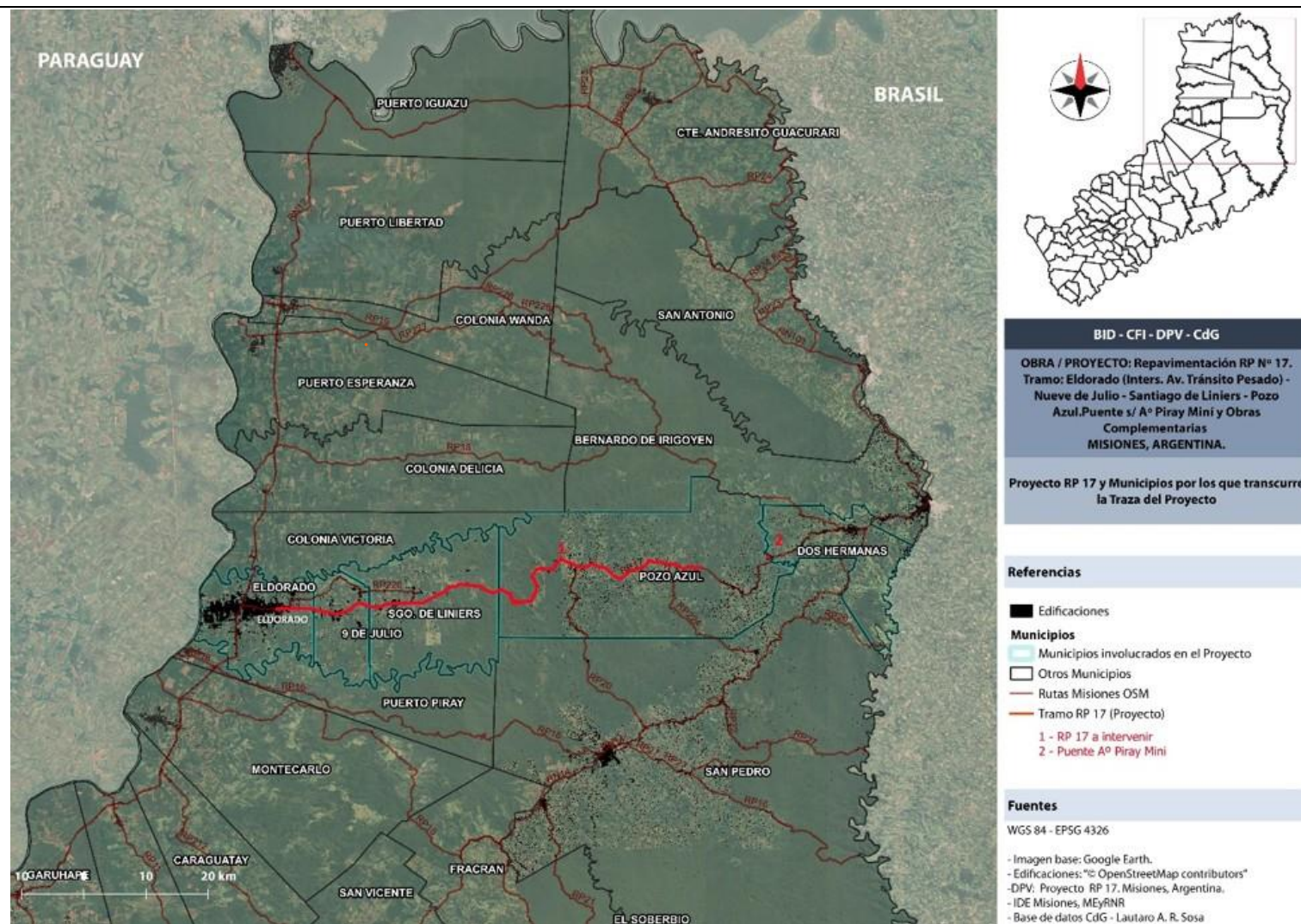
En este contexto, procesos como incendios rurales y forestales, erosión hídrica, remoción de cobertura vegetal y alteraciones del drenaje superficial pueden favorecer procesos de degradación progresiva del suelo y afectar la estabilidad ambiental e hidrológica del área.

Esta ruta forma parte de la red vial primaria de la Provincia de Misiones y tiene un rol importante y estratégico en la vinculación regional, con una marcada condición fronteriza del corredor. Articula las rutas nacionales Nº 12 (RN 12), en Eldorado y la Ruta Nacional Nº 14 (RN 14), en la localidad de Dos Hermanas, conectando con Bernardo de Irigoyen y la ciudad brasileña de Dionísio Cerqueira a través del Paso Internacional de frontera seca, y con el Paraguay a través del Paso de Frontera portuario de Eldorado y Mayor Otaño (Mapa 1).

En este corredor vial se registra una importante circulación de tránsito pesado de carácter internacional, particularmente vinculado a flujos provenientes del Estado de Santa Catarina y Paraná (Brasil) hacia la región mesopotámica, el área central y norte del país, el sur de Paraguay, y vinculado al corredor bioceánico con Chile, así como el transporte asociado a la producción local.

Actualmente esta ruta presenta un estado de deterioro generalizado. Cabe mencionar: calzadas con ahuellamientos y fisuración extendida, banquetas descalzadas y deterioradas, alcantarillas obstruidas, señalización insuficiente o inexistente, y ausencia o deficiencia de sistemas de contención lateral en distintos sectores de la traza.

Por otro lado, es relevante la situación del puente sobre el arroyo Piray Mini, cuya sección (largo y alto) y cota de tablero actual resulta insuficiente frente a eventos de precipitaciones intensas, generando situaciones recurrentes de anegamiento y corte total del tránsito por períodos extensos. La sección y cota se encuentran por debajo de los requerimientos necesarios surgidos de los análisis hidrológicos e hidráulicos en las condiciones actuales y futuras (incluyendo acontecimientos extremos debido al cambio climático).



Mapa 1: Proyecto RP 17 y Municipios involucrados

Lic. Lautaro
Sosa

Ing. Luis Faut

Lic. Jaime
Bremm

Mag. Ing.
Cecilia
Puchalski

Geól. Mónica
krioka

Dra. Ana Honfi

Dr. Julio Daviña

Asimismo, la estructura existente evidencia condiciones asociadas al final de su vida útil. La interrupción del paso en este punto crítico obliga a la utilización de desvíos que incrementan mucho las distancias de recorrido —aproximadamente 90 km frente a 54 km por la traza principal—, con impactos directos sobre los costos logísticos y la accesibilidad territorial. A ello se suman las situaciones que se generan por el emplazamiento del puente, ya que se encuentra en sectores próximos a curvas y pendientes pronunciadas en ambos sentidos de circulación, lo que ha contribuido a la ocurrencia de incidentes viales de relevancia.

Estas situaciones descriptas adquieren mayor preponderancia al considerar las características de la red vial actual, que tiene limitadas alternativas de conectividad transversal, especialmente en el norte provincial. En este contexto, la interrupción de uno de los corredores principales acarrea serios problemas para la accesibilidad de poblaciones rurales, la continuidad de los flujos productivos y el tránsito de cargas de escala regional e internacional.

El área de influencia del proyecto se emplaza dentro de la Ecorregión de Selva Paranaense, uno de los sistemas de mayor biodiversidad y sensibilidad ambiental del país. La elevada cobertura vegetal, la presencia de suelos altamente meteorizados y las condiciones climáticas subtropicales generan un entorno con importante fragilidad ecológica frente a perturbaciones antrópicas y eventos extremos.

En este contexto, procesos como incendios rurales y forestales, erosión hídrica, remoción de cobertura vegetal y alteraciones del drenaje superficial pueden generar afectaciones ambientales significativas y favorecer procesos de degradación progresiva del suelo y del sistema hidrológico local.

4. CAPÍTULO 4: IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS

4.1. Introducción

El primer paso supone la utilización de la herramienta de screening. Esta herramienta es utilizada para identificar si para un proyecto aplica la Política de gestión del riesgo de desastres (OP-704) mediante la consideración de las posibles amenazas que podrían afectar al proyecto. La herramienta está respaldada por una plataforma con un sistema de información geográfica (SIG) que permite a los especialistas completar la herramienta con precisión. El resultado es una clasificación inicial del riesgo de la operación.

El Visor de Riesgos Naturales disponible en la aplicación del Banco Interamericano de Desarrollo permite identificar de manera preliminar las amenazas en el área de influencia del proyecto, incluyendo escenarios sin cambio climático y con cambio climático.



Figura 2. Captura de pantalla de las capas de peligros cargados en el Visor de Riesgos Naturales del BID a la fecha. Fuente: Visor de riesgos naturales del BID².

Como se puede observar, a la fecha, la aplicación cuenta con cinco capas estacionarias y dos capas no estacionarias que evalúan escenarios con cambio climático. Cada mapa fue procesado por el BID a partir de fuentes internacionales (UNEP, UNISDR, NASA, ISIMIP, etc.), en la página web se detallan las resoluciones espaciales y los supuestos de modelización de cada capa.

Para completar la identificación de amenazas, se consultaron geoportales nacionales de referencia como los GEOServicios OGC de la CONAE3 y los Geoservicios

² <https://atlas.iadb.org/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=bd57de5113fe41adb961b0b39e9120eb>

³ <https://catalogos.conae.gov.ar/catalogo/catalogoGeoServiciosOGC.html>

de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) 4. Si bien estas plataformas constituyen el marco geoespacial de referencia y garantizan la interoperabilidad de datos en el país, la consulta específica para el área de influencia directa no arrojó registros adicionales que modificaran la caracterización preliminar. Por este motivo, la búsqueda se profundizó en sistemas especializados: se recurrió al el Geoportal del Instituto Geográfico Nacional (IGN) 5 y el Sistema de Información Geológica Ambiental Minera (SIGAM) 6 del SEGEMAR para obtener información técnica sobre movimientos en masa y amenaza volcánica, y al Sistema Integrado de Información Ambiental (SInIA) 7 para consolidar los datos históricos sobre incendios en la provincia de Misiones.

Esto además se complementó con la información disponible en el Plan de Respuesta al Cambio Climático de la provincia de Misiones, los registros históricos de desastres contenidos en la base de datos DesInventar⁸, los estudios desarrollados para la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TCN) (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014)⁹ y la Consultoría en Hidrología y Cambio Climático del Programa AR-L1437 (Kazimierski, 2026), desarrollada para evaluar los efectos del cambio climático sobre las precipitaciones extremas, el comportamiento hidrológico de las cuencas y la infraestructura hidráulica asociada a la Ruta Provincial Nº 17, el puente sobre el arroyo Piray Mini y la Ruta Nacional Nº 14. En conjunto, estas fuentes proporcionan información sobre tendencias climáticas observadas, eventos históricos relevantes y proyecciones futuras de temperatura, precipitación y eventos extremos bajo distintos escenarios de cambio climático, constituyendo la base para la identificación y caracterización de amenazas climáticas en el área de influencia del proyecto.

Con relación a los datos disponibles en DesInventar para el período 1970-2015, éstos permiten visualizar los registros espacial y temporalmente de desastres en Misiones, y distinguir la composición de los desastres según el evento, siendo el más frecuente la inundación, seguido, en orden decreciente, por tempestades, epidemias,

⁴ <https://www.idera.gob.ar/>

⁵ <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/Principal>

⁶ <https://sigam.segemar.gov.ar/>

⁷ <https://ciam.ambiente.gob.ar/>

⁸ DesInventar es una herramienta conceptual y metodológica para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres. Surge a partir de grupos de investigadores, académicos y actores institucionales, agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), que concibieron un sistema de adquisición, consulta y despliegue de información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en nueve países de América Latina. Disponible en: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

⁹ Los resultados obtenidos para la provincia de Misiones forman parte de la región Húmeda -según los criterios de regionalización del informe-. Para ampliar los detalles sobre las bases de datos utilizadas, las razones de su selección y la incertidumbre de los datos -en términos estadísticos-, se sugiere recurrir al informe completo.

vendavales e incendios forestales, considerando únicamente aquellos eventos que superan los diez registros.

En relación con las proyecciones climáticas, las primeras evaluaciones utilizadas en Argentina para analizar los impactos del cambio climático fueron desarrolladas en el marco de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TCN) (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014), empleando escenarios de emisiones RCP 4.5 y RCP 8.5, así como el escenario A1B utilizado en estudios previos. Posteriormente, el Sistema Nacional de Información sobre Riesgos Climáticos (SIMARCC) incorporó nuevos conjuntos de modelos climáticos y escenarios de proyección para analizar las tendencias futuras de temperatura y precipitación en distintas regiones del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Para el presente proyecto se utilizaron los resultados de la Consultoría en Hidrología y Cambio Climático del Programa AR-L1437 (Kazimierski, 2026), desarrollada específicamente para evaluar los efectos del cambio climático sobre las precipitaciones extremas y el diseño hidráulico de la infraestructura vial asociada a la Ruta Provincial Nº 17 y al puente sobre el arroyo Piray Mini. El estudio empleó información proveniente de seis modelos climáticos globales de última generación (CMIP6): ACCESS-CM2, BCC-CSM2-MR, FGOALS-g3, INM-CM5-0, MIROC-ES2L y NorESM2-MM, cuyos datos fueron procesados para el territorio argentino por el CIMA-CONICET y el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Universidad de Buenos Aires.

La evaluación consideró los escenarios climáticos SSP126, SSP245 y SSP585 (Shared Socioeconomic Pathways), que representan trayectorias de evolución socioeconómica y emisiones de gases de efecto invernadero compatibles con escenarios de baja, media y alta concentración de emisiones hacia finales del siglo XXI. Estos escenarios representan condiciones climáticas futuras optimistas, intermedias y pesimistas, respectivamente.

La combinación de los seis modelos climáticos con los tres escenarios de cambio climático generó dieciocho simulaciones climáticas para el período 2015-2100, complementadas con seis simulaciones históricas correspondientes al período 1961-2014. Los modelos trabajan sobre una grilla espacial de 0,2° de resolución e incluyen series temporales de precipitación diaria acumulada y temperatura media, máxima y mínima diaria. A partir de estas simulaciones se estimaron las precipitaciones máximas asociadas a distintos períodos de retorno mediante funciones de distribución de valores extremos (Gumbel, GEV y Log-Pearson III) y se obtuvieron factores de incremento por cambio climático específicos para las cuencas de aporte de la Ruta Provincial Nº 17 y del puente sobre el arroyo Piray Mini, los cuales

constituyen el insumo para la evaluación de amenazas hidrometeorológicas y la verificación del desempeño de las obras hidráulicas frente a escenarios climáticos futuros.

4.2. Amenazas hidrológicas asociadas a las precipitaciones

Registros

Según el informe de la TCN, los indicadores de precipitaciones extremas para la Zona Corrientes-Misiones muestra que las precipitaciones diarias máximas han disminuido, mientras que la precipitación máxima anual de 5 días consecutivos y la precipitación anual total de los casos en que la precipitación diaria es mayor al percentil 95 han aumentado, pero no de manera estadísticamente significativa. Por otro lado, la duración de los periodos secos se ha ido reduciendo.

Si bien se podría señalar que la zona de Corrientes-Misiones es la que menos tiende a condiciones más húmedas, las comparaciones realizadas en el informe con otra base de datos, confirman esta tendencia.... *“De todos modos, las diferencias no invalidan las conclusiones sobre el signo de los cambios observados, excepto donde estos son muy pequeños y no significativos. También la magnitud de los cambios y sus patrones regionales son en general muy similares tanto a nivel anual como estacional. La excepción es el exagerado cambio de precipitación en la provincia de Misiones en la base GPCC.”*

En la siguiente tabla se presentan el resumen de los registros de los indicadores de precipitaciones extremas para la zona Corrientes-Misiones y la región Húmeda.

Tabla 3. Tabla de cambios 1950-2010 de los indicadores de precipitaciones extremas en la zona Corrientes-Misiones y del promedio regional.

Indicador	Valor	
	Zona Corrientes-Misiones	Región Húmeda
Precipitación diaria máxima del año (mm)	-3,3	13,1
Precipitación máxima anual de 5 días consecutivos (mm)	14,7	35,4**
Precipitación anual total de los casos en que la precipitación diaria es mayor al percentil 95 (mm)	57,4	112,9
Máxima longitud de racha seca definida como el número máximo de días consecutivos con precipitación menor a 1mm en cada año (días)	-7,7**	-4,0

Fuente: Elaboración propia a partir de la TCN sobre Cambio Climático. “Cambio Climático en Argentina; Tendencias y Proyecciones” (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014)

Proyecciones

En cuanto a las proyecciones del informe de la TCN para la región Húmeda, en los dos escenarios RCP de la TCN, tanto en el futuro cercano como lejano son de aumentos poco relevantes en la precipitación, 0 a 10%, que estarían dentro del margen de error de la evaluación que se realizó. Incluso, en algún caso y en zonas aisladas se proyectan ligeras disminuciones por lo que, en principio, se puede suponer que no habrá mayores cambios en la precipitación, aunque de acuerdo con lo obtenido del promedio de 42 modelos CMIP5, no se puede descartar un escenario de tendencias a aumentos moderados en Buenos Aires y el este de la Mesopotamia. También el escenario A1B, en el modelo de alta resolución MRI/JMA, proyecta aumentos mayores al 10% en la mayor parte de la región y muy extendidos de más del 40 % en un futuro lejano. Con estos resultados diversos en cuanto a la magnitud del cambio, la conclusión es que en la zona de Misiones es poco probable que haya una reducción en las precipitaciones anuales en este siglo (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014).

En línea con lo expuesto, se mencionan algunas de las conclusiones del informe de Mapas de Riesgo de Déficit y Excesos Hídricos en los Cultivos según Escenarios de Cambio Climático (Oficina de Riesgos Agropecuarios de la Nación, 2018), que también se han basado en las series de datos meteorológicos revisadas y publicadas en la TCN, en el que, concluye que, en relación a la precipitación esperados según cada escenario y para cada mes del año:

- En los meses de verano se prevé una disminución en la precipitación de más de 50mm, para ambos escenarios: en el mes de diciembre el mismo se ubica en el norte de Corrientes y este de Chaco, en enero en el este de Chaco y en febrero en el este de Formosa.
- En los meses de otoño se prevé un aumento en la precipitación de más de 50 mm, para ambos escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5), que se va desplazando de oeste a este: en el mes de marzo en la mayor parte de Chaco y norte de Corrientes, en abril en el este de Chaco, norte de Corrientes y Misiones, y en mayo en el norte de Corrientes y Misiones.
- En los meses de invierno los cambios esperados son menores, destacándose un aumento previsto en la precipitación de julio de más de 30 mm en el noreste de Corrientes.
- En septiembre se prevé una disminución de más de 50 mm en la provincia de Misiones.

Por lo tanto, las proyecciones indican que como resultado del cambio climático habría una tendencia en toda la región Húmeda hacia mayores valores de la precipitación anual acumulada en eventos de precipitación intensa. Mientras que los

cambios en el número máximo anual de días consecutivos secos (máxima racha seca) presentan un cuadro geográfico heterogéneo y son en general pequeños. Excepto para el horizonte lejano en el escenario RCP 4.5, habría una tendencia a una prolongación de estas rachas en el norte de la región (Zona de Misiones) (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014).

4.2.1. **Amenaza de sequías**

En el contexto regional de la provincia de Misiones, caracterizado por un clima subtropical húmedo con elevados valores de precipitación anual, las sequías no constituyen la amenaza climática dominante. No obstante, en las últimas décadas se ha observado una creciente variabilidad interanual de las precipitaciones y una mayor recurrencia de períodos secos asociados a anomalías climáticas regionales y a fenómenos de escala mayor que afectan al noreste argentino (NEA).

A escala regional, se han registrado eventos recientes de sequía de relevancia que permiten caracterizar la amenaza para el área del proyecto. Entre ellos, se destaca el período seco prolongado desarrollado entre 2019 y 2022 en el NEA¹⁰, incluyendo a la provincia de Misiones, asociado a déficits significativos de precipitación y temperaturas persistentemente elevadas, con impactos sobre la humedad del suelo, la vegetación y las actividades productivas. Asimismo, durante el primer trimestre de 2026¹¹ se registró en la provincia uno de los déficits pluviométricos más marcados de las últimas décadas, con acumulados cercanos a 205 mm frente a valores medios históricos próximos a 500 mm para el mismo período, evidenciando la posibilidad de ocurrencia de eventos severos aun dentro de un régimen climático húmedo.

Los estudios regionales desarrollados por el Instituto Nacional del Agua (INA) para el período 2020–2024¹² indican que en la región NEA predominan las sequías de intensidad leve a moderada, aunque con episodios severos asociados a eventos persistentes de déficit hídrico. En este marco, para el área de influencia del proyecto pueden distinguirse dos manifestaciones principales de la amenaza:

- **Sequía Meteorológica–Agrícola (SMA):** asociada al déficit prolongado de precipitaciones y a la disminución de la humedad del suelo. El NEA presenta una elevada recurrencia de condiciones críticas, registrándose sequía moderada durante aproximadamente el 53 % del período analizado y sequía severa en torno al 15 % del tiempo. Se destaca particularmente el evento

¹⁰ https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/d_edasequia/archivos//220000_Informes%202022/220100_Informe%20de%20Sequ%C3%ADa%20-%20Enero%202022.pdf

¹¹ <https://www.primeraedicion.com.ar/nota/101093523/clima-misiones-deficit-lluvias-record-calor-2026/>

¹² <https://www.ina.gov.ar/cirsa/pdf/Sequias-regional-Argentina-actualizacion.pdf>

extremo desarrollado entre fines de 2021 y comienzos de 2022, caracterizado por importantes déficits hídricos regionales.

- **Sequía Hidrológica (SH):** vinculada a la reducción de caudales en cursos de agua superficiales. Los análisis regionales indican que el NEA presenta uno de los mayores porcentajes de ocurrencia de sequías hidrológicas moderadas del país, reflejando afectaciones temporarias sobre la dinámica de escurrimiento y disponibilidad hídrica superficial.

El análisis histórico reciente evidencia que las sequías meteorológicas–agrícolas presentan una intensidad significativamente mayor que las hidrológicas, lo que indica que el déficit de precipitaciones impacta más directamente sobre los suelos, la vegetación y la humedad superficial que sobre los caudales de los cursos de agua de mayor escala. Asimismo, desde 2022 se observa un incremento en la recurrencia de eventos severos en la región, asociado a una mayor variabilidad climática.

En el Área de Influencia Directa del proyecto, la sequía no constituye una amenaza dominante para la infraestructura vial ni para la disponibilidad hídrica regional. No obstante, períodos prolongados de déficit hídrico pueden favorecer condiciones de degradación superficial del suelo y aumento de la susceptibilidad a incendios de vegetación en sectores rurales y forestales próximos a la traza.

Asimismo, los períodos secos pueden generar variaciones temporarias en los caudales de base del arroyo Piray Mini y cursos asociados, sin representar una amenaza crítica para la funcionalidad general del sistema vial proyectado.

4.2.2. Amenaza de inundación fluvial

En el tramo Eldorado–Pozo Azul de la Ruta Provincial N°17, la amenaza asociada a inundaciones y precipitaciones intensas se vincula principalmente con la rápida respuesta hidrológica de las subcuencas que interceptan la traza vial, particularmente en sectores donde los cursos de agua atraviesan la infraestructura mediante alcantarillas, obras de drenaje y puentes.

La región presenta un régimen pluviométrico elevado, característico del clima subtropical húmedo de Misiones, con eventos de precipitación intensa concentrados en cortos períodos de tiempo. Estas condiciones favorecen procesos de escorrentía rápida, saturación de suelos, anegamientos temporarios y crecidas repentinas en cursos de agua de pequeña y mediana escala.

Desde el punto de vista geomorfológico e hidrológico, las subcuencas asociadas al corredor vial presentan pendientes relativamente pronunciadas, elevada densidad de drenaje y alta susceptibilidad a procesos erosivos. Durante eventos de lluvia intensa pueden generarse fenómenos de erosión hídrica superficial, socavación

de márgenes y fundaciones, degradación de banquetas, colmatación de alcantarillas y acumulación de sedimentos y material vegetal sobre las obras hidráulicas.

Asimismo, en distintos sectores se verificaron limitaciones asociadas al estado de mantenimiento y capacidad hidráulica de las alcantarillas y estructuras de drenaje existentes. La presencia de sedimentos, vegetación y obstrucciones parciales reduce la capacidad de escurrimiento y favorece desbordes localizados y anegamientos temporarios sobre la calzada durante eventos extraordinarios.

La amenaza adquiere particular relevancia en el entorno del puente sobre el arroyo Piray Mini, ubicado aproximadamente en el km 91 de la Ruta Provincial Nº17, debido a la jerarquía hidrográfica del curso y a la existencia de antecedentes documentados de crecidas extraordinarias y afectaciones recurrentes sobre la infraestructura vial.

Entre los antecedentes más relevantes se registran eventos ocurridos durante los años 2014, 2015, 2023 y 2024, en los cuales las crecidas del arroyo Piray Mini provocaron anegamientos, erosión de accesos, desmoronamiento de banquetas, restricciones operativas y cortes temporarios del tránsito sobre la Ruta Provincial Nº17.

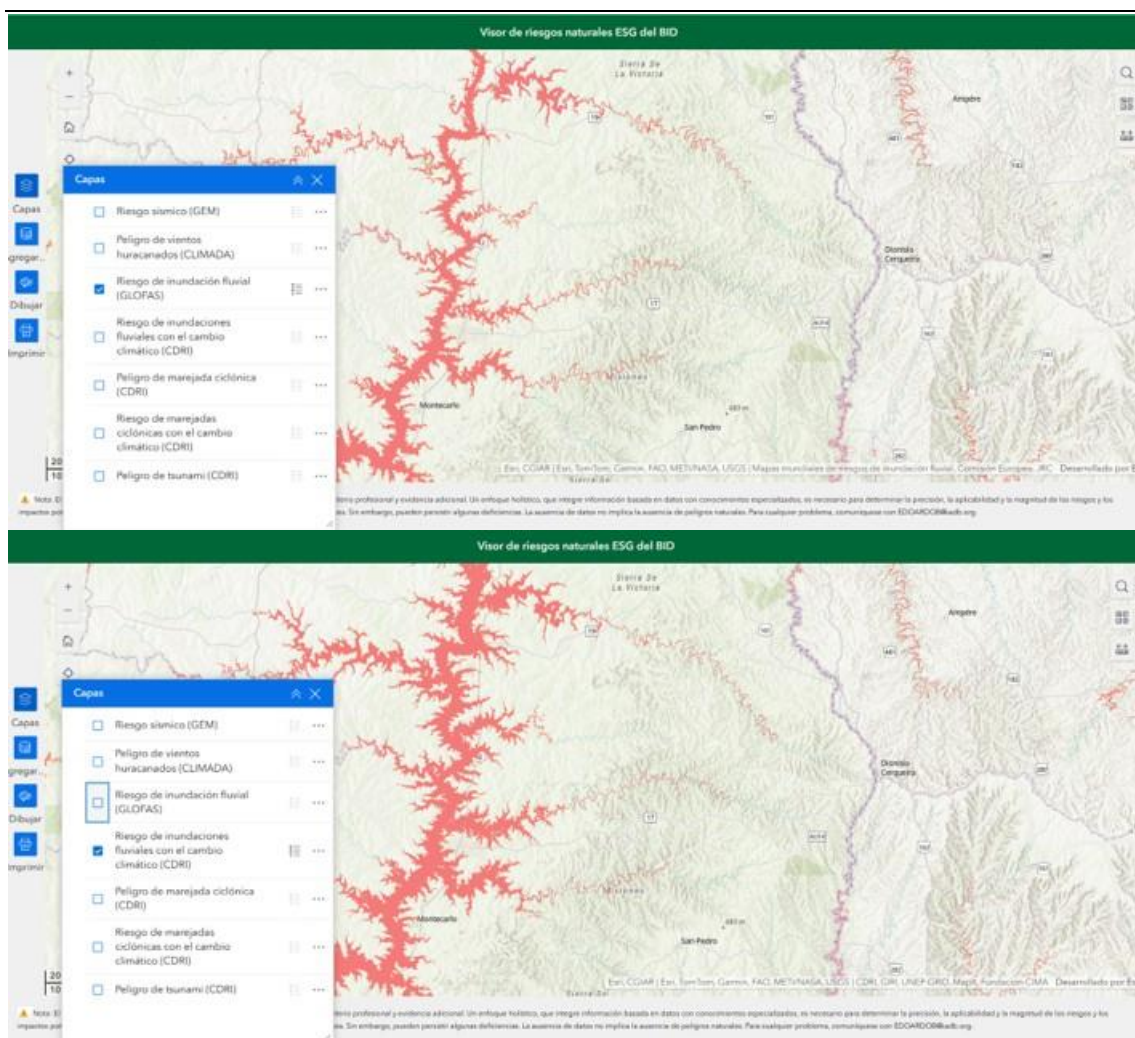
Tabla 4. Registro de eventos de inundación en el puente sobre el arroyo Piray Mini – RP N.º 17 Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes citadas en la tabla.

Fecha / Período	Evento registrado	Impactos observados	Fuente de información
30/4/2014	Crecida extraordinaria del arroyo Piray Mini	Anegamiento del sector del puente y afectación de la transitabilidad sobre la RP N.º 17	Estudio hidrológico-hidráulico del proyecto – antecedentes históricos documentados
23/5/2015	Evento de inundación y crecida extraordinaria	Erosión de accesos, desmoronamiento de banquetas, restricciones operativas del tránsito y trabajos de recomposición de drenajes y terraplenes	Estudio hidrológico-hidráulico del proyecto; Tres Líneas – “Piden precaución ante desmoronamiento de banquetas en la Ruta Provincial Nº 17”; Primera Edición – “Reparada la ruta 17, se iniciaron los trabajos en la ruta Costera 2”
2019–2022	Período regional de elevada variabilidad hidrológica y eventos extremos en el NEA	Saturación de suelos, incremento de anegamientos y afectaciones recurrentes sobre infraestructura vial regional	Informes climáticos regionales e INA
28/10/2023	Desborde extraordinario del arroyo Piray Mini asociado a lluvias intensas	Corte total del tránsito, anegamiento del puente, evacuación de familias y activación de desvíos operativos	Estudio hidrológico-hidráulico del proyecto; El Territorio – “Alerta en Irigoyen y Pozo Azul por desborde del arroyo Piray Mini” ; Economis – “Se

Fecha / Período	Evento registrado	Impactos observados	Fuente de información
			interrumpió el tránsito sobre el puente del arroyo Piray Mini"
7/12/2024	Nueva crecida extraordinaria del arroyo Piray Mini	Agua sobre calzada, tránsito restringido y circulación controlada por seguridad	Estudio hidrológico-hidráulico del proyecto: Noticias del 6 – "El puente sobre Piray Mini se habilitó el tránsito por mano"

Estos antecedentes evidencian que la amenaza de inundación constituye una condición recurrente dentro del corredor vial y no un escenario aislado o excepcional. En particular, el estudio hidrológico-hidráulico desarrollado para el proyecto identifica limitaciones en la capacidad hidráulica de la infraestructura existente frente a eventos extremos.

Complementariamente, los escenarios regionales de cambio climático indican una tendencia al incremento de la variabilidad hidrológica y de la intensidad de precipitaciones extremas (Mapa 2), condiciones que podrían incrementar la frecuencia de excedencia de la capacidad hidráulica de las obras de drenaje y potenciar los procesos erosivos y de socavación asociados.



Mapa 2. Mapa de Amenaza de Inundación en el escenario con y sin Cambio Climático. Fuente: Visor de riesgos naturales del BID¹³.

Para este proyecto en especial se analizaron las precipitaciones extremas asociadas a diferentes períodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50 y 100 años), estimadas a partir de los seis modelos climáticos y los tres escenarios de cambio climático considerados (Kazimierski, 2026). Las precipitaciones máximas fueron ajustadas mediante funciones de distribución de valores extremos y posteriormente regionalizadas para las cuencas de aporte de la Ruta Provincial N° 17 y del puente sobre el arroyo Piray Mini, permitiendo estimar factores de incremento específicos por cambio climático para el dimensionamiento y la verificación de la infraestructura hidráulica.

A escala provincial, los registros históricos disponibles en la base DesInventar para el período 1970–2015 permiten dimensionar la magnitud de la amenaza de inundación en Misiones. En dicho período se registraron 135 eventos de inundación,

13

<https://atlas.iadb.org/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=bd57de5113fe41adb961b0b39e9120eb>

con un saldo acumulado de 12 personas fallecidas, 302 heridos, 945 viviendas destruidas, 2.964 viviendas afectadas, 118.943 personas afectadas y 52.899 evacuados. Asimismo, se reportaron daños sobre aproximadamente 3.500 ha de cultivos y cerca de 50.000 m de infraestructura vial afectada, evidenciando la elevada incidencia territorial y socioeconómica de este tipo de eventos en la provincia.

En conjunto, la información analizada permite concluir que la amenaza de inundación constituye el principal condicionante natural para la infraestructura vial del proyecto, especialmente en sectores de cruce hidráulico y en el entorno del arroyo Piray Mini, donde la combinación de precipitaciones intensas, rápida respuesta hidrológica, procesos erosivos y limitaciones de drenaje configura un escenario de amenaza significativa para la infraestructura proyectada.

4.3. Amenaza de olas de calor

Registros

Según el informe de la TCN, los cambios en los índices de extremos de temperatura son consistentes con el calentamiento regional y con los cambios en las precipitaciones, especialmente en los últimos 20 años para la región húmeda.

En el caso del promedio regional del porcentaje de días con temperatura máxima mayor al percentil 90 de toda la serie 1961-1990 y de las olas de calor, el aumento se manifiesta desde principios de la década de 1990 y no se distingue una tendencia para todo el periodo por los altos valores de la década de 1950, en la que probablemente las extremas condiciones secas favorecieron situaciones con muy altas temperaturas.

Por otra parte, es notable el descenso del promedio regional, y de la zona Corrientes – Misiones en particular, del valor máximo anual de la temperatura diaria máxima que alcanza 1,7°C, consistente con el aumento generalizado de la precipitación.

Las heladas casi han desaparecido en las zonas bajas de Misiones. Asimismo, el número de noches con temperaturas mínimas superiores a 20°C aumentó alrededor de un 30 %. El número de días en el año con olas de calor se incrementó en 4 días en Misiones y Corrientes entre 1960 y 2010. El aumento se produjo entre 1990 hasta 2010, periodo en que los días con olas de calor se multiplicaron 4 veces, aunque ello no llegó a compensar la tendencia negativa iniciada en la década de 1950. Sin embargo, los cambios a escala provincial no son significativos estadísticamente debido a su alta variabilidad interanual.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los registros para los indicadores de extremos térmicos en la zona Corrientes-Misiones y el promedio de la Región Húmeda.

Tabla 5. Tabla de cambios 1950-2010 de los indicadores de extremos térmicos en la zona Corrientes-Misiones y del promedio regional.

Indicador	Valor	
	Zona Corrientes-Misiones	Región Húmeda
Número de días con heladas (significancia al 95%)	-3,5	-4,5
Número de noches tropicales (significancia al 95%)	50,3	25,3
Valor mínimo anual de la temperatura diaria mínima (°C) (significancia al 95%)	1,7	1
Temperatura diaria máxima (°C) (significancia al 95%)	-1,7	-1,7
Porcentaje de días con temperatura máxima mayor al percentil 90 de toda la serie 1961-1990.	2	0
Índice de la duración de olas de calor (días).	-1,7	-1,4

Fuente: Elaboración propia a partir de la TCN sobre Cambio Climático. "Cambio Climático en Argentina; Tendencias y Proyecciones" (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014)

En relación a los datos disponibles sobre Olas de Calor en DesInventar para el período 1970-2015, éstos permiten visualizar 3 eventos registrados, con un total de 2 muertos y 10 heridos.

Para la estación Iguazú Aero, representativa del área de estudio, el análisis de la serie 1961–2026 evidencia que las olas de calor han ocurrido de manera discontinua en las primeras décadas, con eventos aislados, y presentan una mayor frecuencia en los últimos años, particularmente a partir de la década de 2010. En este período reciente se observa no solo un aumento en la cantidad de eventos anuales (Figura 3), sino también la ocurrencia de años con múltiples olas de calor dentro de un mismo semestre cálido, lo que indica una tendencia hacia una mayor recurrencia de condiciones térmicas extremas en la región.

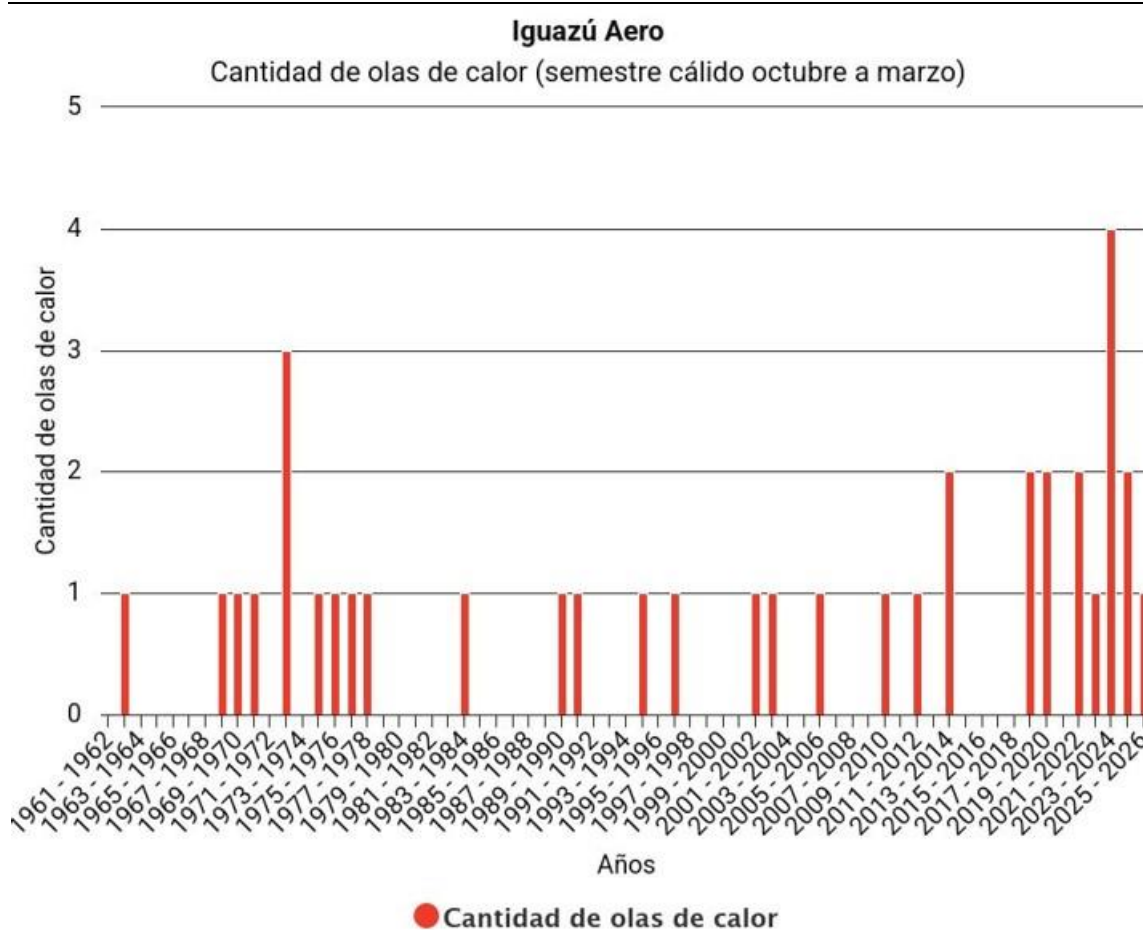


Figura 3. Cantidad de olas de calor registradas por año en la estación Iguazú Aero durante el semestre cálido (octubre–marzo), para el período 1961–2026. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

En relación con la duración de los eventos (Figura 4), los datos indican que la mayoría de las olas de calor presentan una persistencia mínima de 3 días, correspondiente al umbral de definición, mientras que una proporción menor alcanza duraciones de entre 4 y 6 días, y de manera excepcional se registran eventos prolongados que superan los 10 días consecutivos. Esta distribución evidencia que, si bien predominan eventos de corta duración, existe la posibilidad de episodios persistentes que incrementan significativamente el estrés térmico acumulado.

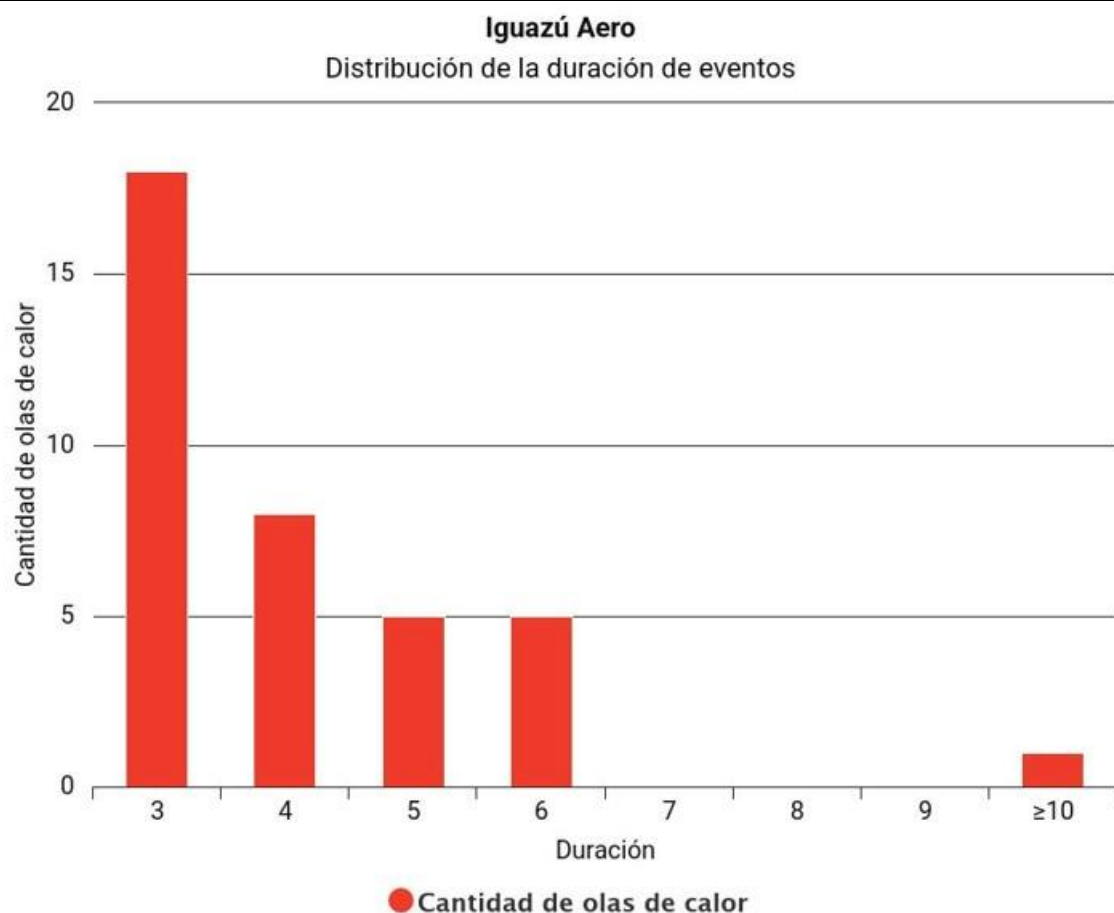


Figura 4. Distribución de la duración de las olas de calor registradas en la estación Iguazú Aero. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Desde el punto de vista estacional (Figura 5), la ocurrencia de olas de calor se concentra principalmente en los meses de verano, con un máximo en febrero, seguido por enero y diciembre, mientras que su presencia es significativamente menor en los meses de transición del semestre cálido. Esta distribución mensual es consistente con la dinámica climática regional, en la cual las temperaturas más elevadas se registran hacia el final del verano.

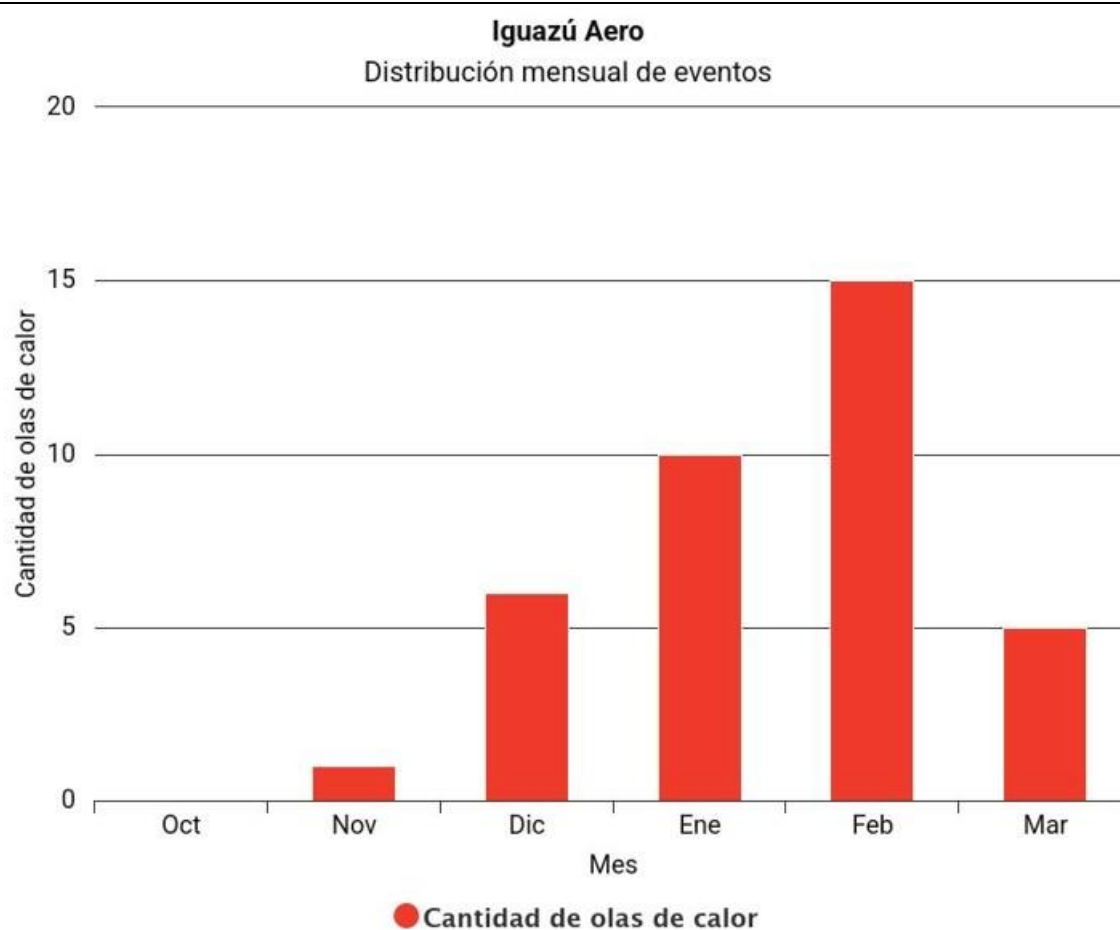


Figura 5. Distribución mensual de las olas de calor registradas en la estación Iguazú Aero durante el semestre cálido (octubre–marzo). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

Las olas de calor no constituyen una amenaza crítica para la estabilidad ni funcionalidad de la infraestructura vial proyectada. No obstante, períodos prolongados de altas temperaturas pueden favorecer condiciones de sequedad superficial y aumentar la susceptibilidad a incendios de vegetación en sectores rurales y forestales próximos a la traza.

Proyecciones:

Los resultados de la Consultoría (Kazimierski, 2026), basados en escenarios climáticos CMIP6 (SSP126, SSP245 y SSP585), indican una tendencia consistente al incremento de las temperaturas medias y extremas en la provincia de Misiones a lo largo del siglo XXI. Asimismo, se proyecta un aumento en la frecuencia, intensidad y duración de las olas de calor, especialmente bajo los escenarios de mayores emisiones, donde los eventos de temperaturas extremas se vuelven más frecuentes y persistentes hacia finales de siglo.

Desde la perspectiva del proyecto, las olas de calor no constituyen una amenaza crítica para la estabilidad estructural ni para la funcionalidad operativa de la infraestructura vial. Sin embargo, períodos prolongados de altas temperaturas pueden acelerar el envejecimiento de materiales asfálticos, favorecer deformaciones superficiales localizadas, incrementar las necesidades de mantenimiento y afectar el confort y las condiciones de trabajo durante las etapas de construcción y conservación de la ruta.

Adicionalmente, la combinación de temperaturas elevadas, períodos secos prolongados y disminución de la humedad superficial puede incrementar la susceptibilidad a incendios de vegetación en sectores rurales y forestales próximos a la traza. Si bien estos eventos no suelen generar daños directos significativos sobre la infraestructura vial, podrían ocasionar reducciones temporales de visibilidad, afectaciones a la seguridad vial y alteraciones puntuales en la operación de la ruta.

En consecuencia, si bien las olas de calor representan una amenaza climática con una tendencia creciente bajo escenarios de cambio climático, su potencial de generar interrupciones significativas o daños severos sobre la infraestructura proyectada se considera bajo en comparación con otras amenazas identificadas para el proyecto.

4.4. Tormentas severas, vendavales y tornados

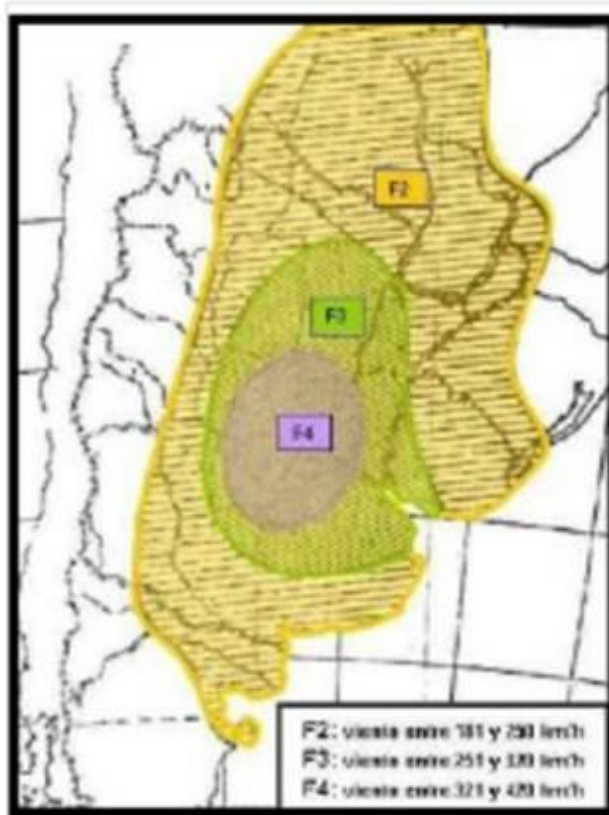
La provincia de Misiones presenta recurrencia de tormentas severas y sistemas de baja presión que pueden generar lluvias intensas y vientos fuertes.

La provincia, de acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional (SMN), se encuentra comprendida dentro del área de Tornados de la República Argentina. El periodo de riesgo es primavera-verano. El tornado es un violentísimo torbellino que se genera en la base de una nube de tormenta y se propaga hacia abajo hasta tocar el suelo, donde ocasiona daños de diferente intensidad. El diámetro de un tornado es por lo general inferior a los 1000 m (metros) y la velocidad del viento puede alcanzar los 500 km/h. La máxima velocidad generalmente no puede medirse con instrumentos de uso corriente, se la estima a partir de los daños ocasionados. (Sambiasi & Kruscelnicki, 2017)

Tabla 6. Escala Fujita – Representación de Intensidad de Tornados. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

ESCALA FUJITA - Representa la Intensidad de los Tornados	
F 0 = 65 a 115 km/h	Quiebra las ramas y produce daños en carteles y antenas.
F 1 = 116 a 180 km/h	Desprende las coberturas de los techos, desplaza los vehículos y vuelca las casillas rodantes.
F 2 = 181 a 250 km/h	Desprende los techos de las viviendas, vuelca los vehículos y quiebra árboles grandes.
F 3 = 251 a 330 km/h	Destruye las viviendas, eleva los automóviles y los desplaza a ciertas distancias. Arranca los árboles de raíz.
F 4 = 331 a 420 km/h	Genera proyectiles de gran tamaño. Quita la corteza de los troncos que quedan en pie.
F 5 = 421 o más km/h	Daña seriamente estructuras de hormigón armado.

Como se desprende de la tabla anterior y de la figura presentada a continuación, la provincia de Misiones se encuentra dentro del área de intensidad de tornados catalogada como F2, bajo la que se clasifican los vientos de velocidades entre los 181 km/h y los 250 km/h y cuyos daños asociados a la eventualidad de este fenómeno son el desprendimiento de techos de viviendas, volcamiento de vehículos y quiebre de árboles. (Sambiasi & Kruscelnicki, 2017)



Mapa 3. Áreas de Tornados. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Esto coincide con dos antecedentes claves en particular, según se detallan a continuación:

- En la madrugada del 11 de junio de 2018, un tornado afectó la zona centro de Misiones, dejando varias casas destruidas y se cobró la vida de un hombre de 40 años, que intentaba poner a resguardo a su familia. Las zonas rurales afectadas fueron en San Javier, Leandro N. Alem y Oberá. El meteorólogo Marcelo Kusik, sostuvo que la fuerte tormenta *"se activó al Este de Candelaria (a 30 kilómetros de Posadas) y fue adquiriendo severidad con el avance del frente frío hasta convertirse en un tornado"*. Y detalló que *"hubo vientos constantes de 150 kilómetros por hora, con ráfagas que alcanzaron los 200 kilómetros por hora"*. El intenso viento provocó la caída de árboles, el desprendimiento de techos, y derribó cientos de postes del tendido eléctrico. En la zona de San Javier, en tanto, cerca de 20 casas precarias sufrieron graves daños a causa de la caída de granizo. Un relevamiento realizado por las distintas comisarías permitió establecer que, en Colonia Yapeyú, donde residía el hombre fallecido, hubo 25 viviendas dañadas, al igual que la Escuela Nº 69. https://www.clarin.com/sociedad/misiones-minitornado-dejo-muerto-serios-danos_0_S1JPFsagQ.html.
- En la noche del 7 de septiembre de 2009, el paraje Santa Rosa fue arrasado por un tornado. El fenómeno también se sintió en los parajes Polvorín, Pozo Azul (actualmente municipio) y Tobuna. Lamentablemente, se perdieron casi una decena de vidas humanas, producciones agrícolas, animales y gran parte del monte nativo, el cual fue devastado. La solidaridad del pueblo de San Pedro, del resto de la provincia y de todo el país no se hizo esperar, y por medio de donaciones pudieron paliar algunos de los daños ocasionados por el temporal desolador. (Instituto Provincial de Estadística y Censos de Misiones, 2015). Cantidad de personas afectadas: 11 muertos, en su mayoría niños, y más de 50 heridos. Daños a la producción o a la infraestructura: Los daños materiales que superaron los 30 millones de pesos. <https://misionesonline.net/2022/09/07/tornado-en-san-pedro-2/>
- El 25 de abril de 2017, un fuerte temporal de viento y lluvias afectó cerca de la medianoche la zona rural de la localidad de San Pedro, principalmente a Cruce Caballero, dejó un niño herido y una embarazada internada en observación. Daño aproximadamente 30 casas, plantaciones de tabaco, el tendido eléctrico y un aserradero. <https://economis.com.ar/un-mini-tornado-volvio-a-sacudir-san-pedro/>
- El 29 de diciembre de 2022, en la zona de El Soberbio y Jardín América hubo una fuerte tormenta en la que una niña de 8 años fue alcanzada por un rayo, que afortunadamente fue estabilizada y su vida no corrió peligro. Causó daños en tendidos eléctricos, en cultivos y caída de árboles.

<https://www.elterritorio.com.ar/noticias/2022/12/29/774793-misiones-esta-dentro-de-la-segunda-region-con-mas-actividad-electrica-del-mundo>

- El 22 de junio de 2022, a causa de una fuerte granizada se detectaron daños en techos de viviendas y galpones. Varios daños en viviendas en los techos de chapa de cartón, como así galpones de agricultores tabacaleros. La zona afectada corresponde a la zona centro de Misiones, los más afectados fueron diferentes parajes ubicados en 25 de Mayo y Salto Encantado. Los parajes más afectados fueron Primavera, Camión Cue, Saltito y Torta Quemada, de 25 de Mayo. <https://misionesonline.net/2022/06/22/fuerte-granizada-en-misiones/>
- El 20 de octubre de 2022, un temporal de viento, lluvia y granizo causó el anegamiento de calles, árboles caídos, cortes de luz y daños en los cultivos de la zona sur de Misiones. <https://www.lt9.com.ar/67304-temporal-de-viento-lluvia-y-granizo-causo-destrozos-en-misiones>

En ese sentido, si bien en los modelos proyectados y analizados en la TCN no se incluyó como variable a la velocidad de los vientos, es importante señalar que en el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2019) se ha identificado como posible amenaza para la región del Noreste Argentino (NEA) al aumento de la intensidad de los vientos.

Con relación a los datos disponibles sobre Tornados y Vendavales en DesInventar para el período 1970-2015, éstos permiten visualizar:

- 2 tornados: con un total de 11 muertos, 67 heridos, 119 viviendas destruidas, 260 viviendas afectadas y 3.000 personas afectadas
- 21 vendavales: con un total de 4 muertos, 6 heridos, 1.200 viviendas destruidas, 50 viviendas afectadas.

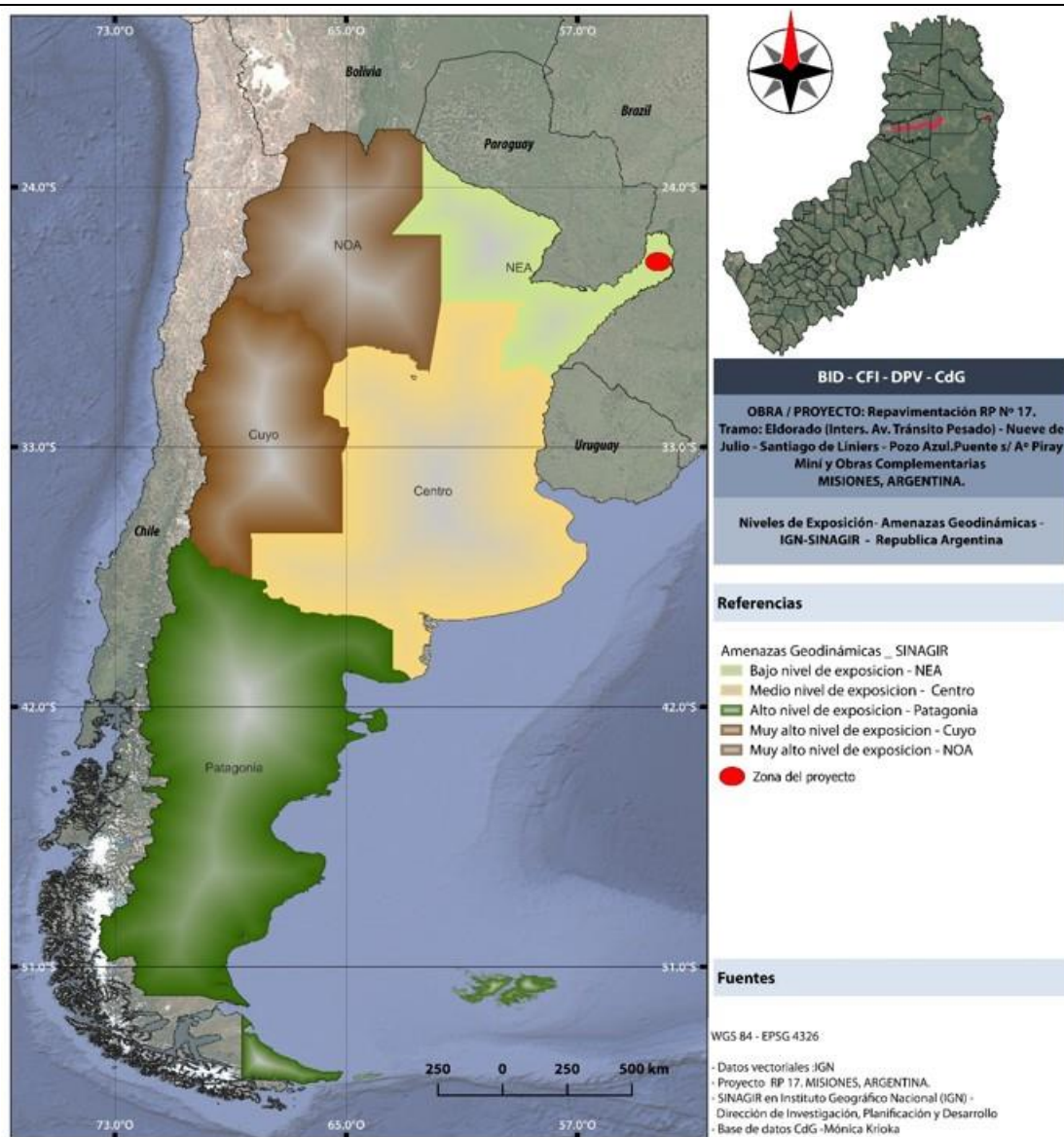
4.5. Fenómenos de movimientos en masa

Los procesos de movimientos en masa comprenden desplazamientos gravitacionales de suelo, regolito o roca sobre laderas, incluyendo deslizamientos, caídas de bloques y flujos superficiales. Estos procesos pueden verse favorecidos por pendientes elevadas, precipitaciones intensas, meteorización y condiciones geológicas desfavorables.

En la provincia de Misiones, los movimientos en masa presentan una ocurrencia localizada y de baja magnitud relativa respecto de otras regiones del país. No obstante, las elevadas precipitaciones, la presencia de suelos derivados de basaltos meteorizados y los cortes de ruta en roca pueden favorecer condiciones de inestabilidad superficial en determinados sectores.

De acuerdo con la cartografía oficial del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y los antecedentes técnicos disponibles, la región NEA presenta niveles bajos de

exposición a amenazas geodinámicas (Ver Mapa 4). Sin embargo, existen antecedentes locales de caída de bloques y deslizamientos menores asociados principalmente a lluvias intensas y procesos de meteorización (Ver Tabla 7).



Mapa 4. Niveles de exposición a amenazas geodinámicas en la República Argentina. Se observa la localización del área del proyecto en la región NEA, caracterizada por bajos niveles de exposición. Fuente: IGN (<https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>) - SINAGIR (<https://www.argentina.gob.ar/sinagir>).

Tabla 7. Antecedentes de deslizamientos en Misiones. Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes citadas en la tabla.

Zona / Lugar	Tipo de proceso	Período reportado	Descripción técnica	Fuente (con enlace)
Parque Nacional Iguazú	Caída de bloques, deslizamientos en cuña, reptación	Hasta 2021	Inestabilidad en barrancas y senderos sobre basaltos fracturados, inducida por lluvias intensas	Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) https://repositorio.segemar.gob.ar/handle/308849217/4169?locale-attribute=fr
Colonia Aurora	Subsidencia localizada	2011	Hundimiento del terreno por lavado interno y saturación de suelos lateríticos	Misiones Online (archivo periodístico) https://misionesonline.net/2011/07/27/qu-e-pudo-haber-ocurrido-en-el-hundimiento-de-tierra-en-colonia-aurora/

Desde la perspectiva del proyecto, los movimientos en masa y los procesos de inestabilidad de laderas constituyen una amenaza de importancia moderada. Si bien los estudios regionales disponibles no identifican al área de intervención dentro de zonas de alta susceptibilidad a deslizamientos generalizados, las características topográficas locales y las obras previstas podrían favorecer la ocurrencia de procesos localizados de erosión, inestabilidad superficial y desprendimientos de materiales, particularmente durante eventos de precipitaciones intensas y prolongadas.

En particular, en el tramo comprendido entre las progresivas 36+280 y 40+780 de la Ruta Provincial N.º 17 (Figura 6), correspondiente al sector proyectado para la ejecución de la tercera trocha, el trazado se desarrolla en sectores de corte en roca basáltica, donde el margen derecho de la calzada se encuentra delimitado por taludes de elevada pendiente generados durante la apertura de la ruta.



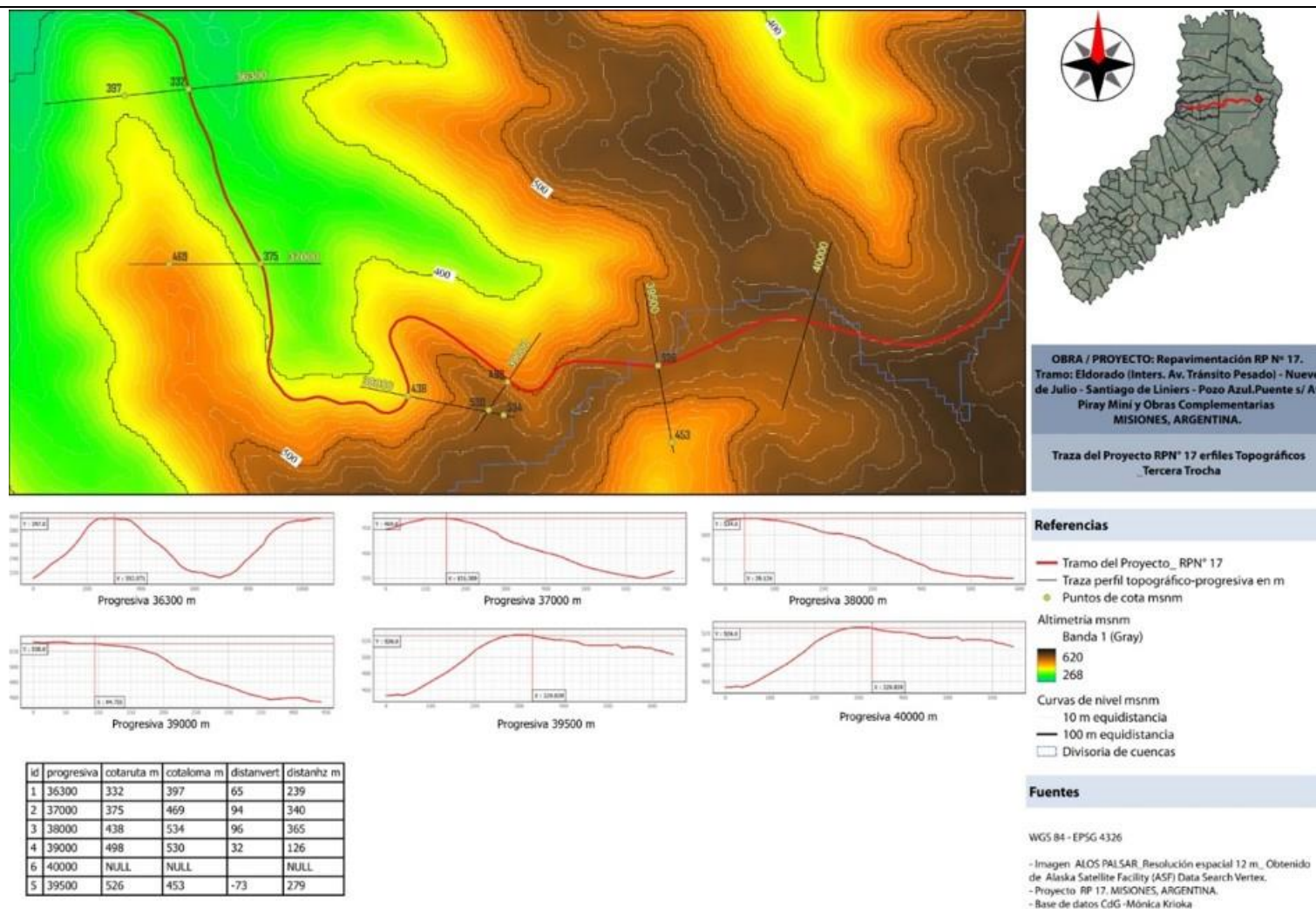
Figura 6. Fotos del tramo comprendido entre las progresivas 36+280 y 40+780 de la Ruta Provincial N.º 17, correspondiente al sector proyectado para la ejecución de la tercera trocha.

En el contexto de la ampliación vial prevista, la reducción o ausencia de banquina implica una mayor proximidad de los carriles de circulación a dichos frentes rocosos, identificándose una potencial amenaza geotécnica asociada a desprendimientos localizados de bloques y pequeñas inestabilidades superficiales, favorecidas por la meteorización diferencial del macizo basáltico, la presencia de discontinuidades estructurales y la ocurrencia de precipitaciones intensas.

Como parte de la evaluación preliminar, se realizó un análisis geomorfológico basado en modelos digitales de elevación, curvas de nivel y perfiles topográficos transversales, orientado a identificar sectores potencialmente susceptibles a procesos de caída de rocas. Los resultados obtenidos (Mapa 5) muestran que, mientras algunos sectores presentan configuraciones topográficas relativamente favorables, otros

exhiben condiciones geométricas compatibles con potenciales trayectorias descendentes de bloques. En particular, la progresiva 38+000 presenta una diferencia altimétrica aproximada de 96 m entre la traza vial y las cotas máximas del relieve adyacente, constituyendo una configuración geomorfológica que podría favorecer procesos de caída de rocas en caso de verificarse la presencia de afloramientos rocosos fracturados y condiciones geomecánicas desfavorables. Asimismo, los sectores correspondientes a las progresivas 39+500 y 40+000 presentan configuraciones asociadas a divisorias topográficas, donde la susceptibilidad potencial depende fuertemente de la geometría local de los taludes y de las características estructurales del macizo rocoso.

Debe destacarse que este análisis posee carácter preliminar y se basa exclusivamente en criterios geomorfológicos y topográficos, sin incorporar aún información geológica de detalle, caracterización geomecánica del macizo rocoso ni antecedentes específicos de inestabilidad. Si bien no se registran antecedentes de movimientos en masa de gran magnitud en el área del proyecto, la eventual inestabilidad de taludes rocosos en sectores puntuales podría representar una condición de riesgo para la seguridad vial y la operación de la infraestructura. Por tal motivo, durante las etapas posteriores de desarrollo del proyecto se prevé la realización de estudios geológico-geotécnicos específicos y análisis detallados de estabilidad de taludes y caída de rocas, incluyendo la caracterización geomecánica de los macizos rocosos, la evaluación de susceptibilidad, la identificación de bloques potencialmente inestables y la modelación de trayectorias mediante herramientas especializadas, con el objeto de definir las medidas de prevención y mitigación estructurales y no estructurales que resulten necesarias, tales como estabilización de taludes, drenajes, barreras dinámicas, mallas de protección u otras obras de contención.



Mapa 5. Perfiles topográficos orientados al análisis preliminar de caída de rocas – RP N.º 17

Lic. Lautaro
Sosa

Ing. Luis Faut

Lic. Jaime
Bremm

Mag. Ing.
Cecilia
Puchalski

Geól. Mónica
krioka

Dra. Ana Honfi

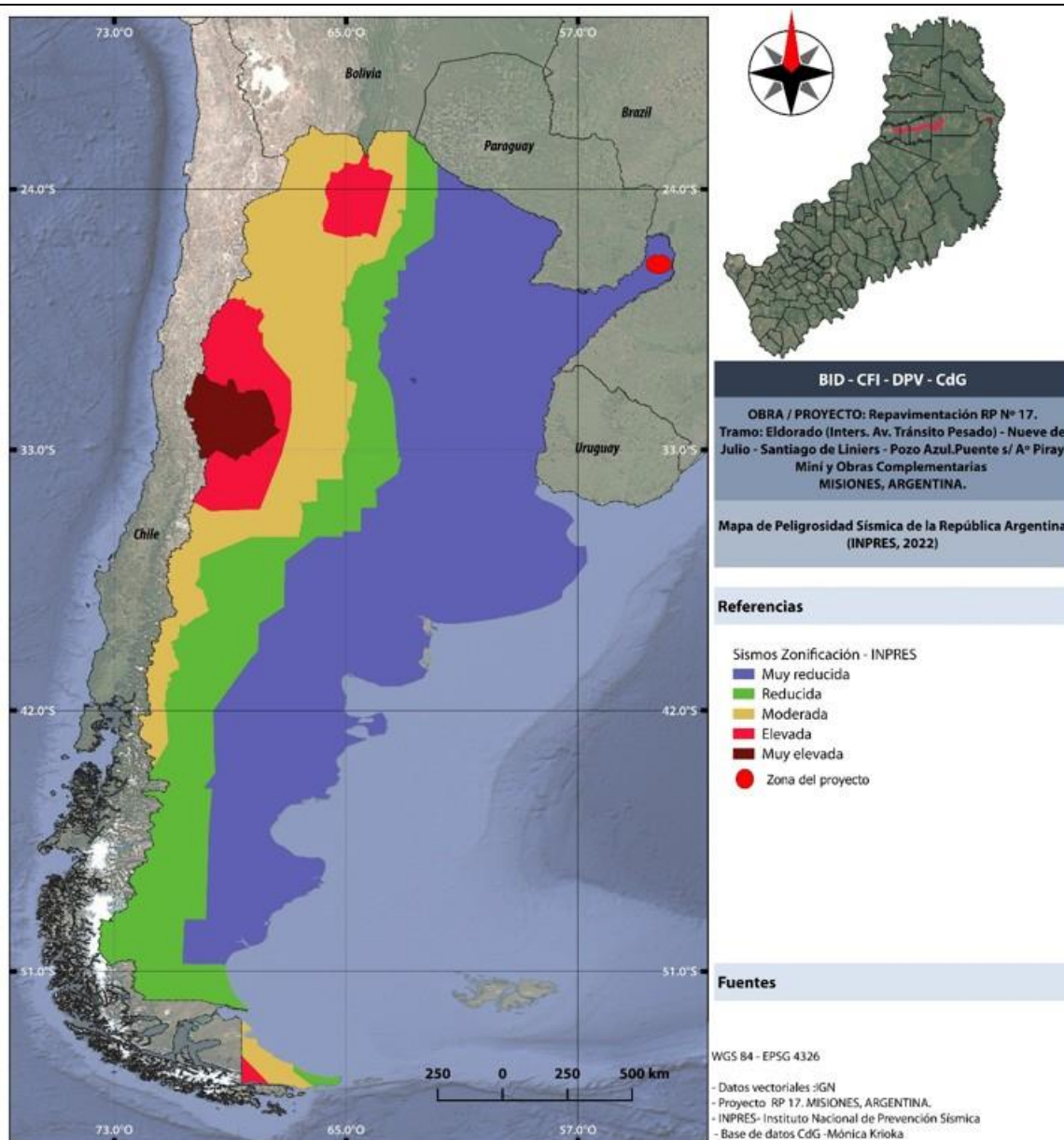
Dr. Julio Daviña

En términos generales, los impactos potenciales asociados a los procesos de movimientos en masa e inestabilidad de laderas incluyen afectaciones localizadas sobre la plataforma vial, obstrucción de cunetas y obras de drenaje, daños puntuales en estructuras y restricciones temporales al tránsito. No obstante, estos procesos presentan un carácter predominantemente localizado y dependen en gran medida de las condiciones geotécnicas específicas de cada sector intervenido, por lo que su potencial de generar afectaciones extensivas y prolongadas sobre la funcionalidad integral del corredor resulta limitado.

4.6. Amenaza Sísmica

La peligrosidad sísmica del área del proyecto fue evaluada a partir de la información oficial elaborada por el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), organismo responsable de la zonificación sísmica en la República Argentina.

De acuerdo con el Reglamento INPRES–CIRSOC 103 (INPRES, s.f.) y la cartografía oficial vigente, la provincia de Misiones se ubica dentro de la zona de peligrosidad sísmica muy reducida, correspondiente a una de las regiones de menor amenaza sísmica relativa del país (Ver Mapa 6).



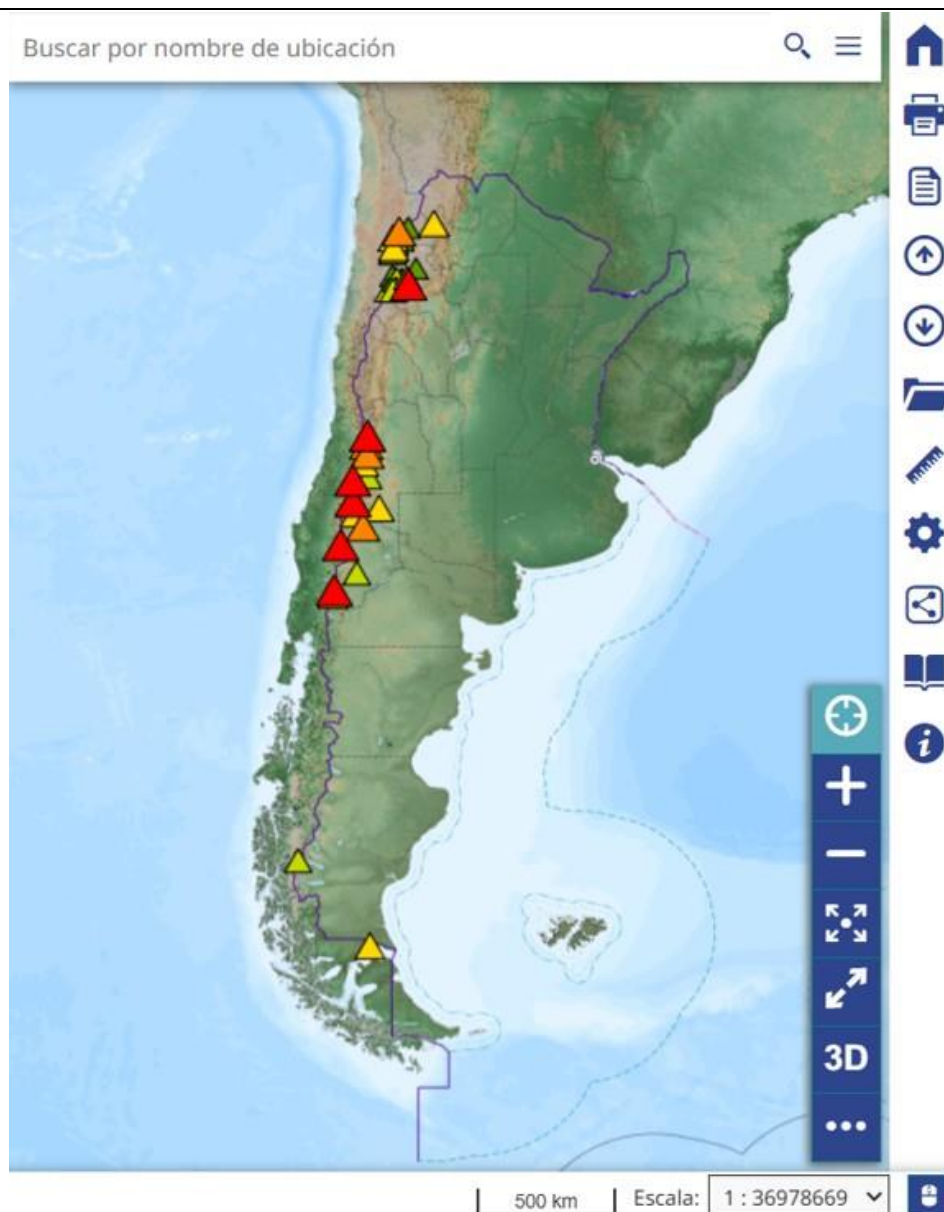
Mapa 6. Mapa de Peligrosidad Sísmica de la República Argentina. Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) – Instituto Nacional de Prevención Sísmica (**INPRES, s.f.**).

4.7. Amenaza por actividad volcánica

La amenaza volcánica del área del proyecto fue evaluada a partir de la cartografía oficial elaborada por el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR).

De acuerdo con el Mapa de Riesgo Volcánico Relativo de la República Argentina, la provincia de Misiones no se encuentra comprendida dentro de zonas con exposición significativa a amenaza volcánica (Ver Mapa 7).

En consecuencia, la actividad volcánica no constituye un factor condicionante relevante para el proyecto ni representa una amenaza significativa para la infraestructura proyectada.



Mapa 7. Mapa de Riesgo Volcánico Relativo. Fuente: SEGEMAR-SIGAN
<https://sigam.segemar.gov.ar/mapstore/#/viewer/917>

4.8. Amenaza por incendios

El área de influencia del proyecto se localiza dentro de la Ecorregión de Selva Paranaense, caracterizada por elevada cobertura vegetal, alta disponibilidad de biomasa y continuidad de la vegetación. Si bien las condiciones climáticas húmedas actúan normalmente como un factor limitante para la propagación del fuego, durante períodos de altas temperaturas, déficit hídrico y baja humedad relativa pueden

generarse condiciones favorables para el desarrollo y propagación de incendios rurales y forestales.

En la provincia de Misiones, el riesgo de incendios presenta un comportamiento marcadamente estacional, asociado principalmente a períodos secos y cálidos, acumulación de material combustible vegetal y ocurrencia de eventos meteorológicos extremos. En los últimos años se han registrado episodios recurrentes de incendios rurales y forestales, con afectación de superficies variables y activación de alertas provinciales por riesgo alto, muy alto y extremo.

La zona centro y norte de Misiones, donde se emplaza el proyecto, presenta condiciones de susceptibilidad asociadas a la presencia de plantaciones forestales, áreas intervenidas y continuidad de la cobertura vegetal, factores que pueden favorecer la propagación del fuego una vez iniciado. Asimismo, la mayoría de los incendios registrados en la provincia poseen origen predominantemente antrópico, vinculados a quemas rurales, actividades productivas y acciones negligentes.

Desde el punto de vista ambiental, la Selva Paranaense constituye un ecosistema de elevada fragilidad ecológica frente a incendios, debido a que el fuego no forma parte de su dinámica natural dominante. La afectación de la cobertura vegetal puede generar procesos de degradación ambiental, pérdida de biodiversidad y aumento de la susceptibilidad a procesos erosivos superficiales posteriores.

En el contexto del proyecto de repavimentación de la Ruta Provincial Nº17 y del puente sobre el arroyo Piray Mini, la amenaza de incendios se considera de carácter estacional y de intensidad variable, pudiendo generar afectaciones temporarias sobre la seguridad vial, la visibilidad y las condiciones operativas durante períodos críticos.

Si bien no se prevé que la obra constituya un factor desencadenante de incendios a escala regional, durante la etapa constructiva podrían incrementarse localmente las condiciones de exposición debido a la presencia de maquinaria, tránsito y actividades operativas, por lo que deberán implementarse medidas preventivas y protocolos específicos de manejo del riesgo de incendio.

De acuerdo con la información relevada, la provincia de Misiones presenta antecedentes recurrentes de incendios rurales y forestales; sin embargo, no se registran eventos significativos específicos dentro del área inmediata del proyecto.

Tabla 8. Registro de cantidad de incendios y de hectáreas afectadas en Misiones. Fuente: Elaboración propia a partir de información disponible en el Centro de Información Ambiental del Estado Nacional Argentino (<https://ciam.ambiente.gob.ar/repositorio.php?tid=19#>)

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Cantidad	21	15	43	71	45	47	12	10	13
Hectáreas Afectadas	246	323	1.049	2.200	1.213	16.050	42	107	1.032

Tabla 9. Registro de incendios en la provincia de Misiones. Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes citadas en la tabla.

Año	Fecha/ Acontecimien to	Lugar / Alcance	Tipo de Incendio / Detalle	Fuente
2026	Enero (primeros 26 días)	Misiones (Posadas, Garupá y otros)	12 incendios estructurales + 25 focos de malezas/pastizales; 7 viviendas ardieron en Posadas (Los Oleritos)	Infobae (27 enero 2026) https://www.infobae.com/sociedad/2026/01/27/alerta-extrema-por-el-riesgo-de-incendios-forestales-en-misiones-debido-a-las-altas-temperaturas/
2025	Enero	Misiones (varias zonas)	250 incendios de malezas y 18 incendios forestales registrados solo en enero, con intervenciones bomberiles continuas	El Territorio (3 febrero 2025) https://www.eltterritorio.com.ar/noticias/2025/02/03/847286-misiones-en-lo-que-va-del-ano-hubo-250-incendios-de-malezas-y-18-forestales
2025	6 enero 2025	Misiones (general)	21 intervenciones por incendio de pastizales con ~1000 ha afectadas según bomberos	El Territorio (6 ene 2025) https://www.eltterritorio.com.ar/noticias/2025/01/06/845370-incendios-en-misiones-este-fin-de-semana-hubo-21-intervenciones-y-casi-1000-hectareas-de-pastizales-afectadas
2025	Enero (alertas)	Misiones (departamentos varios)	Reportes de riesgo extremo (zona Montecarlo/Eldorado/Iguazú), múltiples operativos y focos ígneos con 110 ha afectadas cerca de Parque Provincial de la Sierra	Gobierno de Misiones (11 ene 2025) https://misiones.gob.ar/la-provincia-enfrenta-un-riesgo-de-incendios-extremo/
2022	Febrero	Misiones (Apóstoles, Cainguás)	Focos activos registrados y extinguidos con apoyo del <i>Servicio Nacional de Manejo del Fuego</i> durante incendios en NEA	Comunicado oficial SNMF (5 feb 2022) https://www.argentina.gob.ar/noticias/fueron-extinguidos-los-incendios-forestales-en-misiones
2021–2022	Dic 2021 – Mar 2022	Misiones (varias regiones)	Estudio científico reporta ~ 19.968 ha afectadas por incendios forestales y rurales según análisis satelital	Estudio académico (2022) https://www.researchgate.net/publication/364345795_ESTUDIO_DE_LOS_INCENDIOS_OCURRIDOS_EN_LA_PROVINCIA_DE_MISIONES_ARGENTINA_ENTRE_DICIEMBRE_DEL_AÑO_2021_A_MARZO_DEL_AÑO_2022
2016–2021	—	Argentina (incluye NEA)	Estadísticas nacionales muestran incendios e implicancias que también abarcan provincias del NEA como Misiones (serie estadística 2010–2019 disponible)	Anuarios oficiales argentinos (INEA/ambiente.gob.ar) https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/anuarios-de-estadistica-forestal
1970–	—	Misiones	13 registros de incendios forestales, afectando a 95 ha	DesInventar ¹⁴

¹⁴ DesInventar es una herramienta conceptual y metodológica para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres. Surge a partir de grupos de investigadores,

Año	Fecha/ Acontecimien to	Lugar / Alcance	Tipo de Incendio / Detalle	Fuente
2015			de cultivos, aunque ninguno de ellos se ha registrado en el departamento Capital en donde se ubica el municipio de Fachinal.	https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp

académicos y actores institucionales, agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), que concibieron un sistema de adquisición, consulta y despliegue de información sobre desastres de pequeños, medianos y grandes impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones en nueve países de América Latina. Disponible en: <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp>

5. CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN DE CRITICIDAD Y VULNERABILIDAD

5.1. Introducción

El segundo paso de la Metodología propuesta está diseñado para reflejar la criticidad y los niveles de vulnerabilidad propios del proyecto y complementar el resultado del paso anterior para obtener una clasificación de riesgo de desastres y cambio climático que sea representativa de la operación en sí y no simplemente de las amenazas. La **vulnerabilidad** se refiere a las cualidades inherentes que determinan la susceptibilidad de una estructura (o sistema) de sufrir daños. La **criticidad** se refiere al grado de importancia que tiene una estructura o un sistema en un contexto más amplio debido al tipo y a la escala de los servicios o de la funcionalidad que ofrece. Ambos conceptos permiten un mejor entendimiento de las posibles consecuencias (impactos físicos en la estructura, en la población y en los servicios) que una falla de la operación podría generar debido a amenazas naturales.

La infraestructura vial puede verse afectada por amenazas naturales tales como terremotos, inundaciones y deslizamientos de tierra y, en determinados contextos, también por erupciones volcánicas o tormentas de nieve (Bengtsson & Tómasson, 2008). La vulnerabilidad frente a estas amenazas depende de las características físicas y funcionales de la infraestructura, incluyendo aspectos como el diseño estructural, las condiciones de fundación, los materiales utilizados, la capacidad hidráulica y el estado de mantenimiento. Por otra parte, amenazas de evolución más lenta, como las olas de calor, pueden afectar progresivamente la durabilidad y el desempeño del pavimento a largo plazo. En este contexto, diferentes escenarios de amenaza pueden desencadenar modos de falla específicos según las características particulares de cada proyecto. Por ejemplo, una carretera puede presentar alta vulnerabilidad frente a sismos cuando sus estructuras carecen de criterios de diseño sismorresistente o se encuentran fundadas sobre materiales susceptibles a deformaciones, mientras que su vulnerabilidad frente a inundaciones puede reducirse mediante la incorporación de obras de drenaje y protección adecuadas.

Normalmente, la criticidad de una carretera se evalúa en función de la importancia en el contexto del proyecto. Se considera que las carreteras de alta importancia incluyen carreteras vitales, consideradas críticas para la respuesta ante desastres; carreteras de gran importancia económica porque conectan recursos o bienes desde su origen hasta los mercados; carreteras con un volumen de tráfico significativo; y carreteras de importancia estratégica). Las carreteras de importancia moderada y baja son carreteras de uso local y regular.

Para analizar la vulnerabilidad de una estructura lineal como una carretera, los enfoques habituales incluyen el uso de (i) los costos de viaje y/o (ii) el índice de

accesibilidad de Hansen (Bengtsson & Tómasson, 2008). Debido a la variedad de maneras en que una infraestructura vial puede fallar, todos los modos de falla pueden homogeneizarse utilizando un costo de viaje integrado que incluye tanto el costo de reparación/reconstrucción de la carretera como el costo del tiempo perdido por los usuarios. A diferencia de lo que ocurre en otros tipos de infraestructura civil, las principales consecuencias de una eventual falla de este tipo de infraestructura están más relacionadas con la incapacidad de usarla y los efectos asociados en la población, y menos con la pérdida de vidas.

A continuación, se enumeran los aspectos identificados como relevantes para el debate sobre la evaluación de la criticidad y vulnerabilidad de la infraestructura vial, que sirvieron de base para la elaboración de la tabla de criticidad y vulnerabilidad:

- Escala de la carretera (línea vital, nacional, regional, local, etc.)
- Tipo de tráfico (mercancías peligrosas, camiones, turismo, etc.)
- Demanda de tráfico y tasa de demanda/capacidad
- Funcionalidad esperada (es decir, mejoras en términos de tiempos y/o costos de viaje, accesibilidad a servicios esenciales) [Incluido en la tabla de criticidad].
- Proximidad a los principales centros urbanos e intersección con otras infraestructuras relevantes [Incluido en la tabla de criticidad].
- Existencia o ausencia de redundancia en la red (es decir, disponibilidad de opciones de conectividad alternativas).
- Porcentaje de tramos de carretera en terraplenes, cortes y rellenos, y magnitud de las obras de movimiento de tierras [Incluido en la tabla de criticidad].
- Existencia de problemas hidrogeológicos (p. ej., cruce de cuerpos de agua naturales, presencia de suelos blandos, arcillas expansivas, potencial de licuefacción, niveles freáticos, presencia de taludes potencialmente peligrosos, inestabilidad de taludes) [Incluido indirectamente en la tabla de criticidad].
- Existencia, implicaciones e importancia de estructuras singulares como puentes y túneles (p. ej., procedimientos constructivos, criticidad para la funcionalidad de la carretera). [Incluido en la tabla de criticidad].

5.2. Diagrama de criticidad y vulnerabilidad

Tras una sesión de trabajo con especialistas del sector del transporte, se consideraron importantes las siguientes características clave para determinar la criticidad y vulnerabilidad de la infraestructura vial (representadas en la figura a continuación):

- Pérdida de servicios esenciales: ¿Se accedería fácilmente a los servicios esenciales tras una interrupción por falla?

- Interacción con el entorno natural y antrópico: ¿Existen tramos con pendientes elevadas? ¿Podrían los deslizamientos causar daños importantes? ¿Podrían verse afectados directamente importantes asentamientos humanos? ¿Genera la carretera nuevos asentamientos?
- Características físicas: ¿Incluye la carretera puentes, túneles o numerosas estructuras de drenaje de gran capacidad?

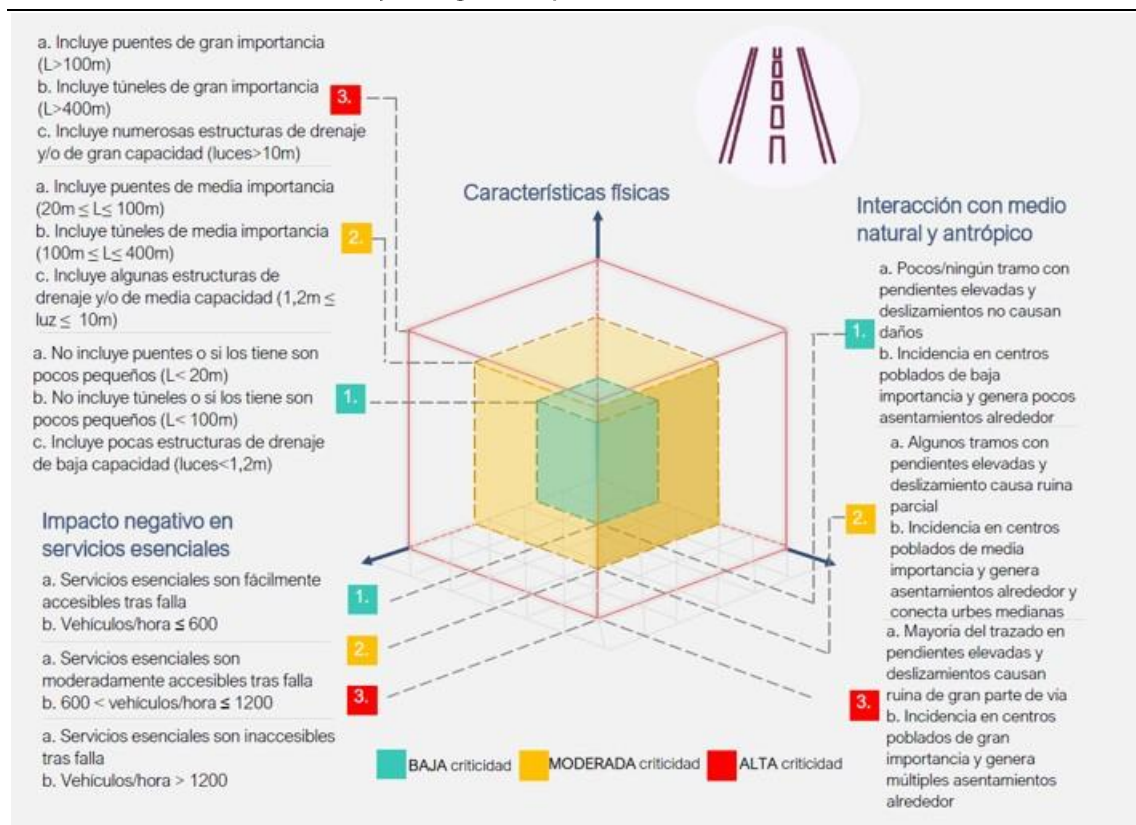


Figura 7. Cubo de criticidad y vulnerabilidad para obras viales.

A continuación, se analizan cada una de las dimensiones para el proyecto del presente informe.

5.2.1. Dimensión 1: Pérdida de servicios esenciales

En proyectos de infraestructura vial, la pérdida de servicios esenciales debido a una falla del sistema puede vincularse con la conectividad y la capacidad de transporte que la infraestructura deja de proporcionar una vez que se produce la falla. Por lo tanto, se seleccionaron estos dos indicadores de funcionalidad (accesibilidad y tráfico horario) para representar esta dimensión.

La siguiente Tabla muestra los umbrales cualitativos y cuantitativos definidos para cada indicador. Para obtener una categorización única de criticidad y

vulnerabilidad para esta dimensión, se debe utilizar la peor clasificación de cualquiera de los criterios.

Tabla 10. Umbrales indicativos para la Dimensión 1: Pérdida de servicios esenciales.

Componente	Bajo	Moderado	Alto
Nivel de accesibilidad tras una falla	Tras fallo, se mantiene una accesibilidad (Muy accesible o Accesible) a los servicios esenciales	Tras fallo, se mantiene una accesibilidad (Moderadamente Accesible) a los servicios esenciales	Tras fallo, se mantiene una accesibilidad (Remota) a los servicios esenciales
Tráfico horario	0–600 vehículos por hora	600–1200 vehículos por hora	Más de 1200 vehículos por hora

Para el proyecto de “Construcción de Puente sobre Arroyo Piray Mini, Rehabilitación de la Ruta Provincial Nº 17 y Obras Complementarias”, se tiene que:

- El nivel de accesibilidad tras una falla - Categoría **MODERADA**: La interrupción de la Ruta Provincial N.º 17 no implicaría el aislamiento absoluto del territorio, dado que existen corredores alternativos regionales y conexiones mediante otras rutas provinciales y nacionales. Sin embargo, dichas alternativas presentan recorridos significativamente más extensos, mayores tiempos de viaje y niveles de servicio inferiores, especialmente para las localidades de Pozo Azul, Santiago de Liniers, Dos Hermanas y los establecimientos productivos localizados en el área de influencia del proyecto. Asimismo, la Ruta Provincial Nº 17 constituye un corredor estratégico para el acceso a servicios de salud, educación, abastecimiento y respuesta ante emergencias, así como para la conectividad de actividades forestales, agroindustriales y de transporte pesado regional. Debe considerarse además que, durante eventos hidrometeorológicos extremos, la funcionalidad de los corredores alternativos puede verse parcial o totalmente comprometida, incrementando la vulnerabilidad del sistema de transporte regional y reduciendo la capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia.
- El tráfico horario - Categoría **BAJO**: La categorización del tráfico horario como baja se sustenta en la información de tránsito relevada para el corredor Eldorado–Pozo Azul y en los antecedentes operativos disponibles para el área de estudio. Los datos indican que, si bien la Ruta Provincial Nº 17 posee una elevada importancia estratégica para la conectividad regional y para el transporte asociado a las cadenas forestal, agropecuaria e industrial, los volúmenes horarios de tránsito observados corresponden a un corredor de intensidad media-baja desde el punto de vista de la capacidad vehicular. El tránsito medio diario anual relevado para el corredor es del orden de 4.273 vehículos por día, lo que equivale a volúmenes horarios habituales inferiores a los umbrales establecidos para las categorías moderada y alta. Asimismo, las características predominantemente rurales y periurbanas del corredor, la baja

densidad poblacional y la distribución espacial dispersa de las actividades económicas limitan la ocurrencia de concentraciones simultáneas de flujos vehiculares elevados, diferenciando a la Ruta Provincial Nº 17 de corredores nacionales troncales o de áreas metropolitanas. No obstante, debe destacarse que la relevancia funcional del corredor no se encuentra asociada exclusivamente a su volumen de tránsito, sino también a su rol estratégico para la conectividad territorial y el transporte de producción regional.

En consecuencia, considerando la clasificación moderada del nivel de accesibilidad tras una falla y la clasificación baja del tráfico horario, la **críticidad y vulnerabilidad correspondiente a la Dimensión 1: Pérdida de servicios esenciales se considera MODERADA.**

5.2.2. Dimensión 2: Interacción con el entorno natural y antrópico

Los proyectos de infraestructura vial se caracterizan por ser estructuras lineales que abarcan grandes longitudes (generalmente al menos decenas de kilómetros), lo que puede aumentar la exposición de la carretera a diferentes peligros, incrementando el riesgo y las posibles consecuencias de una falla. Por lo tanto, se han seleccionado dos indicadores de esta exposición (presencia de pendientes y centros urbanos) para representar esta dimensión. La siguiente tabla muestra los umbrales cualitativos definidos para cada uno de estos indicadores.

Tabla 11. Umbrales indicativos para la Dimensión 2: Interacción con el entorno natural y antrópico

Componente	Bajo	Moderado	Alto
Pendientes	El trazado discurre en pocas o en ninguna parte por taludes de elevadas pendientes y el deslizamiento no provocaría afecciones a la carretera o lo haría de forma poco significativa.	El trazado discurre en algunas partes por taludes de elevadas pendientes y el deslizamiento puede provocar la ruina parcial de la carretera.	El trazado discurre en su mayoría por taludes de elevadas pendientes y el deslizamiento puede provocar la ruina de una gran parte de la carretera.
Centros urbanos	La vía incide sobre un núcleo poco importante para la actividad económica de la zona, generando a su alrededor pocos o inexistentes asentamientos y conectando núcleos poblacionales de poca relevancia.	La vía incide sobre un núcleo moderadamente importante para la actividad económica de la zona, generando a su alrededor asentamientos de cierto tamaño y conectando núcleos	La vía incide sobre un importante núcleo para la actividad económica de la zona, generando a su alrededor múltiples asentamientos y conectando grandes núcleos poblacionales.

		poblacionales de moderada relevancia.	
--	--	--	--

Para el proyecto de “Construcción de Puente sobre Arroyo Piray Mini, Rehabilitación de la Ruta Provincial Nº 17 y Obras Complementarias”, se tiene que:

- Pendientes – Categoría MODERADA: La mayor parte del trazado de la Ruta Provincial N.º 17 se desarrolla sobre relieves suaves a moderadamente ondulados, sin presencia generalizada de taludes de elevada pendiente ni condiciones regionales de alta susceptibilidad a movimientos en masa. En términos generales, estas características serían compatibles con una clasificación de baja exposición. Sin embargo, en sectores puntuales del proyecto, particularmente en el tramo comprendido entre las progresivas 36+280 y 40+780 correspondiente a la ejecución de la tercera trocha, se prevén intervenciones en sectores de corte en roca basáltica y proximidad a taludes de elevada pendiente. Los análisis preliminares efectuados identificaron configuraciones geomorfológicas que podrían favorecer procesos localizados de caída de rocas e inestabilidad de taludes, cuya ocurrencia podría generar afectaciones parciales sobre la infraestructura vial, especialmente bajo condiciones de precipitaciones intensas y elevada meteorización. Si bien estos sectores representan una proporción limitada de la longitud total del corredor, la potencial afectación parcial de la calzada y la necesidad de implementar medidas específicas de gestión geotécnica justifican la adopción de una clasificación global **MODERADA** para esta variable, siguiendo un criterio precautorio y consistente con la evaluación preliminar de amenazas.
- Centros urbanos – Categoría MODERADA: La Ruta Provincial N.º 17 constituye un corredor estratégico para la conectividad territorial y el desarrollo económico del norte de la provincia de Misiones, vinculando las localidades de Eldorado, Nueve de Julio, Santiago de Liniers, Dos Hermanas y Pozo Azul, además de articular con otros corredores provinciales y nacionales. Si bien la infraestructura no conecta grandes áreas metropolitanas ni regiones de elevada densidad poblacional, desempeña un rol fundamental para la

integración territorial, el acceso a servicios esenciales y la movilización de la producción forestal, agropecuaria e industrial regional.

Asimismo, el corredor atraviesa y conecta núcleos poblacionales intermedios y extensas áreas rurales cuya accesibilidad depende en gran medida de la funcionalidad de la ruta. En este contexto, la infraestructura vial contribuye al sostenimiento de actividades económicas y asentamientos de relevancia regional moderada, por lo que una eventual interrupción del corredor podría afectar significativamente la conectividad territorial, la logística productiva y el acceso a servicios esenciales, aunque sin alcanzar la magnitud de impacto propia de corredores metropolitanos o nacionales troncales. En consecuencia, la clasificación más adecuada para esta variable corresponde a **MODERADA**.

Por lo tanto, considerando la clasificación moderada obtenida para ambos indicadores, la **criticidad y vulnerabilidad correspondiente a la Dimensión 2: Interacción con el entorno natural y antrópico se considera MODERADA**.

5.2.3. Dimensión 3: Características físicas

En proyectos de infraestructura vial, las características físicas y/o estructurales se refieren a obras singulares que pueden existir a lo largo del trazado de la carretera.

Estas obras o estructuras singulares son puentes, túneles y obras de drenaje, donde estas últimas se relacionan con la capacidad potencial de la carretera para actuar como barrera e inundar grandes áreas. Por lo tanto, se han seleccionado tres indicadores de esto (presencia de puentes, túneles y obras de drenaje transversales) para representar esta dimensión.

La siguiente tabla muestra los umbrales cualitativos y cuantitativos definidos para cada indicador. Para obtener una categorización única de criticidad y vulnerabilidad para esta dimensión, se debe utilizar la peor clasificación (la más baja) de cualquiera de los criterios.

Tabla 12. Umbrales indicativos para la Dimensión 3: Características físicas.

Componente	Bajo	Moderado	Alto
Presencia de puentes	La traza de la vía no contiene puentes o si los contiene, son poco relevantes (longitud < 20 m).	La traza de la vía contiene puentes moderadamente relevantes (20m < longitud < 100m)	La traza de la vía contiene puentes relevantes (longitud > 100 m).
Presencia de túneles	La traza de la vía no contiene puentes o si los contiene, son poco relevantes (longitud < 100 m).	La traza de la vía contiene túneles moderadamente relevantes (100m < longitud < 400m)	La traza de la vía contiene túneles de gran relevancia (longitud > 400 m).

Presencia de obras de drenaje transversal	La traza de la vía contiene pocas estructuras de drenaje transversales de poca capacidad (luces < 1,2 m).	La traza de la vía contiene un número moderado de estructuras de drenaje transversales y/o de capacidad media (1,2m < luces < 10m).	La traza de la vía contiene numerosas estructuras de drenaje transversales y/o de gran capacidad (luces > 10 m).
---	---	---	--

Para el proyecto de “Construcción de Puente sobre Arroyo Piray Mini, Rehabilitación de la Ruta Provincial Nº 17 y Obras Complementarias”, se tiene que:

- Presencia de puentes - Categoría: MODERADO. La traza de la Ruta Provincial Nº 17 incorpora diversas estructuras de cruce hidráulico, entre las cuales se destaca el nuevo puente proyectado sobre el arroyo Piray Mini, cuya función resulta estratégica para garantizar la continuidad operativa del corredor. Si bien el proyecto no contempla puentes de gran longitud correspondientes a la categoría de mayor criticidad, sí incluye estructuras de dimensiones intermedias y elevada relevancia funcional para la conectividad regional. En particular, el cruce sobre el arroyo Piray Mini constituye un punto crítico desde el punto de vista operativo e hidrológico, considerando los antecedentes de afectaciones a la transitabilidad asociados a eventos hidrometeorológicos extremos y la importancia del corredor para la conectividad territorial y el transporte regional. En consecuencia, aun cuando las dimensiones de las estructuras proyectadas se encuentran dentro de rangos intermedios, su relevancia funcional justifica la asignación de una categoría **MODERADA** para esta variable.
- Presencia de túneles - Categoría: BAJO. La traza de la Ruta Provincial N.º 17 no contempla la existencia de túneles ni de estructuras subterráneas equivalentes a lo largo del corredor intervenido. El proyecto se desarrolla íntegramente mediante obras superficiales, incluyendo rehabilitación de calzada, ampliaciones, intersecciones, obras hidráulicas y estructuras convencionales de cruce. En consecuencia, la presencia de túneles se considera inexistente, correspondiendo una clasificación **BAJA** para esta variable.
- Presencia de obras de drenaje transversal - Categoría: MODERADO. La Ruta Provincial Nº 17 atraviesa un territorio caracterizado por una elevada densidad de drenaje superficial y una respuesta hidrológica rápida frente a eventos de precipitación intensa, condiciones típicas del norte de la provincia de Misiones. Como consecuencia, el corredor requiere la presencia de numerosas obras de drenaje transversal, incluyendo alcantarillas, conductos y estructuras hidráulicas de diversas dimensiones y capacidades. Si bien la mayoría de las estructuras existentes y proyectadas corresponden a obras de capacidad intermedia, la cantidad y distribución de los cruces

hidráulicos a lo largo del corredor incrementan la dependencia de la funcionalidad vial respecto del adecuado desempeño de estas infraestructuras. Asimismo, se registran antecedentes de limitaciones hidráulicas, procesos de obstrucción y afectaciones a la transitabilidad en algunos sectores, particularmente en áreas asociadas a cursos de respuesta rápida y en el entorno del arroyo Piray Mini.

En consecuencia, considerando tanto la cantidad de estructuras presentes como su relevancia para la resiliencia hidráulica del corredor, esta variable se clasifica como **MODERADA**.

Por lo tanto, en función de los resultados obtenidos para los tres indicadores analizados, la **criticidad y vulnerabilidad correspondiente a la Dimensión 3: Características físicas se considera MODERADA**.

5.3. Clasificación obtenida

Teniendo en cuenta las amenazas identificadas para el área de influencia del proyecto, particularmente las inundaciones fluviales y pluviales asociadas a precipitaciones extremas como amenazas predominantes, así como la presencia de amenazas localizadas vinculadas a procesos de inestabilidad de taludes y potenciales caídas de rocas en sectores específicos de la tercera trocha, y considerando el análisis de criticidad y vulnerabilidad realizado mediante la metodología MERDCC del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el proyecto se clasifica dentro de una categoría de **CRITICIDAD MODERADA**.

Si bien el área de estudio presenta exposición a amenazas hidrometeorológicas relevantes, especialmente aquellas asociadas a eventos de precipitación extrema, inundaciones y procesos geomorfológicos localizados, el análisis de criticidad y vulnerabilidad evidencia una importancia funcional moderada de la infraestructura dentro de la red vial provincial. La Ruta Provincial Nº 17 constituye un corredor estratégico para la conectividad territorial del norte de la provincia de Misiones, articulando las localidades de Eldorado, Nueve de Julio, Santiago de Liniers, Dos Hermanas y Pozo Azul, además de facilitar el acceso a servicios esenciales y el transporte asociado a actividades forestales, agropecuarias e industriales regionales. No obstante, la existencia de corredores alternativos y la ausencia de conexiones directas con grandes centros metropolitanos o corredores nacionales troncales determinan que la criticidad global de la infraestructura se considere **moderada**, aunque con la necesidad de implementar medidas específicas de adaptación y resiliencia frente a las amenazas identificadas.

6. CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN CUALITATIVA SIMPLIFICADA DE RIESGOS

La evaluación de riesgos de desastres para el proyecto “**Rehabilitación de la Ruta Provincial N.º 17, construcción del nuevo puente sobre el arroyo Piray Mini y obras complementarias entre Eldorado (Intersección Av. Tránsito Pesado) y Pozo Azul**” fue desarrollada siguiendo la metodología MERDCC del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), integrando información proveniente de estudios regionales, provinciales y específicos del proyecto con el objetivo de identificar las amenazas relevantes, evaluar la criticidad y vulnerabilidad de la infraestructura, analizar la influencia del cambio climático y determinar si el riesgo resultante requiere medidas adicionales de gestión o estudios complementarios.

La identificación de amenazas se realizó a partir de la revisión de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TCN), el Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático (SIMARCC), el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, el Plan de Respuesta al Cambio Climático de la Provincia de Misiones, el Visor de Riesgos Naturales del BID, los registros históricos de eventos contenidos en DesInventar y la información específica desarrollada durante la formulación del proyecto. Asimismo, se consideraron los estudios hidrológicos e hidráulicos elaborados para el diseño del puente sobre el arroyo Piray Mini y de las obras de drenaje, los análisis topográficos, geomorfológicos y geotécnicos disponibles, el Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS), el análisis preliminar de susceptibilidad a caída de rocas efectuado para el sector de tercera trocha y la información obtenida mediante relevamientos de campo y consultas a actores locales.

A partir de este análisis se identificó que las principales amenazas para la infraestructura corresponden a las **inundaciones fluviales y pluviales asociadas a eventos de precipitación extrema**, las cuales constituyen el principal factor de riesgo para la funcionalidad del corredor. La información histórica, los estudios hidrológicos desarrollados para el proyecto y los antecedentes operativos de la Ruta Provincial N.º 17 evidencian que diversos sectores presentan susceptibilidad a anegamientos temporarios, erosión, socavación y afectaciones a la transitabilidad durante eventos hidrometeorológicos severos. Esta situación adquiere especial relevancia en el entorno del arroyo Piray Mini y en sectores caracterizados por elevada densidad de drenaje y rápida respuesta hidrológica, condiciones típicas del norte de la provincia de Misiones.

Como amenazas secundarias se identificaron las **tormentas severas, vendavales y tornados**, fenómenos característicos del noreste argentino, que pueden ocasionar caída de árboles, afectaciones a la infraestructura auxiliar, interrupciones temporarias del tránsito y daños localizados sobre la señalización y

servicios asociados al corredor. Asimismo, se identificaron amenazas localizadas asociadas a **procesos de remoción en masa y caída de rocas**, particularmente en el tramo previsto para la ejecución de la tercera trocha entre las progresivas 36+280 y 40+780, donde el trazado se desarrolla en sectores de corte en roca basáltica y proximidad a taludes de elevada pendiente. El análisis preliminar efectuado mediante modelos digitales de elevación y perfiles topográficos permitió identificar configuraciones geomorfológicas potencialmente favorables para procesos de desprendimiento de bloques, lo que justifica la realización de estudios geológico-geotécnicos específicos durante la etapa de proyecto ejecutivo.

Por su parte, las amenazas asociadas a sequías, olas de calor, incendios forestales, actividad sísmica y actividad volcánica presentan una incidencia significativamente menor sobre la funcionalidad de la infraestructura. Si bien algunas de estas amenazas podrían intensificarse como consecuencia del cambio climático, su potencial de generar afectaciones estructurales o interrupciones prolongadas del corredor resulta considerablemente inferior al asociado a las amenazas hidrometeorológicas y geomorfológicas identificadas.

La evaluación de criticidad y vulnerabilidad realizada mediante la metodología MERDCC arrojó una clasificación global **moderada**. Desde el punto de vista funcional, la Ruta Provincial Nº 17 constituye un corredor estratégico para la conectividad territorial del norte de la provincia de Misiones, vinculando las localidades de Eldorado, Nueve de Julio, Santiago de Liniers, Dos Hermanas y Pozo Azul, además de facilitar el acceso a servicios esenciales y el transporte asociado a actividades forestales, agropecuarias e industriales regionales. No obstante, la existencia de corredores alternativos y la ausencia de conexiones directas con grandes áreas metropolitanas o corredores nacionales troncales determinan que la criticidad global de la infraestructura resulte moderada.

En relación con la interacción con el entorno natural y antrópico, el corredor atraviesa sectores expuestos a procesos hidrológicos y geomorfológicos que incrementan la vulnerabilidad frente a eventos extremos. Particularmente, los sectores correspondientes a la tercera trocha presentan condiciones topográficas y geológicas que requieren un análisis específico de estabilidad de taludes y caída de rocas. Sin embargo, estas condiciones se encuentran concentradas en tramos puntuales y no caracterizan la totalidad del corredor. Asimismo, las características físicas de la infraestructura presentan una complejidad moderada, ya que el proyecto incorpora un puente de relevancia funcional sobre el arroyo Piray Mini y numerosas obras de drenaje transversal necesarias para garantizar la resiliencia hidráulica de la infraestructura, aunque no contempla estructuras singulares de gran escala como túneles o puentes de gran longitud.

Respecto de la posible exacerbación del riesgo, se considera que una eventual falla de la infraestructura podría ocasionar afectaciones locales y regionales asociadas a la pérdida temporal de conectividad, dificultades en el transporte de personas y mercancías y limitaciones en el acceso a servicios esenciales. Sin embargo, debido a la existencia de rutas alternativas, a la escala regional de la infraestructura y a la ausencia de sistemas críticos cuya operación dependa exclusivamente de la Ruta Provincial Nº 17, no se prevé que una falla puntual pueda desencadenar efectos sistémicos o amplificar significativamente el riesgo de desastre a nivel provincial. En consecuencia, el potencial de exacerbación del riesgo se considera **bajo a moderado**.

El cambio climático constituye un factor relevante dentro de la evaluación debido a su influencia directa sobre las amenazas hidrometeorológicas identificadas. La información proveniente de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, el SIMARCC, el Plan de Respuesta al Cambio Climático de Misiones y otros estudios regionales indica una tendencia consistente al incremento en la intensidad y frecuencia de eventos de precipitación extrema en el noreste argentino. Estas modificaciones climáticas podrían traducirse en mayores caudales de crecida, incrementando el potencial de inundación, erosión, socavación y afectación de obras hidráulicas durante la vida útil del proyecto. Asimismo, el aumento de la frecuencia de lluvias intensas podría favorecer procesos localizados de inestabilidad de taludes y caída de rocas en sectores particularmente susceptibles.

La evaluación del riesgo se sustentó en diversos estudios específicos desarrollados durante la formulación del proyecto, incluyendo estudios hidrológicos e hidráulicos, análisis geomorfológicos, estudios topográficos, relevamientos geotécnicos preliminares, análisis de vulnerabilidad climática, evaluaciones ambientales y análisis preliminares de susceptibilidad a caída de rocas. No obstante, se identificó la necesidad de profundizar los estudios geológico-geotécnicos en sectores puntuales asociados a la tercera trocha, con el objeto de caracterizar adecuadamente la estabilidad de los taludes rocosos y definir las medidas de mitigación correspondientes.

Precisamente por esta razón, el proyecto incorporó desde su etapa de diseño diversas medidas destinadas a aumentar la resiliencia de la infraestructura frente a las amenazas identificadas. Entre ellas se destacan el diseño de un nuevo puente sobre el arroyo Piray Mini con criterios hidráulicos actualizados, la adecuación y ampliación de las obras de drenaje transversal, la rehabilitación integral de la plataforma vial, la incorporación de medidas de control de erosión y drenaje superficial, y la previsión de estudios geotécnicos específicos y medidas de estabilización para los sectores de tercera trocha con potencial susceptibilidad a caída de rocas. Estas acciones permiten

reducir significativamente la vulnerabilidad de la infraestructura frente a los eventos extremos proyectados para la región.

Si bien persisten incertidumbres inherentes a toda proyección climática de largo plazo y a la caracterización detallada de algunos procesos geotécnicos localizados, la disponibilidad de estudios específicos y la incorporación de criterios de adaptación y resiliencia durante el diseño permiten afirmar que las amenazas más relevantes han sido adecuadamente identificadas y consideradas. Asimismo, el desempeño esperado de la infraestructura dependerá de la implementación de programas adecuados de operación, mantenimiento y monitoreo, particularmente en relación con la conservación de las obras hidráulicas, el control de la erosión y el seguimiento de los sectores con susceptibilidad a inestabilidad de taludes y caída de rocas.

En función de las amenazas identificadas, la criticidad y vulnerabilidad moderada de la infraestructura, el potencial limitado de exacerbación del riesgo y las medidas de adaptación y resiliencia incorporadas durante el diseño, se concluye que el proyecto presenta una **clasificación final de Riesgo de Desastres Moderado**. Si bien las amenazas hidrometeorológicas asociadas a precipitaciones extremas constituyen el principal factor de riesgo para la infraestructura, la incorporación de criterios de adaptación climática, las soluciones hidráulicas previstas y la implementación de estudios geotécnicos específicos para los sectores críticos permiten considerar que el riesgo residual es manejable dentro de parámetros aceptables. Por lo tanto, no se identifican elementos que justifiquen la realización del Paso 4 de la metodología MERDCC, siendo suficiente la implementación de las medidas de gestión, monitoreo y mantenimiento previstas para garantizar la resiliencia de la infraestructura durante su vida útil.

7. CAPÍTULO 7: SEGUIMIENTO DE LA MERDCC Y CONCLUSIONES

Se detalla a continuación el estado actual de aplicación de la metodología MERDCC para el proyecto "**Rehabilitación de la Ruta Provincial N.º 17, construcción del nuevo puente sobre el arroyo Piray Mini y obras complementarias**":

- **Status Paso 1: Completo.**
- **Status Paso 2: Completo.**
- **Status Paso 3: Completo.**

En función del análisis integral realizado, se concluye que los principales riesgos de desastres y cambio climático relevantes para el proyecto han sido identificados, caracterizados e incorporados en las distintas etapas de formulación y diseño de la infraestructura. Particularmente, las amenazas asociadas a precipitaciones extremas, inundaciones fluviales y pluviales, identificadas como los principales factores de riesgo para el corredor, fueron abordadas mediante estudios específicos de hidrología e hidráulica, cuyos resultados fueron considerados en el diseño del nuevo puente sobre el arroyo Piray Mini, en el dimensionamiento de las obras de drenaje y en la definición de medidas orientadas a incrementar la resiliencia de la infraestructura frente a eventos extremos.

Asimismo, se identificaron amenazas localizadas asociadas a procesos de inestabilidad de taludes y potenciales caídas de rocas en sectores específicos correspondientes a la ejecución de la tercera trocha. Si bien el análisis realizado posee carácter preliminar, se prevé el desarrollo de estudios geológico-geotécnicos y análisis detallados de estabilidad durante las etapas posteriores del proyecto, con el objeto de caracterizar adecuadamente estas amenazas y definir las medidas de mitigación estructurales y no estructurales que resulten necesarias.

El análisis de amenazas, junto con la evaluación de criticidad y vulnerabilidad desarrollada mediante la metodología MERDCC, permitió clasificar el proyecto dentro de una categoría de **Criticidad Moderada**, sin identificar riesgos residuales significativos que requieran medidas adicionales más allá de las ya incorporadas o previstas durante las etapas de diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura.

En consecuencia, y sobre la base de la información actualmente disponible, la presente narrativa constituye evidencia suficiente para sustentar la gestión de los riesgos de desastres y cambio climático identificados para el proyecto. Si bien persisten incertidumbres inherentes a la evolución futura del clima y a la caracterización detallada de algunos procesos geotécnicos localizados, no se identifican elementos que justifiquen la necesidad de avanzar hacia el **Paso 4 de la metodología MERDCC**, considerándose que el riesgo residual asociado al proyecto es

manejable mediante la implementación de las medidas de adaptación, monitoreo y gestión previstas. Ello sin perjuicio de las revisiones y actualizaciones que pudieran resultar necesarias durante las etapas posteriores de desarrollo e implementación del proyecto.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2021). *Guías para el Marco de Política Ambiental y Social del Banco Interamericano de Desarrollo*. Recuperado el febrero de 2026, de Sitio web del Banco Interamericano de Desarrollo: <https://www.iadb.org/document.cfm?id=EZS>
- Barandiarán, M., Esquivel, M., Lacambra Ayuso, S., Suárez, G., & Zuloaga, D. (2018). *Resumen ejecutivo de la metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático: Documento técnico de referencia para equipos a cargo de proyectos del BID*. doi:<https://doi.org/10.18235/0001445>
- Bengtsson, J., & Tómasson, B. (2008). *Vulnerability and Risk Analysis of the Road Infrastructure in Reykjavik*. (I. L. Reykjavik, Ed.) Obtenido de Sitio web de la Administración de Carreteras de Islandia: [https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Vulnerability_riskanalysis-PrelimReport/\\$file/Vulnerability_risk%20analysis-PrelimReport.pdf](https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Vulnerability_riskanalysis-PrelimReport/$file/Vulnerability_risk%20analysis-PrelimReport.pdf)
- Congreso de la Nación Argentina. (2016). *Ley N.º 27.287: Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27287-266631>
- INPRES. (s.f.). *Zonificación Sísmica*. Recuperado el 20 de 06 de 2020, de <http://contenidos.inpres.gob.ar/acelerografos/Reglamentos#Zonificaci%C3%B3n%20S%C3%ADsmica>
- Kazimierski, L. D. (2026). *Consultoría en hidrología y cambio climático. Programa AR-L1437: Renovación integral de la Ruta Provincial N°17, la Ruta Nacional N°14 y reconstrucción del puente sobre el arroyo Piray Mini, provincia de Misiones*. Informe técnico elaborado para la Dirección Provincial de Vialidad de Misiones y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático*. Obtenido de Metodología SIMARCC 2020 (Fase 3) Generación de Nuevos Mapas de Cambio Climático: http://devministerio.ecoclimasol.com/app3com/assets/docs/Metodologia_SIMARCC_2020.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (22 de Noviembre de 2019). *Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático*. Recuperado el 26 de 01 de 2021, de Portal oficial del Estado argentino: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_nacional_de_adaptacion_y_mitigacion_al_cambio_climatico_2019.pdf
- Ministerio de Seguridad de la Nación. (2024). *Plan Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres 2025–2029*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/sinagir/plan-2024-2030>

- Ministerio de Seguridad de la Nación. (s. f.). *Sistema Nacional de Alerta y Monitoreo de Emergencias (SINAME)*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/sinagir/siname>
- Oficina de Riesgos Agropecuarios de la Nación. (2018). *MAPAS DE RIESGO DE DÉFICIT Y EXCESOS HÍDRICOS EN LOS CULTIVOS SEGÚN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO*. Obtenido de sitio web de la Oficina de Riesgos Agropecuarios de la Nación: <http://www.ora.gob.ar/archivos/MdeR-CC.pdf>
- Reyer, C., Rigaud, K. K., Fernandes, E., Hare, W., Serdeczny, O., & Schellnhuber, H. J. (2017). Turn Down the Heat: Regional Climate Change Impacts on Development. *Regional Environmental Change*, 17, 1563-68.
- Sambiasi, C. G., & Kruscelnicki, L. J. (2017). *Estudio de Impacto Ambiental PARQUE INDUSTRIAL POSADAS*. Posadas.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2014). *Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. "Cambio Climático en Argentina; Tendencias y Proyecciones"*. Buenos Aires, Argentina.: Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera. Obtenido de http://3cn.cima.fcen.uba.ar/3cn_informe.php
- Servicio Meteorológico Nacional. (2020). *El SMN y la gestión para la reducción del riesgo de desastres*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-smn-y-la-gestion-para-la-reduccion-del-riesgo-de-desastres>
- UNDRR. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Recuperado el 2020 de 12 de 04, de Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres.: <https://www.mseg.gba.gov.ar/areas/subemer/marco/Marco%20de%20Sendai%20para%20la%20Reduccion%20del%20Riesgo%20de%20Desastres%202015-2030.pdf>