



PROVINCIA DE MISIONES



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE TERCERAS TROCHAS Y CARRILES DE
ADELANTAMIENTO EN LA RUTA NACIONAL N°14,
TRAMO: L.N. Alem (km 847,30) - Campo Viera (897,10)**

**INFORME FINAL
TOMO IV ESTUDIOS AMBIENTALES Y SOCIALES
ESTUDIO DE RIESGO DE DESASTRES**

JULIO 2026

CONSULBAIRES 
INGENIEROS CONSULTORES 



ÍNDICE

1.	MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO	1
1.1.	CONCEPTOS CLAVE.....	1
1.2.	ENFOQUE METODOLÓGICO DEL BID	1
1.3.	ESCALA DE EVALUACIÓN CUALITATIVA UTILIZADA	3
1.4.	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE RIESGOS.....	4
2.	IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS NATURALES	5
2.1.	FUENTES DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA Y GEOFÍSICA.....	5
2.2.	AMENAZAS HIDROMETEOROLÓGICAS RELEVANTES.....	5
2.3.	AMENAZAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS	7
3.	EVALUACIÓN DE CRITICIDAD Y VULNERABILIDAD	8
3.1.	IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES Y CRITERIOS DE CRITICIDAD FÍSICA	8
3.2.	INTERACCIÓN CON EL MEDIO NATURAL Y ANTRÓPICO.....	9
3.3.	EVALUACIÓN DE CRITICIDAD POR IMPACTO EN SERVICIOS AFECTADOS.....	9
3.4.	MATRIZ DE CRITICIDAD Y VULNERABILIDAD (CLASIFICACIÓN FINAL).....	10
4.	NARRATIVA DE RIESGOS (ANÁLISIS CUALITATIVO SIMPLIFICADO)	10
5.	ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.....	11
5.1.	Estudios hidrológicos.....	11
5.2.	Estudios hidráulicos.....	17
6.	CONCLUSIÓN.....	24
7.	BIBLIOGRAFÍA	25

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA DE RIESGOS DE DESASTRES DEL BID. FUENTE: BID, 2024.	2
FIGURA 2.	VISOR DE RIESGOS NATURALES ESG BID PARA EL AII. NOTA: NO SE OBSERVAN RIESGOS ALTOS NI MODERADOS DENTRO DEL AII. FUENTE: VISOR ESG BID.	5
FIGURA 3.	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y RELIEVE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA RN14. EN EL MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES SE APRECIA CÓMO LA TRAZA DEL PROYECTO DISCURRE SOBRE LAS TRANSICIONES DE LA MESETA CENTRAL. ESTA POSICIÓN TOPOGRÁFICA ELEVADA FUNCIONA COMO EL GRAN DORSO O DIVISORIA DE CUENCAS HÍDRICAS DEL TERRITORIO. LA MESETA SEPARA DE MANERA PRONUNCIADA EL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL EN DOS GRANDES SISTEMAS: HACIA EL OESTE, LOS CURSOS DE AGUA QUE APORTAN A LA CUENCA DEL RÍO PARANÁ, Y HACIA EL ESTE/SUR, LOS AFLUENTES DE LA CUENCA DEL RÍO URUGUAY (COMO LOS ARROYOS YAZÁ Y RAMÓN, QUE SON ATRAVESADOS POR LA RUTA. FUENTE: ELABORACIÓN DEL EQUIPO CONSULTOR EN BASE AL MDE 30M.	7
FIGURA 4.	CUENCAS DE APORTE – C01 A C13.	14
FIGURA 5.	CUENCAS DE APORTE– C14 A C21.	15
FIGURA 6.	CUENCAS DE APORTE – C22 A C30.	15



CONSTRUCCIÓN DE TERCERAS TROCHAS Y
CARRILES DE ADELANTAMIENTO EN LA RUTA
NACIONAL N°14, TRAMO: L.N. Alem (km 84 7,30) -
Campo Viera (897,10)
PROVINCIA DE MISIONES



FIGURA 7. CUENCAS DE APORTE – C31 A C43.	16
FIGURA 8. CUENCAS DE APORTE – C44 A C53.....	16
FIGURA 9. CUENCAS DE APORTE – C46, A° YAZÁ	17
FIGURA 10. MODELACIÓN BIDIMENCIONAL A° YAZÁ – PROFUNDIDADES – TR100, 100CC, 200 Y 200CC AÑOS.....	18
FIGURA 14. MODELACIÓN BIDIMENCIONAL A° YAZÁ – VELOCIDADES – TR 100, 100 CC, 200 Y 200 CC AÑOS.	18
FIGURA 15. ALCANTARILLA – A° RAMÓN.	19
FIGURA 16. MODELACIÓN BIDIMENCIONAL A° RAMÓN – PROFUNDIDADES – TR100 Y 200 AÑOS.....	20
FIGURA 14. MODELACIÓN BIDIMENCIONAL A° RAMÓN – ALCANTARILLA PROYECTADA – PLANTA.	21
FIGURA 15. MODELACIÓN BIDIMENCIONAL A° RAMÓN – ALCANTARILLA PROYECTADA – SECCIÓN TRANSVERSAL	21
FIGURA 16. MODELACIÓN BIDIMENCIONAL A° RAMÓN – PROYECTO - PROFUNDIDADES.....	22
FIGURA 17. MODELACIÓN BIDIMENCIONAL A° RAMÓN – PROYECTO – VELOCIDADES.	22
FIGURA 18. MANCHA DE INUNDACIÓN – A° RAMÓN – PROYECTO – TR50 CC.....	23

1. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

1.1. CONCEPTOS CLAVE

Adoptando el marco del Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014) y la metodología del BID, se establece que los riesgos surgen de la interacción concurrente entre la vulnerabilidad, la exposición y la amenaza o peligro. Bajo este enfoque integrado, los conceptos clave se definen de la siguiente manera:

Riesgo (o Riesgo de Desastres): El IPCC lo entiende como "un potencial de que algo valioso esté en peligro con un resultado incierto". A menudo, se representa como la probabilidad de que ocurran eventos o tendencias peligrosas multiplicada por el impacto en caso de que ocurran. En el ámbito de los desastres, se define como la probabilidad de que se produzcan pérdidas o daños en personas, infraestructura, servicios o ambiente, incorporando en su análisis consideraciones socioeconómicas.

Amenaza (o Peligro): Es el acaecimiento potencial de un suceso o tendencia físico (de origen natural o humano) que puede causar pérdidas de vidas, lesiones, daños en propiedades, infraestructuras, ecosistemas y recursos ambientales. Para el análisis de proyectos, estas amenazas se caracterizan principalmente como eventos hidrometeorológicos o geofísicos.

Exposición: Refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, infraestructura, activos o ecosistemas en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente por el área de impacto de una amenaza.

Vulnerabilidad: Es la propensión o predisposición para afectar. Esta susceptibilidad comprende una variedad de elementos que incluyen la sensibilidad al daño físico, ambiental o social, y la falta de capacidad de respuesta y adaptación ante el evento.

1.2. ENFOQUE METODOLÓGICO DEL BID

El proyecto adopta la Metodología de Evaluación de Riesgos de Desastres y Cambio Climático (MERDCC) del BID. Esta metodología permite identificar, evaluar, gestionar y dar seguimiento a los riesgos durante todo el ciclo de vida del proyecto, asegurando que las intervenciones sean eficaces, minimizando los impactos negativos y aumentando la resiliencia. Este proceso responde a los requerimientos de la Norma de Desempeño Ambiental y Social 4 (NDAS 4). El enfoque se estructura en tres fases progresivas que incluyen cinco pasos:

Fase 1: Screening y clasificación

Paso 1 - Clasificación preliminar en función de la ubicación y amenazas: Arroja una clasificación inicial identificando qué elementos están expuestos a las amenazas naturales. Se apoya en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y visores de riesgo, como el del BID ESG, así como también en mapas locales de riesgo o amenazas,

eventos históricos registrados y cualquier elemento verificado donde se identifique la presencia de una amenaza o amenazas de origen natural.

Paso 2 - Revisión de clasificación según criticidad y vulnerabilidad: Identifica la criticidad y niveles de vulnerabilidad de la infraestructura utilizando "cubos de criticidad". Estos cubos evalúan tres dimensiones: las características físicas de la obra, el impacto negativo en los servicios esenciales, y la interacción con el medio natural y antrópico. El resultado final clasifica el riesgo del proyecto en: Bajo, Moderado o Alto.

Fase 2: Evaluación cualitativa

Paso 3 - Evaluación cualitativa simplificada (narrativa): Se aplica para comprender cómo podrían materializarse los riesgos y sus posibles consecuencias, lo que ayuda a validar la información existente y facilita la toma de decisiones sobre las medidas de mitigación.

Paso 4 - Evaluación cualitativa completa: Se requiere cuando el proyecto presenta múltiples amenazas y vulnerabilidades estructurales en infraestructura de alta criticidad, donde existe un riesgo de exacerbación. Asimismo, este paso se aplica porque existen brechas aún por cerrar y se han identificado puntos críticos que requieren un mayor detalle o análisis más profundo, lo que se traducirá en medidas más específicas y robustas frente a estudios previos que resultan insuficientes para descartar un riesgo residual grave.

Fase 3: Evaluación cuantitativa

Paso 5 - Evaluación cuantitativa: Implica realizar modelaciones numéricas para evaluar a fondo la vulnerabilidad, la amenaza y el riesgo, estimando los impactos sociales o las pérdidas económicas esperadas. Su fin es evaluar la tolerancia al riesgo y la viabilidad técnica para definir medidas paliativas proporcionales. Luego de las fases cualitativas y cuantitativas para proyectos de riesgo moderado o alto, la metodología exige la elaboración de un Plan de Gestión del Riesgo de Desastres (PGRD) como herramienta de gestión integral.

Los términos de referencia solicitan desarrollar estudio de riesgos de desastres equivalente a los tres primeros pasos de la metodología de riesgos de desastres del BID (MERDCC) IDB (Disaster Risk Assessment Methodology), que incluya: Paso 1 - Identificación de amenazas, Paso 2 - Evaluación de criticidad y vulnerabilidad, y Paso 3- Narrativa de riesgos o análisis cualitativo simplificado.

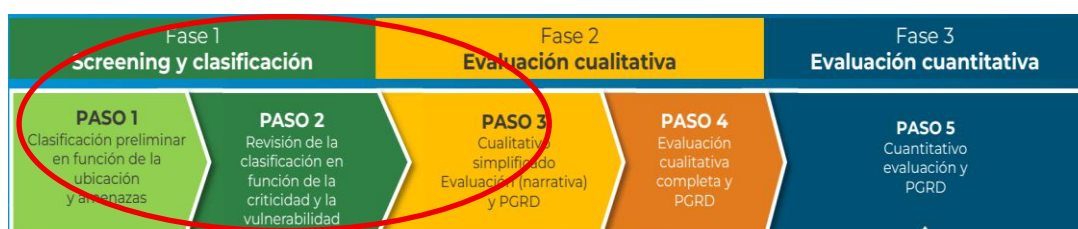


Figura 1. Esquema de la metodología de riesgos de desastres del BID. Fuente: BID, 2024.

1.3. ESCALA DE EVALUACIÓN CUALITATIVA UTILIZADA

Para determinar la escala de evaluación cualitativa se aplica el Paso 2 (Fase 1) de la metodología del BID, el cual se enfoca en establecer el nivel de criticidad y vulnerabilidad de la infraestructura frente a las amenazas naturales previamente identificadas.

El objetivo de este paso es comprender la vulnerabilidad del proyecto y qué tan crítico sería que se interrumpieran o cancelaran los servicios que este provee a causa de posibles daños. Para ello, se utiliza una herramienta metodológica denominada "Cubos de criticidad y vulnerabilidad", que refleja los atributos técnicos más relevantes según el tipo de infraestructura.

La escala cualitativa evalúa el proyecto a través de tres dimensiones principales:

- ⇒ Características físicas: Evalúa la complejidad constructiva de la obra civil. Para el caso de vías de transporte, considera elementos como la longitud de los puentes, la presencia de túneles importantes y la capacidad o tamaño de las estructuras de drenaje.
- ⇒ Impacto negativo en los servicios esenciales (o impacto en la población): Analiza la magnitud de los efectos negativos sobre terceros ante la pérdida o interrupción del servicio. Evalúa si la ruta de abastecimiento (combustibles, alimentos, medicina) colapsaría, qué tan inaccesibles quedarían los servicios esenciales y el volumen de tránsito afectado (cantidad de vehículos por hora o por día).
- ⇒ Interacción con el medio natural y antrópico: Considera el comportamiento de la obra en su entorno. Evalúa si el trazado posee tramos con pendientes elevadas, la propensión a deslizamientos que puedan causar la ruina parcial o total de la vía, y su nivel de incidencia sobre los centros poblados o asentamientos aledaños.

Niveles de la Escala: Cada una de las tres dimensiones mencionadas se evalúa asignándole una puntuación cualitativa en una escala de tres niveles:

Nivel 1: Baja criticidad

Nivel 2: Moderada criticidad

Nivel 3: Alta criticidad

Criterio de Clasificación Final (Enfoque conservador): La metodología adopta un enfoque conservador para definir el resultado final. Esto significa que la categoría más alta obtenida en cualquiera de las tres dimensiones se tomará como la clasificación global de riesgo para la operación.

De este modo, al combinar los resultados del cubo de criticidad con la exposición a amenazas del área de emplazamiento, el proyecto recibirá una clasificación final de riesgo de desastres que podrá ser: Riesgo Bajo, Riesgo Moderado o Riesgo Alto.

1.4. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE RIESGOS

1. Riesgo Bajo: Un proyecto se clasifica con riesgo bajo cuando la exposición a amenazas es mínima o su nivel de criticidad y vulnerabilidad no representa un peligro significativo para los servicios esenciales, la población o el entorno. Si la operación obtiene esta clasificación en la fase preliminar (Fase 1), puede salir del proceso de evaluación en este punto, no siendo estrictamente necesario avanzar a evaluaciones cualitativas o cuantitativas adicionales.

2. Riesgo Moderado: Un proyecto es catalogado típicamente como de riesgo moderado si es probable que una o más amenazas naturales prevalentes ocurran al menos una vez durante el período de ejecución (construcción) o durante la vida útil operativa del proyecto.

Criterio de impacto: La severidad probable de los impactos a corto y medio plazo se considera "promedio".

Alcance: Por lo general, los impactos negativos están confinados exclusivamente al sitio del proyecto y pueden mitigarse a un costo razonable.

Acciones requeridas: Los proyectos en esta categoría deben avanzar a la Fase 2 para realizar una evaluación cualitativa simplificada (Paso 3) o completa, y formular un Plan de Gestión de Riesgos de Desastres (PGRD) que identifique las brechas que deben cerrarse y establezca las medidas de mitigación necesarias.

3. Riesgo Alto: Esta clasificación se aplica cuando el proyecto presenta infraestructura de alta criticidad (por ejemplo, obteniendo puntajes máximos en los cubos de criticidad, como 3-3-2) combinada con vulnerabilidades estructurales y una alta exposición a múltiples amenazas naturales. En este escenario, es probable que ocurran amenazas significativas varias veces durante la construcción o la operación del proyecto.

Criterio de impacto: La severidad probable de los impactos sociales, económicos o ambientales generados a corto o mediano plazo es "mayor o extrema".

Alcance: Existe una clara posibilidad de exacerbación del riesgo sobre el entorno y la población.

Acciones requeridas: Dado que en estos casos los estudios preliminares suelen ser insuficientes para descartar un riesgo residual grave, el proyecto está obligado a someterse a una evaluación cualitativa exhaustiva o completa (Paso 4) y, eventualmente, a modelos cuantitativos (Paso 5) para dimensionar las pérdidas económicas o humanas esperadas. Asimismo, es imperativo el diseño de un robusto Plan de Gestión del Riesgo de Desastres (PGRD).

2. IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS NATURALES

2.1. FUENTES DE INFORMACIÓN CLIMÁTICA Y GEOFÍSICA

El pilar fundamental de esta fase es el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Mediante el SIG, se procede a superponer la geometría de las áreas de influencia del proyecto con mapas de amenazas globales y regionales.

Para esto, la metodología recomienda el uso del Visor de riesgos naturales del BID ESG, el cual cuenta con mapas de amenazas hidrometeorológicas y geofísicas, lo que permite observar gráficamente qué elementos de la obra están físicamente expuestos y arroja una clasificación preliminar del riesgo según la ubicación (BID).

La elaboración de la línea de base y la identificación de amenazas se nutrió también de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) y fuentes oficiales. Las fuentes edafológicas incluyeron las Cartas de Suelos de la República Argentina publicadas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Los registros climáticos históricos se obtuvieron de las estadísticas a largo plazo de la estación Posadas Aero del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Para el análisis de las proyecciones y el riesgo climático, se empleó el Sistema de Mapas de Riesgo al Cambio Climático del gobierno nacional (SIMARCC, 2023), asegurando así el uso de información actualizada y georreferenciada para el tramo en estudio.

2.2. AMENAZAS HIDROMETEOROLÓGICAS RELEVANTES

En base al visor de riesgos naturales del BID ESG se puede estimar que no existe amenazas moderadas ni altas dentro del AII del proyecto.

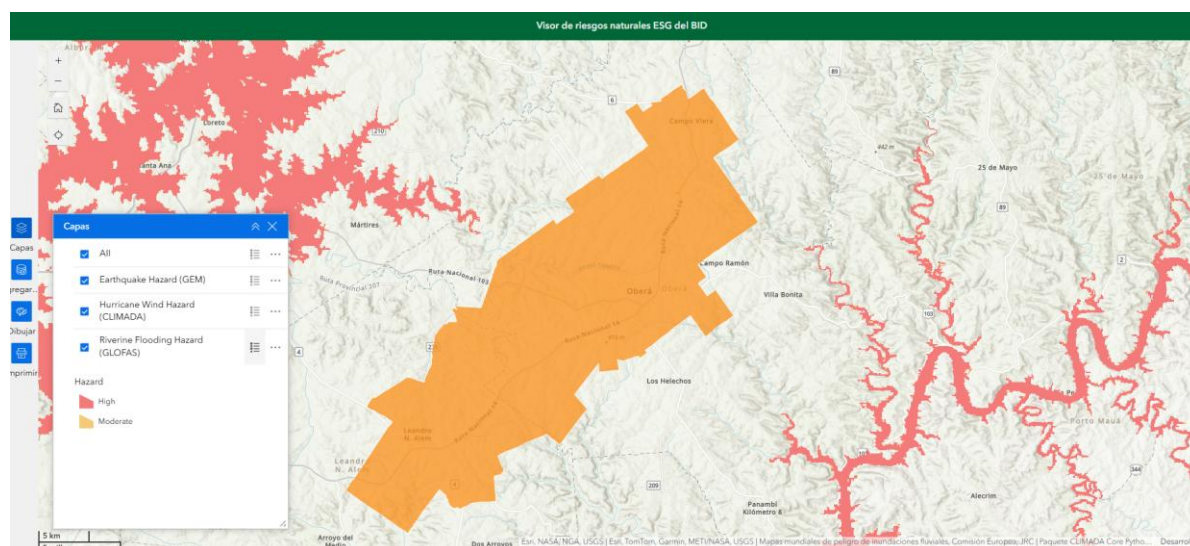


Figura 2. Visor de riesgos naturales ESG BID para el AII. Nota: No se observan riesgos altos ni moderados dentro del AII. Fuente: Visor ESG BID.

En base a las fuentes consultas locales, las amenazas hidrometeorológicas están definidas por la dinámica del clima "subtropical sin estación seca" y una marcada tendencia hacia la tropicalización y variabilidad climática. A partir del análisis de los registros históricos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para la estación

Posadas Aero y las proyecciones del Sistema de Mapas de Riesgo al Cambio Climático (SIMARCC, 2023), se destacan los siguientes fenómenos peligrosos:

Lluvias intensas y precipitaciones extremas: Históricamente, la región registra un promedio de precipitación anual de 1.873 mm, con una alta concentración en el mes de octubre (253,4 mm promedio mensual). Sin embargo, la mayor amenaza proviene de los eventos diarios extremos, los cuales han llegado a superar los 150 mm y hasta 200 mm diarios. El análisis histórico demuestra un incremento sostenido en la frecuencia de días con precipitaciones que superan el percentil 95 (establecido localmente en 59,38 mm/día). Hacia el futuro (período 2040-2074), las modelaciones del SIMARCC (2023) bajo los escenarios del IPCC prevén que este régimen pluviométrico se intensificará, alcanzando medias anuales de entre 1.934,1 mm (escenario de emisiones medias SSP 245) y 1.969,4 mm (escenario de emisiones altas SSP 585), con precipitaciones máximas promedio esperadas de hasta 55,3 mm acumulados en episodios de 5 días consecutivos.

Tormentas severas y tornados: Debido al constante desarrollo convectivo de las masas de aire cálido y húmedo, la provincia de Misiones se ubica geográficamente dentro del área de riesgo de ocurrencia de tornados y tormentas severas de la República Argentina. El período de mayor peligrosidad para la formación de cumulonimbos asociados a vientos destructivos y granizo se concentra en los meses de primavera y verano (SMN).

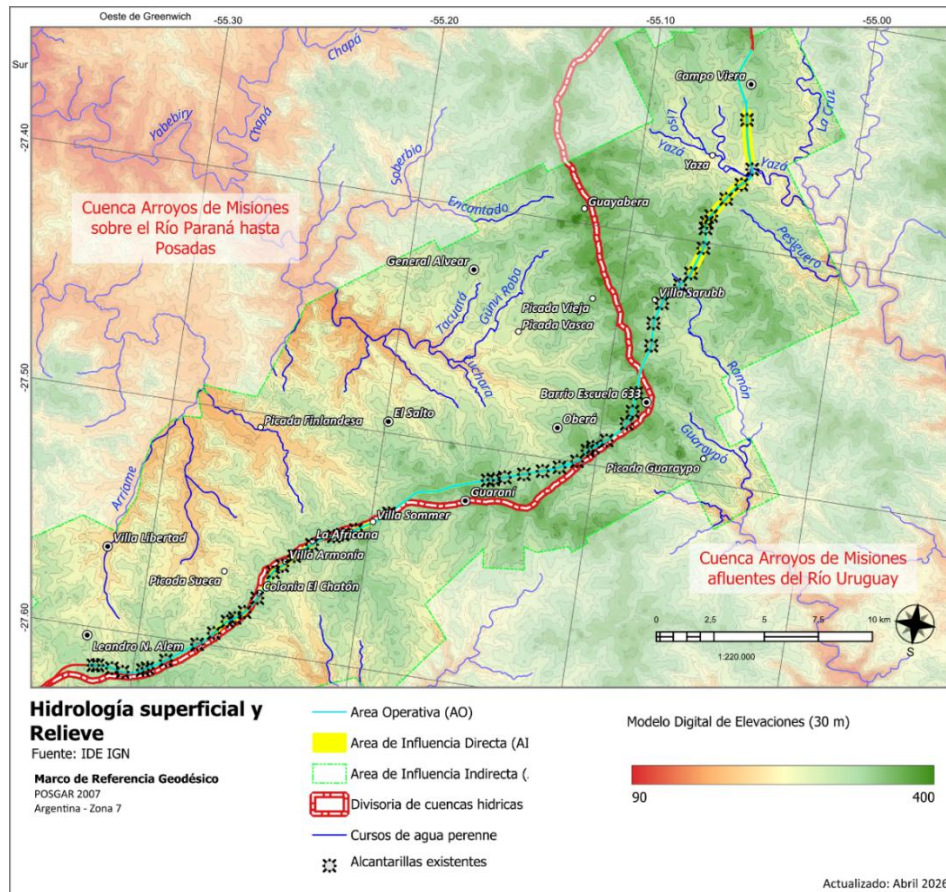


Figura 3. Hidrología superficial y relieve del área de influencia de la RN14. En el modelo digital de elevaciones se aprecia cómo la traza del proyecto discurre sobre las transiciones de la Meseta Central. Esta posición topográfica elevada funciona como el gran dorso o divisoria de cuencas hídricas del territorio. La meseta separa de manera pronunciada el escurrimiento superficial en dos grandes sistemas: hacia el oeste, los cursos de agua que aportan a la cuenca del Río Paraná, y hacia el este/sur, los afluentes de la cuenca del Río Uruguay (como los arroyos Yazá y Ramón, que son atravesados por la ruta. Fuente: Elaboración del equipo consultor en base al MDE 30m.

2.3. AMENAZAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

La manifestación de las amenazas geológicas en la región está directamente condicionada por la interacción entre las variaciones meteorológicas extremas y un medio físico particular. El área presenta un basamento de gruesas coladas volcánicas (basaltos de la Formación Serra Geral) recubierto por un potente manto de suelos residuales lateríticos ("tierra colorada") producto de millones de años de meteorización química (Tchilinguirian et al., 2005). Al encontrarse en una zona de amenaza sísmica general baja, los peligros geodinámicos dominantes son:

Movimientos en masa y deslizamientos localizados: El área presenta un basamento de rocas volcánicas recubierto por un potente manto de suelos residuales lateríticos, producto de una intensa meteorización química (Tchilinguirian et al., 2005). Al superponer este tipo de suelo con los datos del mapa topográfico elaborado para el proyecto, se corrobora que varios sectores del trazado discurren por relieves de alta pendiente que alcanzan valores cercanos al 25%. Frente a los episodios prolongados de lluvias, estos gruesos estratos de suelo experimentan un rápido proceso de saturación hídrica (Tchilinguirian et al., 2005). La infiltración excesiva en estos tramos tan escarpados eleva la presión intersticial y disminuye drásticamente la cohesión de los materiales lateríticos. Esto se traduce en una mayor probabilidad de ocurrencia de deslizamientos localizados y remoción en masa superficial que amenazan directamente la estabilidad de la ruta, manifestándose principalmente como pérdida de banca (descalzamiento y ruina parcial de taludes y banquetas), en lugar de la caída de material rocoso sobre la calzada. Estos sectores vulnerables se encuentran debidamente sectorizados gracias a los datos topográficos extraídos del Modelo Digital de Elevaciones (MDE de 30m), el cual permitió identificar espacialmente aquellas secciones de la vía que discurren por laderas con pendientes críticas cercanas al 25%, tal como se ilustra en la cartografía de la Figura 4.

Erosión hídrica severa: La combinación de los relieves con fuertes declives (cercanos al 25%), suelos de textura limo-arcillosa y el impacto directo de las precipitaciones torrenciales otorga a toda el área geográfica una susceptibilidad extrema frente a la erosión hídrica y la rápida conformación de cárcavas (Casas et al., 2022). Este proceso representa un factor de deterioro y socavación constante para los taludes, banquetas y terraplenes del corredor vial, un riesgo que se ve exacerbado en las áreas donde se ha perdido la cobertura vegetal original.

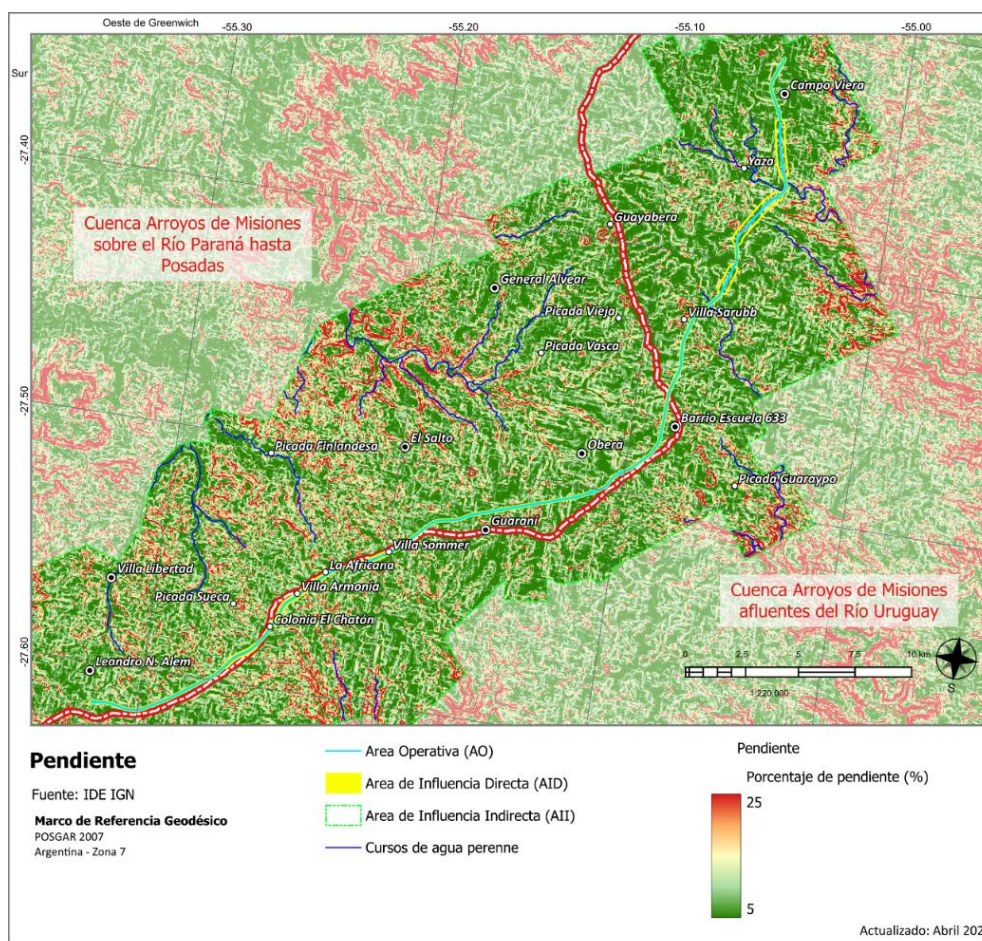


Figura 4. Pendiente. Nota: Se identifican tramos topográficos con inclinaciones críticas cercanas al 25%, asociadas a una mayor probabilidad de deslizamientos. Fuente: Elaboración del equipo consultor en base al MDE 30m.

3. EVALUACIÓN DE CRITICIDAD Y VULNERABILIDAD

El segundo paso de la Fase 1 de la Metodología de Evaluación de Riesgos de Desastres y Cambio Climático (MERDCC) tiene como objetivo comprender la vulnerabilidad intrínseca del proyecto y determinar qué tan crítico sería que se interrumpieran los servicios que este provee a causa de las amenazas naturales (Barandiarán et al., 2019; BID). Para ello, se evalúan los componentes de la Ruta Nacional Nº 14 aplicando el "Cubo de Criticidad de Vías de Transporte", el cual analiza el proyecto en tres dimensiones: características físicas, impacto en servicios esenciales e interacción con el ambiente.

3.1. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES Y CRITERIOS DE CRITICIDAD FÍSICA

El proyecto abarca la repavimentación de la calzada central, la construcción de terceras trochas y carriles de adelantamiento entre Leandro N. Alem y Campo Viera, e incluye el mantenimiento de obras de arte mayores y un sistema de desagües complementarios. Al aplicar la matriz del BID para la dimensión de Características Físicas, el proyecto recibe una calificación de Nivel 2 (Moderada). Esta categorización

se fundamenta en los parámetros de diseño de la infraestructura existente y proyectada:

El trazado incluye puentes que recaen en la categoría de "media importancia" (longitudes estipuladas entre los 20 y 100 metros), siendo el ejemplo más crítico el puente sobre el Arroyo Yazá, el cual cuenta con una longitud aproximada de 40 metros.

El proyecto no requiere la construcción de nuevas y masivas obras hidráulicas, sino que prevé el uso de estructuras de drenaje de media capacidad, con luces comprendidas en el rango de 1,2 a 10 metros (BID, 2024).

3.2. INTERACCIÓN CON EL MEDIO NATURAL Y ANTRÓPICO

La traza vial interactúa dinámicamente con un medio físico complejo, discurriendo por un relieve con valles encajonados. Al superponer el diseño de las nuevas trochas con la topografía, se identifican algunos tramos con pendientes elevadas (cercanas al 25%) sobre suelos residuales lateríticos.

Frente a la amenaza de lluvias intensas y saturación de estos suelos, existe un peligro latente de deslizamientos localizados. Sin embargo, la materialización de esta amenaza causaría la "ruina parcial de la vía" (daños en taludes o banquetas) y no el colapso estructural masivo del corredor. Por lo tanto, de acuerdo con los umbrales de la matriz, la dimensión de "Interacción con el medio natural y antrópico" recibe una calificación de Nivel 2 (Moderada).

3.3. EVALUACIÓN DE CRITICIDAD POR IMPACTO EN SERVICIOS AFECTADOS

La RNN°14 no es solo una vía de conexión local, sino un corredor logístico estratégico. El corredor absorbe la carga de la cadena logística regional, presentando picos operativos de alta intensidad. El proyecto es la arteria vital para el acceso a la salud pública en la región dado que es el punto crítico en la rotonda de acceso al Hospital SAMIC de Oberá, la cual funciona como un nodo de circulación altamente sensible para pacientes y vehículos de emergencia. Una falla o corte en la ruta volvería de difícil acceso a estos servicios esenciales para un gran porcentaje de la población, aunque existen vías complementarias.

Asimismo, la traza opera como el corredor estructurante para el acceso al sistema educativo de la región. En localidades como Campo Viera y Leandro N. Alem numerosos establecimientos de nivel primario y secundario se emplazan en las inmediaciones de la ruta. Los institutos de educación superior (terciarios y universitarios) de la zona generan un flujo constante de estudiantes que provienen de localidades distantes y dependen exclusivamente de este corredor para asistir a clases.

De acuerdo con la matriz del BID, dado que múltiples servicios vitales (una red de decenas de escuelas, institutos superiores y el hospital regional) se volvería de difícil acceso tras un corte o falla de la vía, y que el volumen vehicular no supera los 600 vehículos por hora, la dimensión de Impacto negativo en servicios esenciales recibe la calificación de Nivel 2 (Moderada).

3.4. MATRIZ DE CRITICIDAD Y VULNERABILIDAD (CLASIFICACIÓN FINAL)

La metodología MERDCC establece que se debe utilizar un "enfoque conservador" para determinar la criticidad global del proyecto, tomando la categoría más alta obtenida en cualquiera de los ejes del cubo de criticidad.

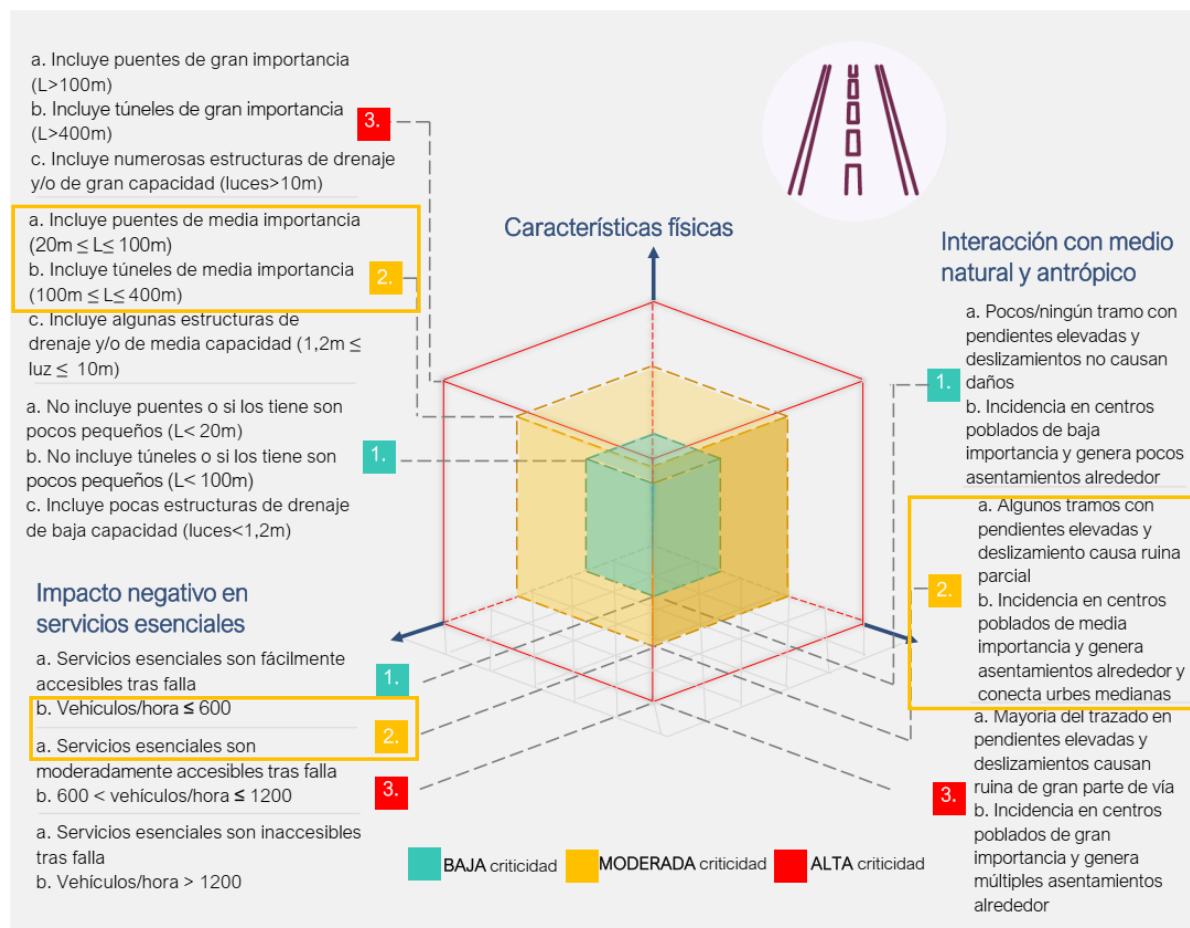


Figura 5. Cubo de criticidad y vulnerabilidad aplicado al proyecto de la Ruta Nacional N°14. Fuente: Elaboración del equipo consultor a metodología BID.

La matriz 3D resultante para el proyecto de la RNN°14 se configura de la siguiente manera:

- Características físicas: Nivel 2
- Impacto negativo en servicios esenciales: Nivel 2
- Interacción con el medio natural y antrópico: Nivel 2

Conclusión del Paso 2: Al obtener una coordenada de 2-2-2 en el cubo, la infraestructura consolida una Criticidad MODERADA.

4. NARRATIVA DE RIESGOS (ANÁLISIS CUALITATIVO SIMPLIFICADO)

Al analizar la superposición de las amenazas climáticas con la vulnerabilidad del corredor, se identifican las siguientes dinámicas:

Ausencia de anegamientos prolongados pero alta energía de escorrentía: Si bien existe una amenaza de precipitaciones extremas asociadas a la "tropicalización" del clima, es

fundamental destacar que no se evidencian grandes anegamientos ni acumulación de agua prolongada en el sector del proyecto. Esto se debe a que la traza discurre sobre un relieve de "planalto disectado" con terreno pedregoso y lomos elevados que funcionan como divisorias de cuencas. Al tener este relieve, el agua no se estanca, pero genera un escurrimiento superficial muy rápido y destructivo. La amenaza real para la obra no es la inundación por estancamiento, sino el riesgo de erosión hídrica, pérdida de material en los taludes y la sobrecarga hidráulica rápida (crecidas repentinas) en alcantarillas y puentes.

Afectación indirecta a la población por inestabilidad de laderas: La topografía muestra que los tramos con pendientes críticas (cercas al 25%) se ubican predominantemente en sectores con baja densidad de población o áreas rurales. Por lo tanto, un eventual deslizamiento localizado por saturación de suelos no representaría un peligro directo de aplastamiento para los asentamientos urbanos. Sin embargo, la materialización de un deslizamiento en estos sectores despoblados provocaría el corte o ruina parcial de la vía. Dado que la RN14 es el eje estructurante de la región, este corte dejaría automáticamente aislados a los núcleos urbanos (como Oberá, Leandro N. Alem y Campo Viera) de los servicios esenciales, justificando su alta criticidad sistémica.

Riesgos exacerbados en etapa constructiva: Durante la fase de ejecución de la obra, el riesgo vial se verá incrementado significativamente al coincidir los frentes de trabajo con el calendario de festividades locales y regionales, fechas en las cuales se concentra un volumen de tránsito superior al habitual.

A partir de este diagnóstico, se identifican la siguiente brecha: Dado que no se prevé la construcción de alcantarillas nuevas hay una falta de modelaciones hidráulicas enfocadas en la velocidad de la escorrentía superficial y el riesgo de socavación, para verificar si el sistema de drenaje existente soporta los caudales rápidos proyectados.

5. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

5.1. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

En el presente estudio se realizó el análisis mediante métodos de transformación lluvia-caudal, por lo que resulta necesario determinar las principales características fisiográficas de las cuencas de aporte de eventuales excesos superficiales a las diferentes obras que integran el sistema de desagües pluviales de la ruta.

Para el estudio hidrológico de las cuencas de aporte se utilizará el software HEC-HMS (Hydrologic Modeling System, provisto por la United States Army Corps of Engineers de Estados Unidos). Este modelo permite, entre otras cosas, el análisis de cuencas hidrográficas y la generación de hidrogramas de escorrentía a partir de tormentas sintéticas (o registradas) sobre el área de estudio en un espacio temporal del tipo discreto.

El modelo proporciona una variedad de opciones para visualizar los resultados. Se mencionan a modo de ejemplo: lámina precipitada, pérdidas, escorrentía superficial,

hidrogramas de caudales, caudales máximos, etc. que se pueden visualizar en gráficos y/o tablas. De esta manera, se podrán efectuar análisis sobre el comportamiento hidrológico de la cuenca.

Como sistema de transformación lluvia-caudal se ha utilizado la opción del Hidrograma Unitario propuesto por el SCS (Soil Conservation Service de los EEUU), que utiliza la relación entre el tiempo de concentración (T_c) y el "Lag" o tiempo de desfase entre el instante que se produce el pico del hidrograma y el centroide de la tormenta que se analiza. Habitualmente puede estimarse con la siguiente expresión: $0.6 \times T_c$ (T_c : tiempo concentración de la cuenca), aunque el valor de dicho coeficiente podría incrementarse en aquellos casos donde la geomorfología de la cuenca genera aportes más desfasados en el tiempo (cuencas con poca pendiente y/o vías de escurrimiento divagantes).

El proceso de generación de los hidrogramas para cada cuenca se inicia calculando la precipitación neta, es decir, la remanente luego de descontadas las pérdidas por infiltración e intercepción. De las opciones que dispone el modelo se seleccionó la opción del método SCS mediante el número de curva (CN). El método se basa en la consideración de un valor de pérdida inicial y luego pérdida uniforme a lo largo del tiempo, en función de los tipos, usos y condiciones de humedad antecedentes del suelo presentes en las cuencas que se consideren.

Con los parámetros de cálculo así establecidos, usando el modelo HMS se han determinado para las distintas subcuencas identificadas a lo largo de la traza del camino en estudio, las escorrentías generadas por las precipitaciones sintéticas de 50 y 100 de recurrencia que permitirán verificar las obras hidráulicas de la ruta. En particular, para verificar hidráulicamente las obras de arte mayores (puentes) se utilizará un evento de tormenta asociado a un período de retorno de 200 años.

Las cuencas identificadas ("C01" a "C53") se presentan en el plano en anexo. En dicho Plano y en la Tabla que se presenta a continuación se indican los principales parámetros de cada una de las cuencas de aporte: Identificación; Área; Perímetro; longitud de la trayectoria del escurrimiento superficial; desnivel topográfico; pendiente de la cuenca.

Cuenca	Área (Ha)	Perímetro (m)	Trayectoria (m)	Hmín (mIGN)	Hmáx (mIGN)	ΔH (m)	i (%)
C01	18.29	2369.82	603.00	312.67	340.91	28.24	4.68
C02	10.95	1636.09	514.87	313.73	339.94	26.21	5.09
C03	9.70	1715.01	420.09	320.97	339.64	18.66	4.44
C04	18.52	3138.27	809.50	322.15	342.13	19.98	2.47
C05	4.53	1166.05	422.15	335.87	353.63	17.76	4.21
C06	17.09	2036.78	568.52	337.19	356.33	19.14	3.37

Cuenca	Área (Ha)	Perímetro (m)	Trayectoria (m)	Hmín (mIGN)	Hmáx (mIGN)	ΔH (m)	i (%)
C07	11.58	2487.32	700.82	342.97	356.92	13.95	1.99
C08	10.61	3924.24	1311.05	325.07	360.63	35.56	2.71
C09	5.94	2495.55	618.63	328.04	345.12	17.08	2.76
C10	1.66	746.13	232.52	342.09	346.62	4.52	1.95
C11	8.26	1541.99	347.46	335.46	351.22	15.76	4.54
C12	8.63	2463.02	610.07	326.23	340.65	14.42	2.36
C13	13.62	2641.04	714.33	328.03	336.88	8.85	1.24
C14	11.63	2893.11	687.58	321.29	335.97	14.68	2.14
C15	5.93	1166.60	248.57	331.71	337.26	5.56	2.24
C16	9.39	2319.81	571.36	326.31	342.17	15.86	2.78
C17	23.77	3954.36	907.83	328.64	346.71	18.07	1.99
C18	3.84	1159.65	322.63	342.68	352.22	9.53	2.95
C19	12.08	2545.74	636.03	340.41	347.67	7.26	1.14
C20	7.01	2138.63	861.15	339.00	378.14	39.14	4.55
C21	17.13	6467.77	1854.64	331.15	368.73	37.58	2.03
C22	74.00	8523.32	2955.06	335.09	376.80	41.71	1.41
C23	19.92	2567.10	951.53	329.95	375.44	45.49	4.78
C24	88.58	4870.11	1510.67	323.56	381.80	58.23	3.85
C25	195.68	8629.05	2899.57	320.03	380.88	60.85	2.10
C26	118.93	6411.21	1741.96	320.20	381.62	61.42	3.53
C27	26.82	3013.65	786.90	337.90	366.74	28.84	3.67
C28	12.43	2266.90	749.49	348.03	381.36	33.33	4.45
C29	9.38	1517.33	369.83	359.57	380.00	20.44	5.53
C30	5.14	1075.32	380.04	362.43	368.73	6.30	1.66
C31	11.25	2185.30	574.47	355.44	362.33	6.89	1.20
C32	97.32	6545.45	1656.12	347.78	388.92	41.14	2.48
C33	3.83	919.18	335.91	373.55	380.40	6.85	2.04
C34	13.79	2624.36	567.09	371.46	396.57	25.11	4.43
C35	129.29	7364.26	2688.54	324.40	390.58	66.17	2.46
C36	161.18	6674.42	1921.00	319.76	392.82	73.06	3.80
C37	123.77	5840.57	2021.41	327.45	391.26	63.81	3.16
C38	2027.27	29927.99	9021.98	321.40	402.80	81.40	0.90

Cuenca	Área (Ha)	Perímetro (m)	Trayectoria (m)	Hmín (mIGN)	Hmáx (mIGN)	ΔH (m)	i (%)
C39	31.12	3041.93	734.16	335.46	368.13	32.67	4.45
C40	26.58	2640.70	796.11	354.51	377.29	22.78	2.86
C41	19.28	2118.75	752.88	331.75	370.80	39.06	5.19
C42	141.96	7537.84	2196.76	330.09	372.71	42.62	1.94
C43	19.26	2438.38	817.67	334.51	392.91	58.40	7.14
C44	13.20	2446.15	736.32	325.30	342.39	17.09	2.32
C45	39.26	2817.04	864.27	281.79	349.83	68.04	7.87
C46	8167.88	53841.88	14037.27	250.65	401.87	151.23	1.08
C47	55.88	4240.19	1626.06	279.40	351.72	72.32	4.45
C48	85.86	4474.42	1718.46	302.17	363.54	61.38	3.57
C49	49.73	3121.44	982.40	319.56	361.41	41.85	4.26
C50	109.44	4574.17	1588.11	308.91	363.08	54.18	3.41
C51	11.21	1397.64	550.35	338.14	364.52	26.38	4.79
C52	6.52	1379.80	573.02	346.67	364.10	17.43	3.04
C53	16.60	2037.37	855.72	352.56	363.56	11.00	1.29

Tabla 1. Parámetros geomorfológicos de las cuencas de aporte.

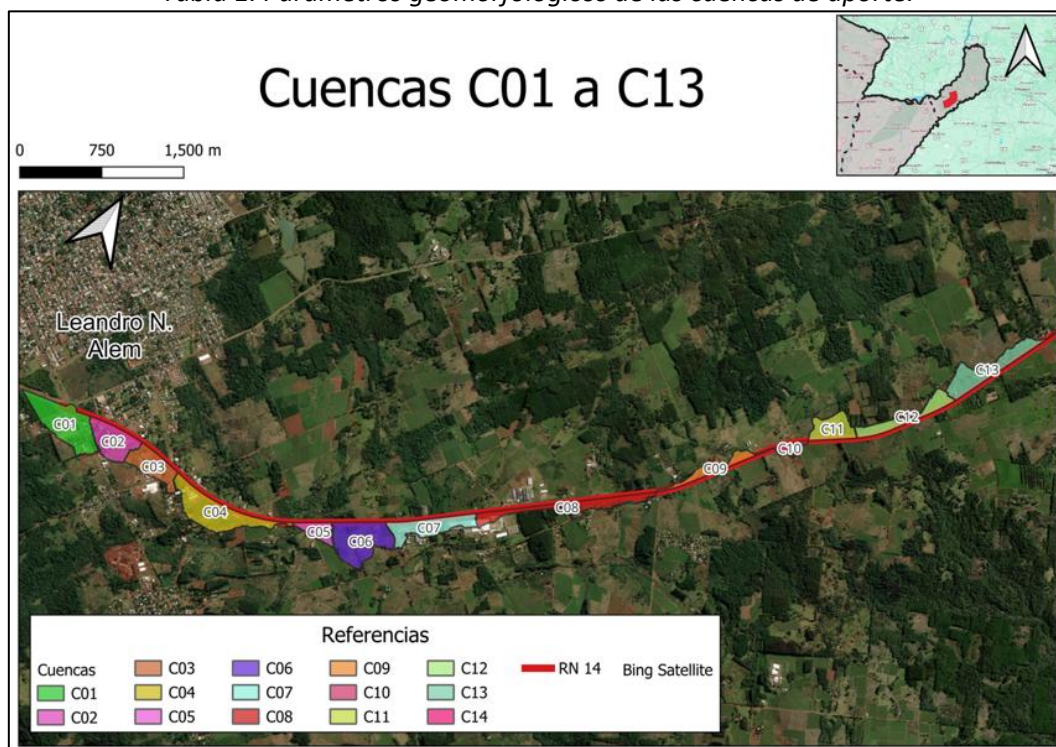


Figura 4. Cuencas de Aporte – C01 a C13.

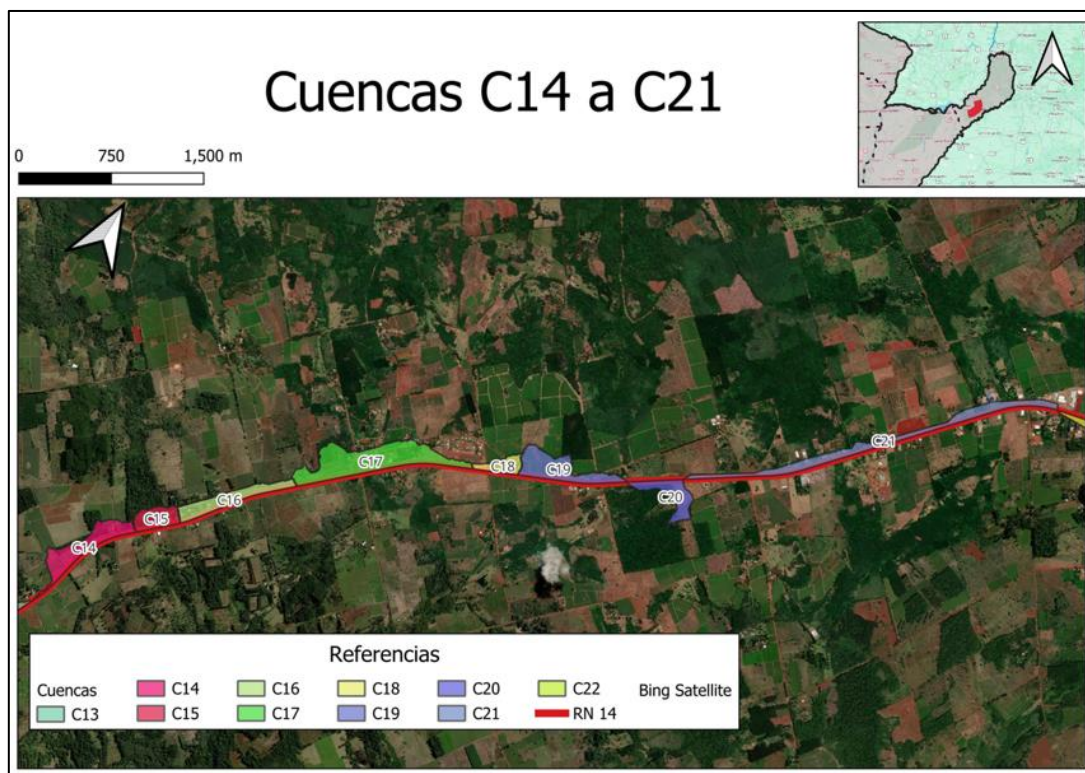


Figura 5. Cuencas de Aporte– C14 a C21.

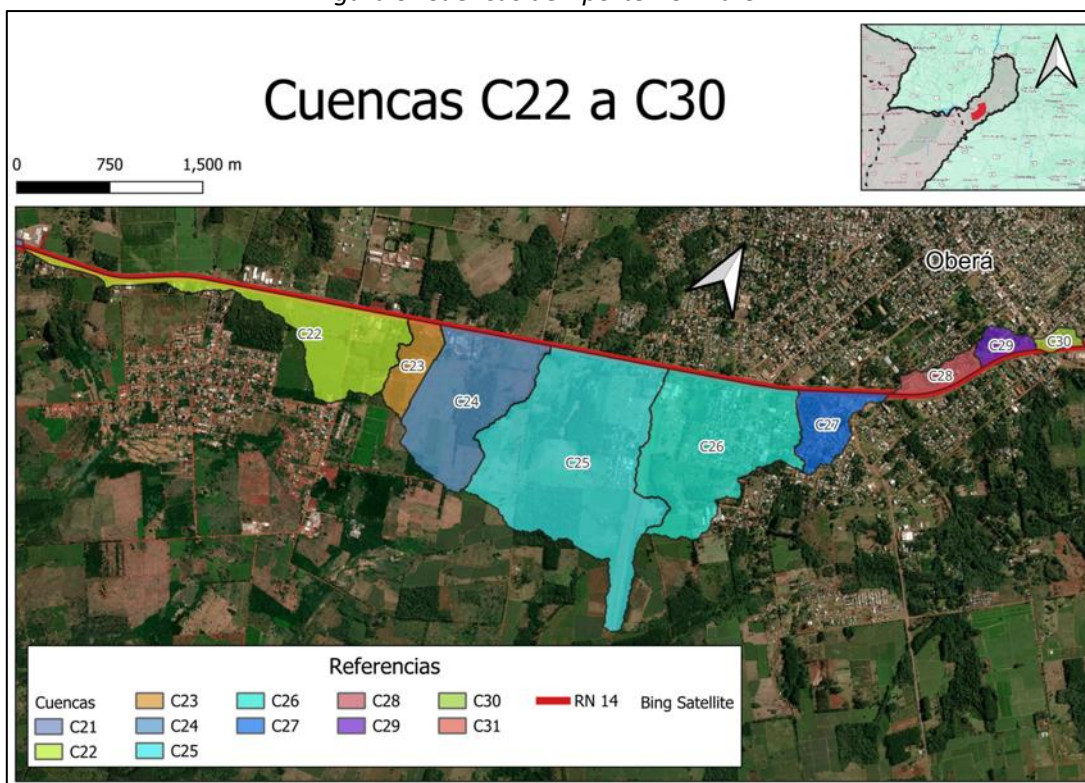


Figura 6. Cuencas de Aporte – C22 a C30.

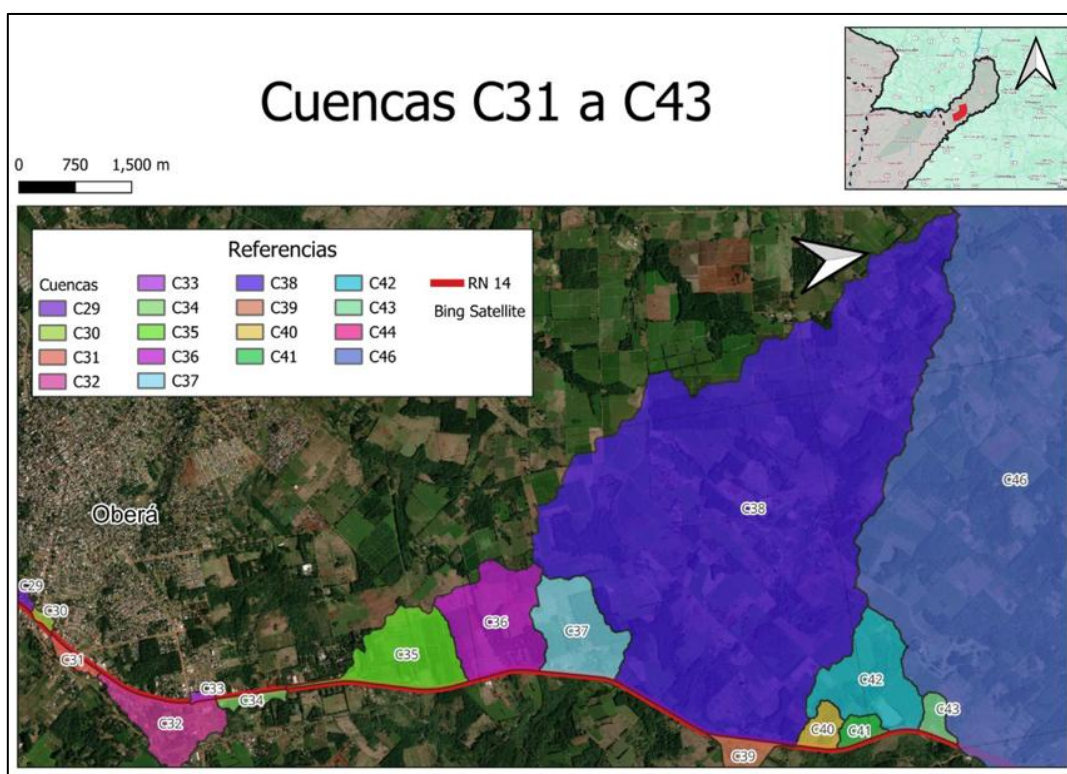


Figura 7. Cuencas de Aporte – C31 a C43.

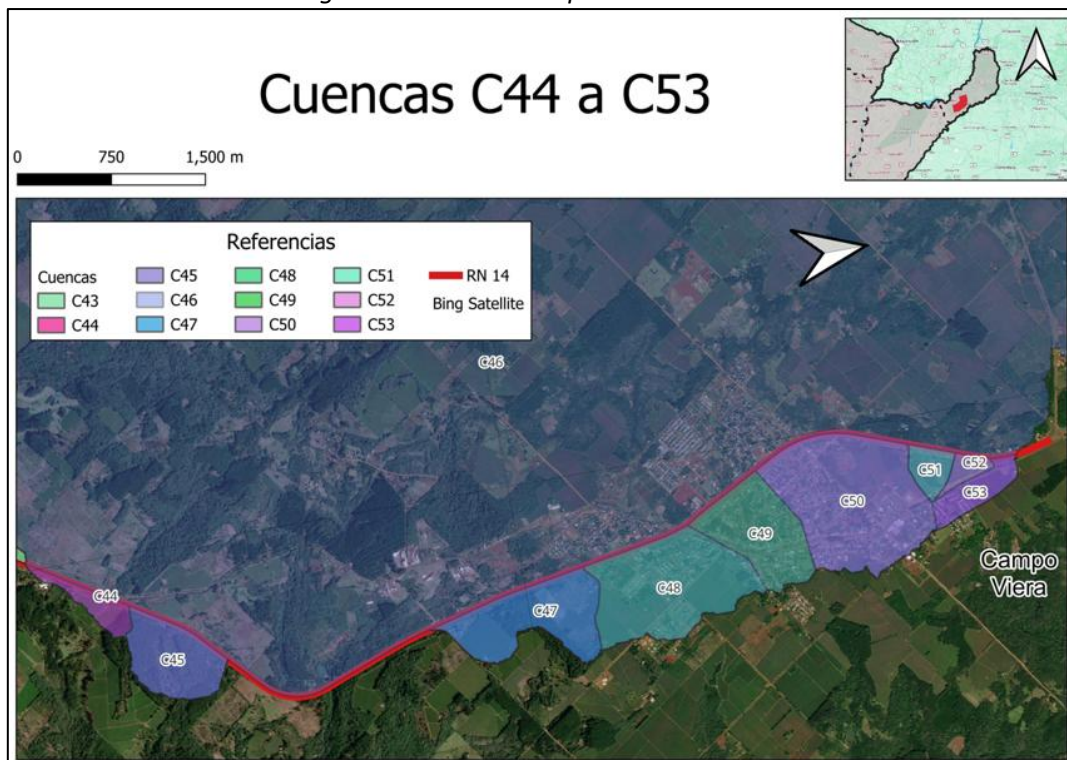


Figura 8. Cuencas de Aporte – C44 a c53.

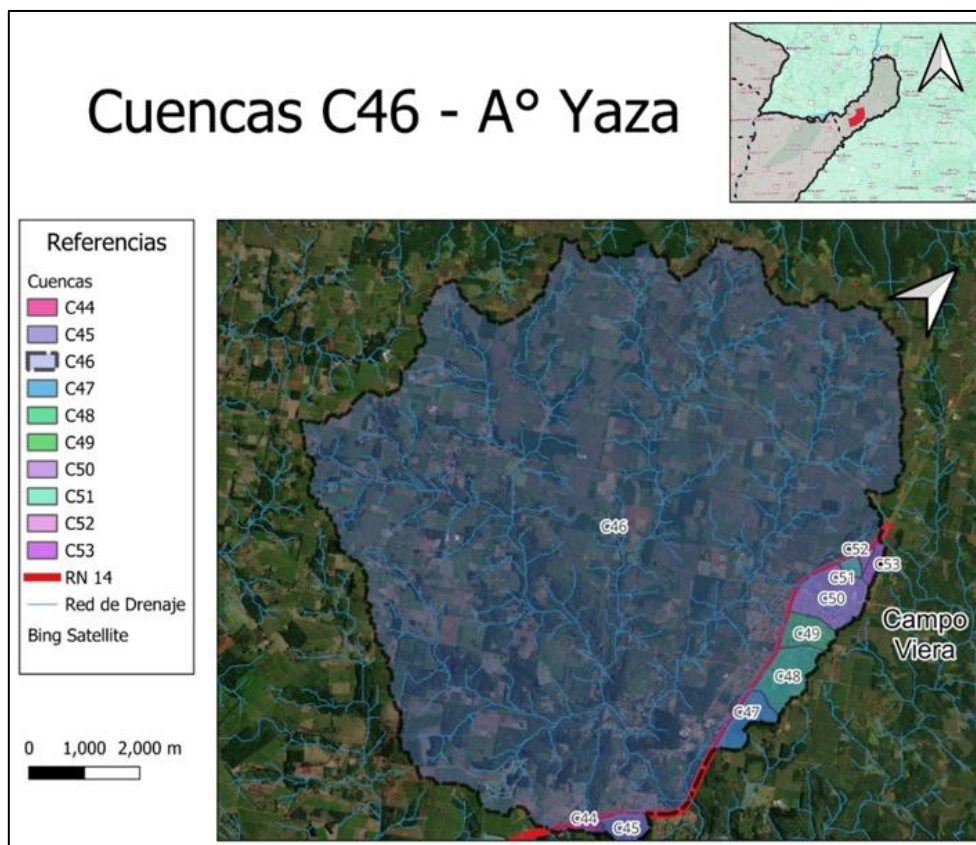


Figura 9. Cuencas de Aporte – C46, A° Yazá

5.2. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

Se desarrollaron estudios específicos orientados a verificar la capacidad de conducción frente a los caudales de diseño obtenidos en el análisis hidrológico precedente.

Los caudales utilizados en la presente instancia corresponden a valores preliminares obtenidos a partir de la modelación hidrológica desarrollada para el proyecto. En etapas posteriores dichos valores serán ajustados incorporando los factores de incremento asociados a los escenarios de cambio climático definidos para el estudio.

Las obras identificadas comprenden tanto alcantarillas transversales como el puente existente sobre el Arroyo Yazá, las cuales presentan características geométricas y condiciones de funcionamiento diferentes, requiriendo por lo tanto metodologías de análisis particulares para cada caso.

Para las obras de arte menores se empleó el programa HY-8 desarrollado por la Federal Highway Administration (FHWA) de los Estados Unidos, herramienta ampliamente utilizada para la evaluación hidráulica de alcantarillas. Por su parte, el análisis del puente sobre el Arroyo Yazá fue realizado mediante modelación hidrodinámica bidimensional utilizando el programa HEC-RAS versión 6.6.

❖ Verificación hidráulica sobre el Arroyo Yazá

A partir del modelo hidrodinámico desarrollado se obtuvieron los niveles, profundidades y velocidades máximas asociados a los eventos de diseño considerados. Los resultados permiten evaluar el comportamiento hidráulico del Arroyo Yazá en la zona de implantación del puente, identificando las principales trayectorias de escurrimiento, las áreas potencialmente inundables y la interacción entre el flujo y la infraestructura vial existente.

En las figuras siguientes se presentan las distribuciones espaciales de profundidades y velocidades máximas obtenidas durante las simulaciones realizadas para una recurrencia de 100 años y la distribución transversal de profundidades y velocidades para los eventos de 100 y 200 años de recurrencia, considerando tanto las condiciones hidrológicas originales como los escenarios con incremento asociado a cambio climático.

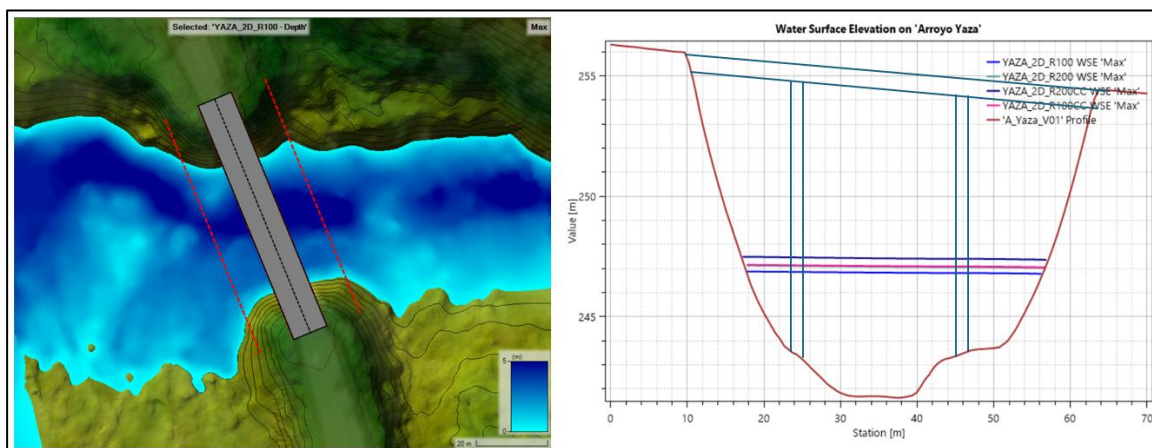


Figura 10. Modelación bidimensional A° Yazá – Profundidades – TR100, 100CC, 200 y 200CC años.

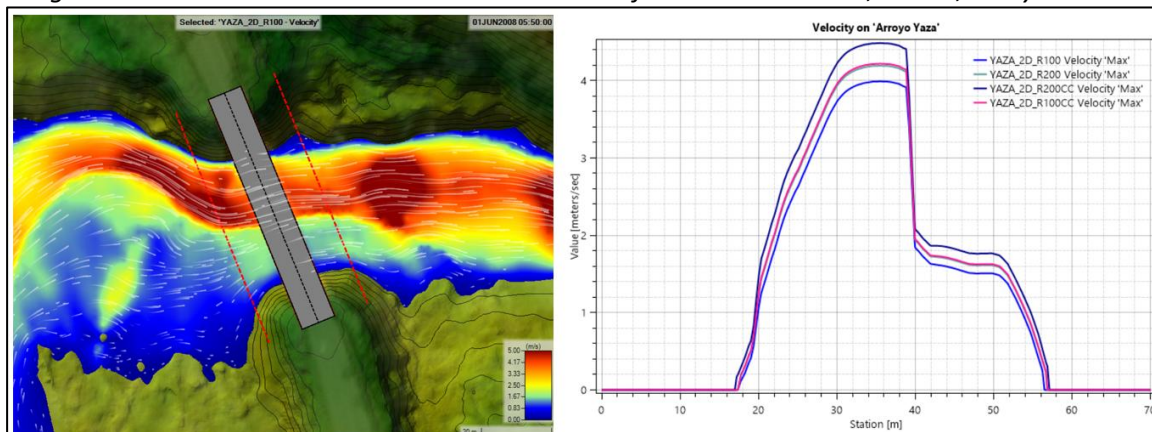


Figura 11. Modelación bidimensional A° Yazá – Velocidades – TR 100, 100 CC, 200 y 200 CC años.

Los resultados obtenidos indican que el puente existente sobre el Arroyo Yazá presenta capacidad suficiente para conducir los caudales asociados a los eventos analizados. Durante las simulaciones realizadas no se verificó el sobrepaso de la rasante vial ni se observaron incrementos significativos de niveles aguas arriba atribuibles a restricciones hidráulicas impuestas por la estructura.

❖ Verificación hidráulica sobre el Arroyo Ramón

El Arroyo Ramón constituye el segundo curso de agua en importancia del tramo en estudio con una cuenca de aporte aproximada de 2000 hectáreas. Debido a la magnitud de los caudales asociados a los eventos de diseño analizados y a la incidencia hidráulica de la obra de cruce sobre el escurrimiento del sector, su evaluación requirió la implementación de un modelo hidrodinámico bidimensional desarrollado mediante el programa HEC-RAS versión 6.6.



Figura 12. Alcantarilla – A° Ramón.

A partir del modelo hidrodinámico desarrollado se obtuvieron los niveles, profundidades y velocidades máximas asociados a los eventos de diseño considerados para la situación actual de la obra de cruce del Arroyo Ramón.

Los resultados permiten evaluar el comportamiento hidráulico del sistema conformado por el cauce, la alcantarilla existente y el terraplén vial, identificando la interacción entre el escurrimiento y la infraestructura de la Ruta Nacional N°14.

En primera instancia se analizó el evento correspondiente a 25 años de recurrencia, adoptado como condición de referencia para la verificación hidráulica de la obra existente. Para dicha recurrencia, los resultados obtenidos indican que los niveles máximos alcanzados aguas arriba del cruce superan la cota de rasante vial, verificándose por lo tanto una condición de sobrepaso de la infraestructura. En la Figura 13 se presenta la distribución espacial de profundidades máximas obtenida para la situación actual y una recurrencia de 25 años.

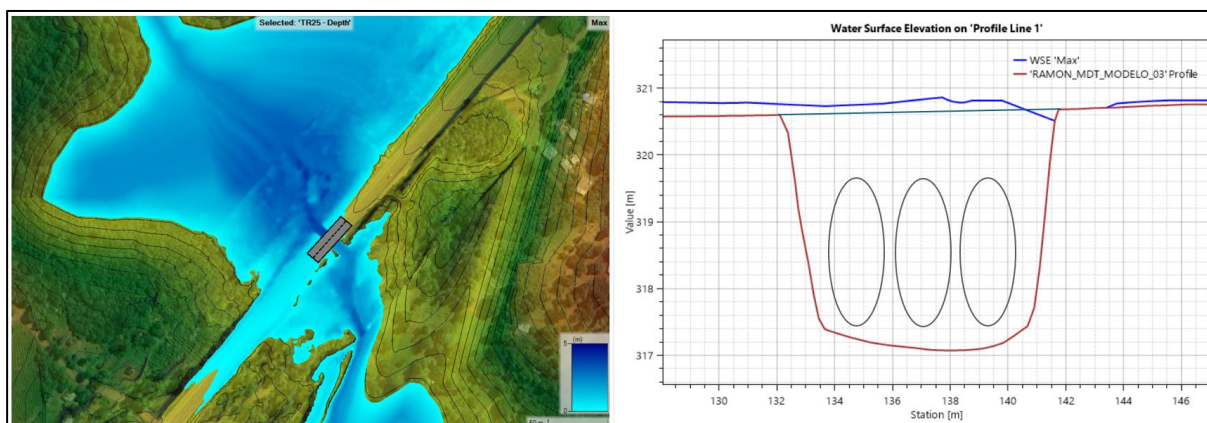


Figura 13. Modelación bidimensional A° Ramón – Profundidades – TR100 y 200 años.

Como se observa en la figura, el escurrimiento se ve condicionado por la capacidad de conducción de la obra existente, generándose una acumulación de agua aguas arriba del terraplén vial y el consecuente sobrepaso de la rasante para el evento analizado.

Dado que la condición de 25 años de recurrencia no verifica el criterio hidráulico adoptado para la situación actual, se consideró necesario evaluar una alternativa de proyecto orientada a mejorar la capacidad de conducción del cruce y reducir los niveles máximos alcanzados aguas arriba de la ruta.

A partir de los resultados obtenidos para la situación actual, se propone el reemplazo de la obra de cruce existente sobre el Arroyo Ramón, actualmente conformada por tres conductos circulares metálicos corrugados de 2,20 m de diámetro, por una alcantarilla de mayores dimensiones hidráulicas.

La solución propuesta consiste en una obra multicelda compuesta por siete vanos rectangulares de 2,00 m de luz por 2,00 m de altura cada uno, dispuestos transversalmente a la traza vial. Esta configuración permite incrementar significativamente la sección hidráulica disponible respecto de la condición existente, mejorando la capacidad de conducción del cruce y reduciendo los niveles máximos alcanzados aguas arriba de la ruta.

La obra de cruce proyectada sobre el Arroyo Ramón fue incorporada dentro del modelo hidráulico bidimensional con el objeto de evaluar su influencia sobre los patrones de escurrimiento y los niveles de agua asociados a los eventos analizados.

La geometría proyectada fue definida a partir de los resultados obtenidos para la situación actual, de las condiciones topográficas existentes en el sector y de la necesidad de incrementar la capacidad hidráulica del cruce. Su incorporación al modelo permitió analizar la interacción entre el escurrimiento, la nueva obra de drenaje y el terraplén vial.

La representación de la alcantarilla propuesta contempló la disposición general de los siete vanos, las cotas de entrada y salida adoptadas y las condiciones

topográficas existentes en sus accesos inmediatos, permitiendo evaluar su comportamiento hidráulico frente a los caudales de diseño y verificación considerados.

Las figuras a continuación representan respectivamente una vista en planta de la obra proyectada incorporada al modelo y una representación transversal de la geometría adoptada para las simulaciones.



Figura 14. Modelación bidimensional A° Ramón – Alcantarilla Proyectada – Planta.

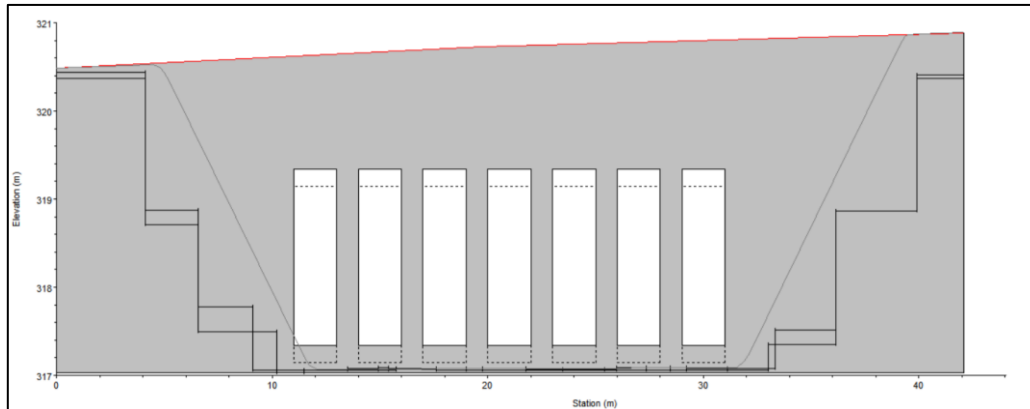


Figura 15. Modelación bidimensional A° Ramón – Alcantarilla Proyectada – Sección transversal

Los resultados permiten evaluar el comportamiento hidráulico de la alcantarilla proyectada sobre el Arroyo Ramón y verificar su desempeño frente a los caudales de diseño y verificación considerados.

En las figuras siguientes se presentan las distribuciones espaciales de profundidades y velocidades máximas obtenidas durante las simulaciones realizadas para las recurrencias consignadas.

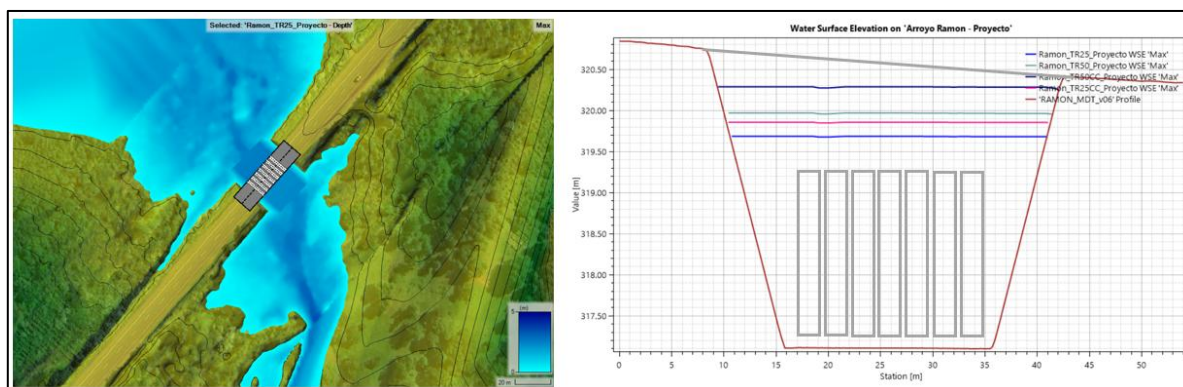


Figura 16. Modelación bidimensional A° Ramón – Proyecto - Profundidades.

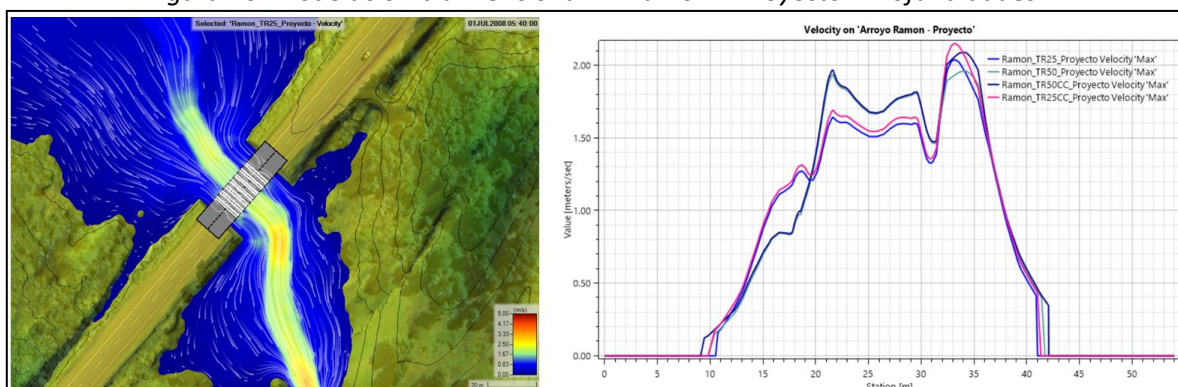


Figura 17. Modelación bidimensional A° Ramón – Proyecto – Velocidades.

A efectos de verificar el comportamiento hidráulico de la obra proyectada, se analizaron los niveles máximos alcanzados en el sector crítico ubicado unos 70 metros al sudoeste del cruce, donde se identifica un punto bajo de la rasante vial con cota 320,27 m.

En la siguiente Tabla se presentan, para cada recurrencia analizada, los niveles máximos obtenidos en dicho sector y la revancha resultante respecto de la cota de control mencionada. Como puede observarse, la obra proyectada verifica para los escenarios de 25 años y 25 años con cambio climático (recurrencias para las cuales el flujo no alcanza siquiera la cuneta) y 50 años donde mantiene los niveles máximos por debajo de la rasante. Para el escenario de 50 años con cambio climático, el nivel máximo alcanza aproximadamente la cota crítica, sin verificarse sobrepaso de la infraestructura vial.

Recurrencia (Años)	Pelo de Agua (Cota IGN)	Rasante (Cota IGN)	Revancha (m)
25	-	320.27	-
25 CC	-	320.27	-
50	319.76	320.27	0.51
50 CC	320.27	320.27	0

Tabla 2. Arroyo Ramón – Revanchas



Figura 18. Mancha de inundación – A° Ramón – Proyecto – TR50 CC.

❖ Verificación hidráulica de las alcantarillas

Los resultados obtenidos muestran que las obras existentes presentan mayoritariamente capacidad suficiente para conducir los caudales asociados a los eventos analizados, sin producir afectaciones sobre la calzada ni sobre las condiciones generales de operación de la infraestructura vial.

Paralelamente al desarrollo de los estudios hidráulicos, se ha efectuado la recopilación de antecedentes operativos e históricos asociados al comportamiento de las obras de drenaje existentes, incluyendo información proveniente de la DNV y responsables de la infraestructura vial durante el mantenimiento mediante contratos CREMA. La DNV ha informado que en el tramo en estudio no se han detectado cruce de agua o anegamiento de la calzada en los años de registro.

Sobre la base de los análisis realizados mediante el programa HY-8 puede concluirse que la mayor parte de las alcantarillas relevadas a lo largo del tramo en estudio presenta un comportamiento hidráulico satisfactorio frente a los eventos de diseño considerados.

En las cuatro alcantarillas que no verificaban el modelo unidimensional HY-8, se utilizaron análisis bidimensionales a fin de agregarle condiciones de contorno, tales como acumulaciones y laminación de flujo. Con estos modelos todas las alcantarillas cumplen.

Las simulaciones efectuadas indican que todas las estructuras poseen capacidad suficiente para conducir los caudales calculados sin producir afectaciones significativas sobre la rasante vial ni sobre las condiciones generales de funcionamiento de la ruta. Asimismo, las condiciones hidráulicas observadas resultan, en términos generales, compatibles con las características de las obras existentes.

6. CONCLUSIÓN

El presente Estudio de Riesgo de Desastres, desarrollado conforme a los tres primeros pasos de la Metodología de Evaluación de Riesgos de Desastres y Cambio Climático (MERDCC) del BID, permite concluir que el proyecto de construcción de terceras trochas y carriles de adelantamiento en la RNN°14 (tramo L.N. Alem – Campo Viera) presenta una criticidad global MODERADA, resultado de la coordenada 2-2-2 obtenida en el cubo de criticidad y vulnerabilidad al aplicar el enfoque conservador de la metodología.

El análisis de amenazas indica que, si bien el Visor de Riesgos Naturales ESG del BID no identifica amenazas altas ni moderadas dentro del Área de Influencia Indirecta, las fuentes locales (SMN, SIMARCC) permiten identificar dos tipos de amenaza relevantes para el proyecto: por un lado, las precipitaciones extremas y tormentas severas asociadas a la tropicalización del clima regional, con una tendencia proyectada al incremento de su intensidad hacia el período 2040-2074; y por otro, los procesos geodinámicos derivados de la interacción entre estas lluvias intensas y los suelos residuales lateríticos en sectores de pendientes pronunciadas (cercanas al 25%), que incrementan la susceptibilidad a deslizamientos localizados y a erosión hídrica severa.

La narrativa de riesgos permite precisar que la amenaza principal para la infraestructura no es el anegamiento prolongado —dado el relieve elevado y bien drenado de la traza—, sino la erosión hídrica, la pérdida de material en taludes y la sobrecarga hidráulica súbita (crecidas repentinas) sobre alcantarillas y puentes. Asimismo, se identifica que, si bien los sectores de mayor pendiente se ubican en áreas de baja densidad poblacional, un eventual corte de la ruta por deslizamiento aislaría a núcleos urbanos como Oberá, L.N. Alem y Campo Viera del acceso a servicios esenciales (salud, educación), lo que justifica la criticidad sistémica moderada asignada al proyecto.

En este marco, los estudios hidrológicos e hidráulicos desarrollados —modelación de 53 subcuencas mediante HEC-HMS, verificación de alcantarillas mediante HY-8 y modelación bidimensional en HEC-RAS para las obras de arte mayores— constatan que la mayoría de las estructuras de drenaje existentes posee capacidad suficiente para conducir los caudales de diseño, incluyendo el puente sobre el Arroyo Yazá, que no presenta sobrepaso de rasante en ningún escenario analizado. La excepción relevante es la obra de cruce existente sobre el Arroyo Ramón, que no verifica para el evento de 25 años de recurrencia (condición de referencia), lo que motivó el diseño de una alcantarilla multicelda de mayor capacidad hidráulica; esta



solución proyectada verifica satisfactoriamente para las recurrencias de 25, 25 CC y 50 años, y solo alcanza el nivel crítico —sin sobrepaso— en el escenario más exigente de 50 años con cambio climático.

7. BIBLIOGRAFÍA

Barandiarán, M. et al. (2019). Disaster and Climate Change Risk Assessment Methodology for IDB Projects. Banco Interamericano de Desarrollo.

BID (2024). Disaster and Climate Change Risk Assessment Methodology for IDB Projects. Phase 1-3. Banco Interamericano de Desarrollo.

Casas, R. R., Godagnone, R. E., & de la Fuente, J. C. (2022). Evaluación y cartografía de la erosión hídrica en la Argentina. Revista de Investigaciones Científicas de la Universidad de Morón, 6(11), 24-38.

Ligier, D., Matteio, H., Polo, H., & Rosso, J. (1990). Atlas de Suelos de la República Argentina. Provincia de Misiones (Tomo II). SAGyP, Proyecto PNUD Arg. 85/019, INTA.

Mignone, A. M., Torre Geraldí, A. H., Zurlo, M., & Arnaiz, J. (2021). Principales rasgos geológicos y geomorfológicos en las provincias de Misiones y Corrientes. GEOHOY. Boletín Semestral Digital del IGUNNE.

SIMARCC (2023). Cambios observados y escenarios climáticos futuros para Argentina. Sistema de Mapas de Riesgo al Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República Argentina.

SMN (s.f.). Estadísticas a largo plazo Posadas Aero (1981-2020). Servicio Meteorológico Nacional de la República Argentina.

Tchilinguirian, P., Cavallaro, S., Fratalocchi, C., Marengo, H., Palma, Y. I., Tejedo, A., Tobio, M. I., & Toloczyki, M. (2005). San Ignacio: Estudio geocientífico aplicado al ordenamiento territorial. Anales N° 43. Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR).

Documentos técnicos en elaboración paralela

CFI (2026). Línea de Base Ambiental. Estudios Ambientales y Sociales: Proyecto de Construcción de Terceras Trochas, Ruta Nacional N°14. Consejo Federal de Inversiones.

CFI (2026). Plan de Participación de Partes Interesadas (PPPI). Proyecto de Construcción de Terceras Trochas, Ruta Nacional N.º 14. Consejo Federal de Inversiones.

CFI (2026). Plan de Acción Climática. Proyecto de Construcción de Terceras Trochas y Carriles de Adelantamiento en la Ruta Nacional N°14. Consejo Federal de Inversiones.