



ZONIFICACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN EL RÍO PARANÁ: TRAMO AYOLAS - PASO DE PATRIA

Palabras clave: Hidrología, Gestión de Riesgos, Río Paraná, Inundaciones, FIUNA-UNA.



Proyecto de la carrera:
Ingeniería Civil.

1. Datos Generales

Nombre de la Institución

- Universidad Nacional de Asunción.

Nombre y/o Identificación del Proyecto

- Zonificación de Áreas Inundables en el río Paraná

Línea de Acción

- Investigación Aplicada y Gestión de Riesgos Hídricos

Unidad Académica

- Facultad de Ingeniería (FIUNA).

Dirección/Coordinación Responsable

- Departamento de Ingeniería Civil - Laboratorio de Hidráulica.

Título de la Actividad

- Zonificación de áreas inundables en ciudades adyacentes al tramo Ayolas - Paso de Patria.

Coordinador/Tutor Responsable

- Maximiliano Retamozo, Joel Cantero, Lucas Candia y Prof. Mg. Derlis Caballero.

Nivel de Vinculación ODS

- ODS 11 - Ciudades Sostenibles
- ODS 13 - Acción por el Clima

Periodo Académico

- Año 2024.

2. Antecedentes y Justificación / Introducción

Las crecidas del Río Paraná representan una amenaza constante para las poblaciones ribereñas, causando impactos devastadores en la infraestructura y la economía local. Históricamente, ciudades como Ayolas y Paso de Patria han enfrentado inundaciones sin contar con herramientas técnicas precisas que permitan predecir el alcance del agua ante eventos climáticos extremos. Esta problemática exige una respuesta desde la ingeniería para delimitar con exactitud las zonas de mayor vulnerabilidad.

El proyecto se justifica en la urgencia de dotar a las autoridades de mapas técnicos que sirvan de base para el ordenamiento territorial. Al emplear modelos matemáticos y sistemas de información geográfica, la FIUNA busca transformar los datos hidrológicos en información vital para la toma de decisiones, permitiendo una planificación urbana resiliente que priorice la seguridad de las personas y la protección de los activos estratégicos de la región.

3. Objetivo General

Realizar la zonificación técnica de las áreas inundables en las zonas urbanas adyacentes al Río Paraná mediante el modelado hidrodinámico para la mitigación de riesgos hídricos.

4. Objetivos Específicos

- Recopilar y analizar registros históricos de caudales y niveles del Río Paraná en estaciones hidrométricas estratégicas.
- Implementar modelos numéricos para simular el flujo del río bajo diversos escenarios de periodos de retorno.
- Identificar y clasificar las zonas de peligro, vulnerabilidad y riesgo en las ciudades del tramo de estudio.



- Producir cartografía técnica de alta resolución para el uso en planes de emergencia municipal.

5. Implementación / Materiales Y Métodos

La metodología se basó en el uso del software HEC-RAS para el modelado hidráulico unidimensional y bidimensional. Se integraron datos de batimetría del río con modelos digitales de elevación (DEM) de alta resolución para definir la geometría del cauce y las llanuras de inundación. El proceso incluyó el ajuste de coeficientes de rugosidad de Manning basados en el uso de suelo y la validación de los resultados comparándolos con eventos de crecidas históricas documentadas en la región.

6. Resultados Esperados

La aplicación del modelo permitió determinar con precisión las cotas críticas de inundación en cada localidad, categorizando las áreas según su susceptibilidad hídrica. Los datos procesados permitieron cuantificar la superficie afectada en cada escenario de crecida, tal como se detalla en el registro técnico de la **Tabla 1** y la **Tabla 2**. Se identificó que las zonas de mayor riesgo coinciden con sectores de expansión urbana no planificada, subrayando la necesidad de implementar obras de defensa costera y sistemas de alerta temprana más eficientes para minimizar pérdidas humanas y materiales.

7. Metas

- Cubrir un tramo de estudio de aproximadamente 300 km de ribera del Río Paraná.
- Generar mapas de inundabilidad para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.
- Facilitar la transferencia de resultados a los municipios para su inclusión en las políticas de gestión de desastres.

8. Principales logros alcanzados

- Desarrollo de una base de datos geoespacial actualizada para la gestión de inundaciones en el sur del país.
- Fortalecimiento de la capacidad técnica de los estudiantes de Ingeniería Civil en el uso de herramientas de modelación hídrica.

- Aportación de criterios científicos para la revisión de planes de ordenamiento urbano en seis municipios ribereños.

9. Conclusión / Discusión

El estudio de zonificación hídrica demuestra que la ciencia aplicada es fundamental para la resiliencia comunitaria ante el cambio climático. Los mapas generados por la FIUNA constituyen una herramienta de gestión pública indispensable que permite pasar de una respuesta reactiva a una prevención proactiva, reafirmando el compromiso de la universidad con el desarrollo técnico y la protección de la población ante los desafíos ambientales.

10. Bibliografía

- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2022). Censo Nacional de Población y Viviendas. Disponible en: <https://www.ine.gov.py/censo2022/>
- Entidad Binacional Yacyretá (EBY). Departamento de Hidrología: Datos Técnicos. Disponible en: <https://www.eby.gov.py/datos-tecnicos/>
- Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC). Disponible en: <https://cicplata.org/es/>
- Google Earth Pro. Sistemas de Información Geográfica y Mapeo. <https://earth.google.com/>
- Secretaría de Emergencia Nacional (SEN). Gestión de Riesgos y Emergencias. <https://www.sen.gov.py/>
- SOFTWARE iRIC v2. (2024). Manual de simulación de cauces naturales y flujo bidimensional. Disponible en: <https://i-ric.org/en/>
- OpenFlows FLOOD (Bentley Systems). (2024). Modelado de inundaciones urbanas y costeras. Disponible en: <https://es-la.bentley.com/software/openflows-flood/>
- US Army Corps of Engineers (HEC). HEC-RAS, River Analysis System. Hydraulic Reference Manual. Disponible en: <https://www.hec.usace.army.mil/>
- Plataforma web FloodMap. (2024). Simulation Tool for Flood Mapping. Disponible en: <https://www.floodmap.net/>
- Instituto Nacional del Agua y del Ambiente (INA). (1997). Modelo hidrodinámico del río Paraná desde Yacyretá hasta la ciudad de Paraná.
- NASA. (2023). Modelos de Elevación Digitales (Digital Elevation Models - DEMs). Disponible en: <https://appliedsciences.nasa.gov/>



- Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH). Registros Hidrométricos Nacionales. Disponible en: <https://www.meteorologia.gov.py/>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Perfil de riesgo de desastres para Paraguay. Disponible en: <https://riskmonitor.iadb.org/>.

11. Anexos

Tabla 1: Resumen de niveles críticos y afectación por localidad

Localidad	Cota Crítica de Inundación (m.s.n.m.)	Nivel de Riesgo Identificado
Ayolas	4.50 m (Nivel de Alerta)	Alto (Zonas ribereñas y comerciales)
Corateí	Variable según pendiente	Medio - Alto (Áreas de recreación)
Cerrito	5.20 m (Nivel de Crítico)	Alto (Sector urbano bajo)
Paso de Patria	6.00 m (Nivel de Evacuación)	Muy Alto (Confluencia de ríos)

Tabla 2: Escenarios de simulación por Periodo de Retorno (TR)

Escenario de Crecida	Probabilidad Anual de Excedencia	Impacto Territorial Estimado
TR 2 años	50%	Inundaciones menores en zonas bajas.
TR 10 años	10%	Afectación de infraestructura vial costera.
TR 50 años	2%	Inundación severa en cascos urbanos.
TR 100 años	1%	Escenario extremo: Necesidad de evacuación total.