

EVALUACIÓN DEL IMPACTO HIDROLÓGICO EN LA PRESA DE RETENCIÓN DE CRECIDAS DEL ARROYO LUDUEÑA ANTE POSIBLES EVENTOS EXTREMOS

RICCARDI, Gerardo^{1,2}; SCUDERI, Carlos¹; STENTA, Hernán ¹, BASILE, Pedro¹ y GARCIA, Marina¹

¹Departamento de Hidráulica (Esc. de Ing. Civil) y CURIHAM. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario
²Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario / email: riccardi@fceia.unr.edu.ar

Palabras claves: Impacto hidrológico, eventos extremos, presa de retención de crecidas, cuenca arroyo Ludueña

INTRODUCCIÓN

Es innegable que el cambio climático está transformando el planeta, manifestándose en nuestra región de la pampa húmeda, entre otras cosas, en términos de presentación de lluvias extremas de corta y larga duración con valores de intensidades y lámina superiores a las observadas hasta la fecha. Esta alteración del régimen de precipitaciones ya no puede ser descrita por la inferencia estadística tradicional basada en el análisis de series históricas por lo que tampoco es posible describir estadísticamente los caudales y volúmenes generados en la transformación lluvia-caudal de cada evento.

OBJETIVOS

En el contexto planteado, se objetiva evaluar el impacto hidrológico (niveles, volúmenes y caudales) en la presa de retención de crecidas del arroyo Ludueña ante la posible presentación de una lluvia extrema semejante a la observada en la región vecina de Zárate en el pasado mes de mayo de 2025.

METODOLOGÍA / MATERIALES Y MÉTODOS

Un primer paso consistió en la determinación de las características de la lluvia extrema observada en la zona de Zárate-Campana (distribución temporal y areal). A partir de estaciones pluviográficas de la red WunderMap, se verificó que la lluvia tuvo en su foco una lámina precipitada de 489 mm en un período de 25 hs., con un decaimiento areal medio de 4 mm/1 km (Figuras 1 a 3). A partir de la lluvia total se asumieron 2 condiciones de humedad antecedente,: (i) condición moderada con un número de curva CN= 80 y (ii) condición moderada-severa con CN= 85. Definida la lluvia neta, se modeló la transformación lluvia-caudal con un sistema de simulación hidrológico-hidráulico validado en trabajos antecedentes, lográndose simular la transformación lluvia-caudal en un determinado dominio espacio-temporal a partir del modelo digital de terreno, la definición de las líneas de escurrimiento (arroyos, canales, cunetas, zanjas, alcantarillas, puentes, vertederos, conducciones cerradas), la definición de la cobertura del suelo, las condiciones de humedad antecedente y como datos de entrada la distribución areal y temporal de la lluvia. Para establecer un escenario de máximo volumen almacenado en la presa, se han realizado simulaciones ubicando el foco de la tormenta en múltiples sitios aguas arriba de la presa (Figura 4) y, para cada ubicación, se han analizado dos condiciones de humedad antecedente de la cuenca: media y media-severa.

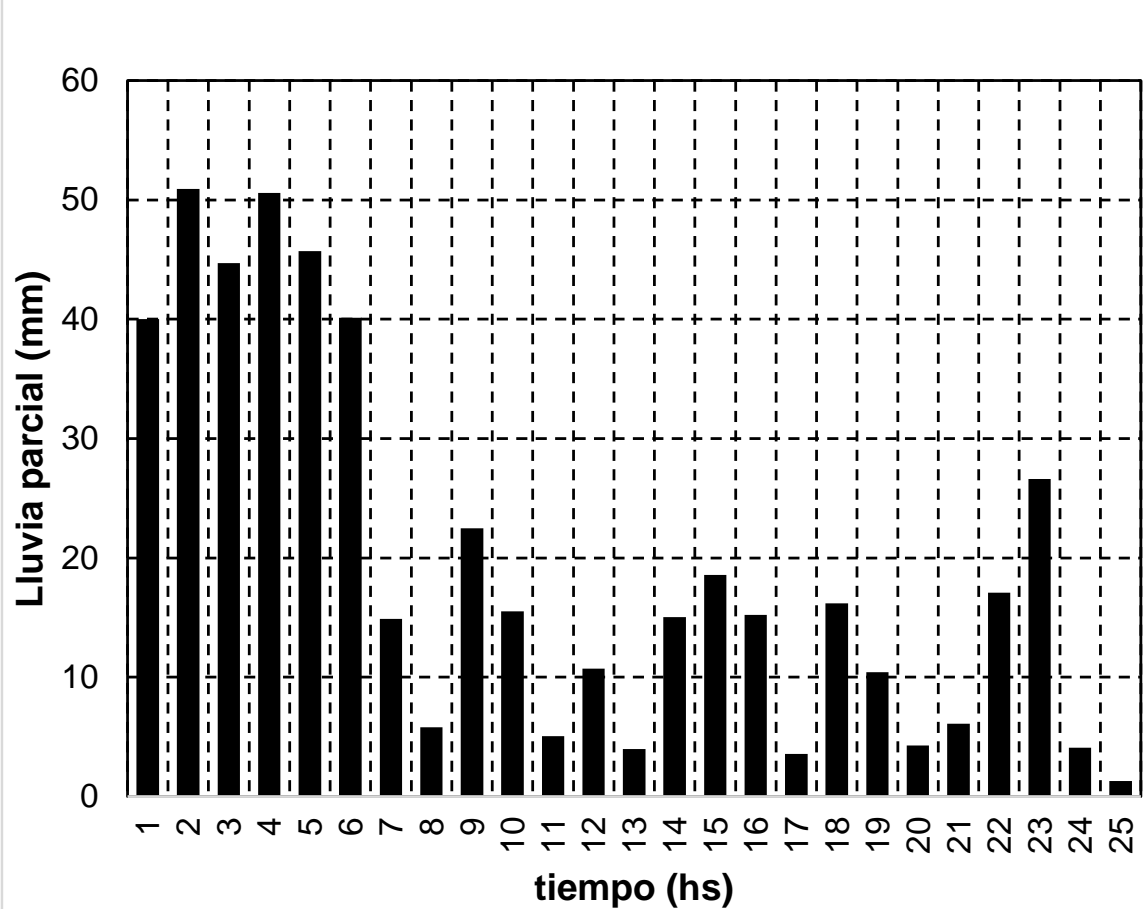


Figura 1. Distribución parcial de la lluvia en el foco (Pluviógrafo IZARATE11 – Red WunderMap ©) 16 y 17/05/2025. P= 489 mm en 25 hs.

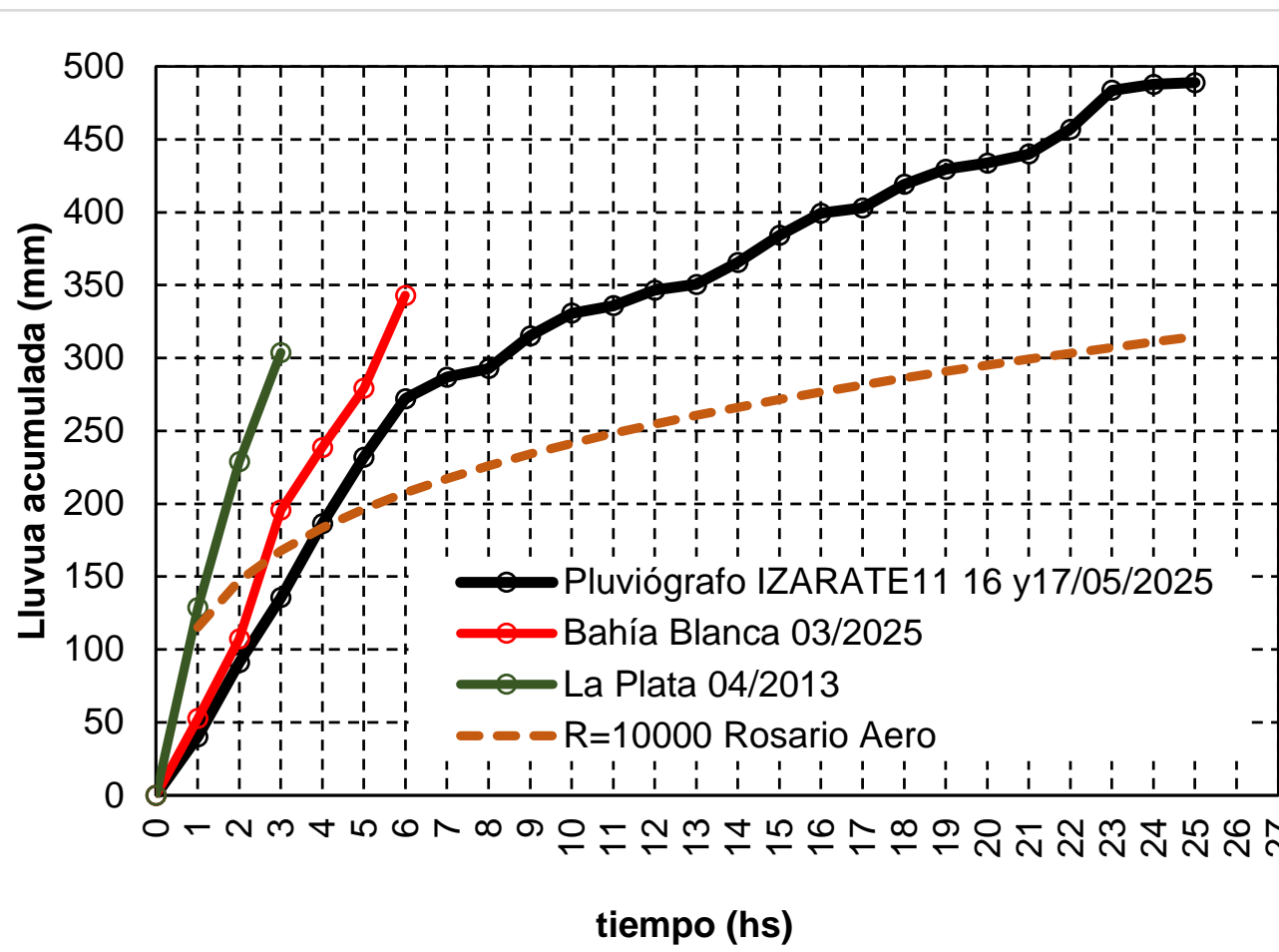


Figura 2. Lluvias acumuladas extremas observadas y lluvia estadística R= 10000 años estación Rosario-Aero.

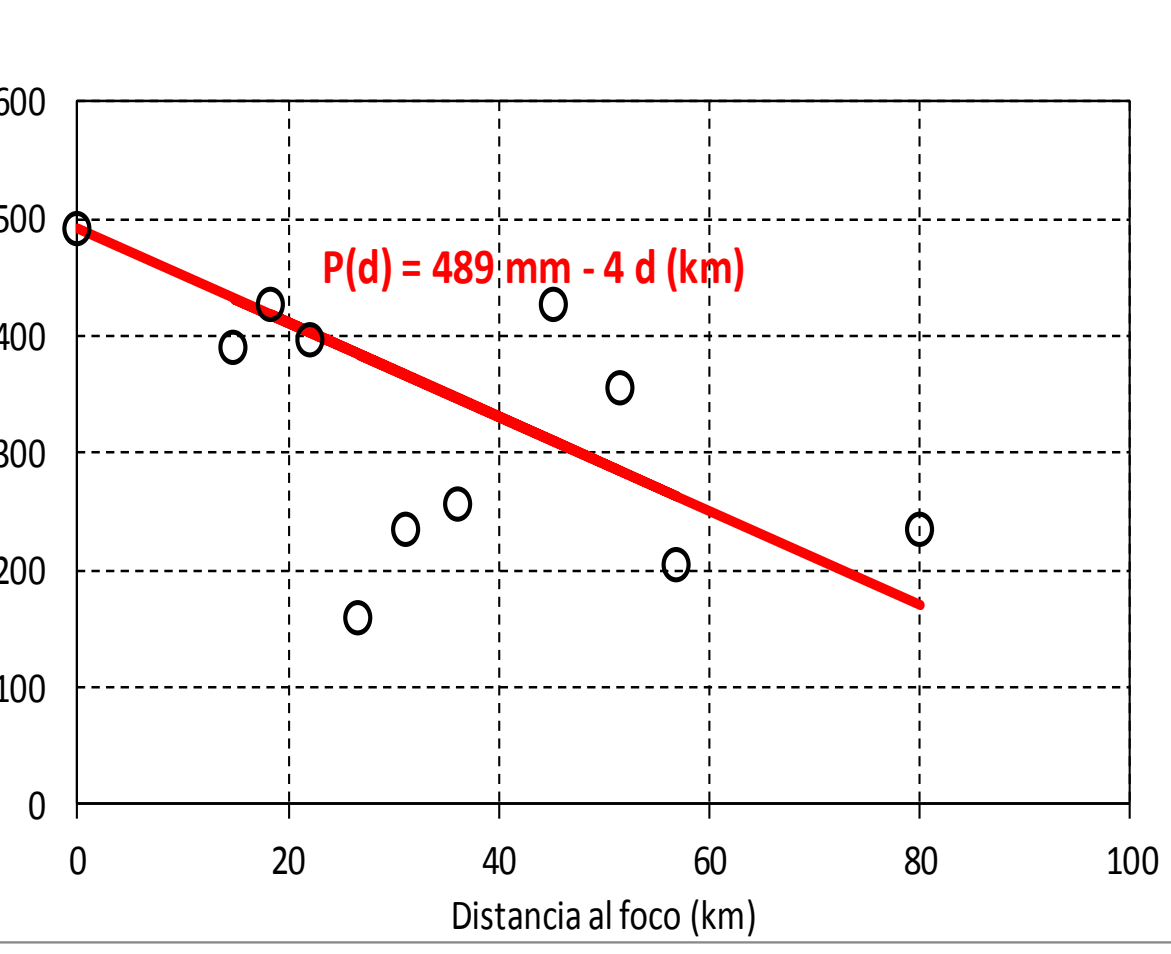


Figura 3. Decaimiento areal lineal de la tormenta a partir del foco.

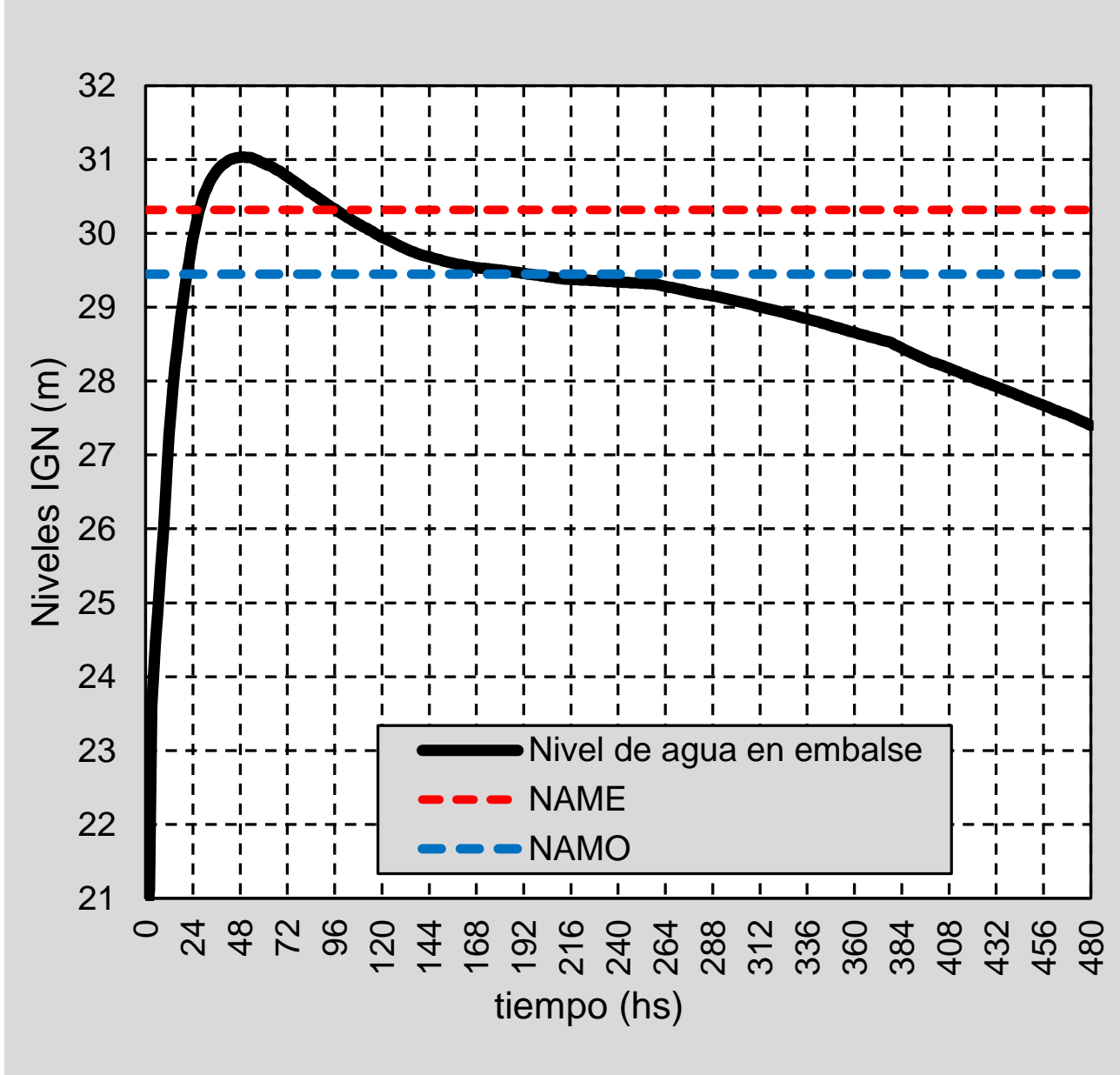


Figura 5. Niveles de agua en la zona del vertedero de la presa.

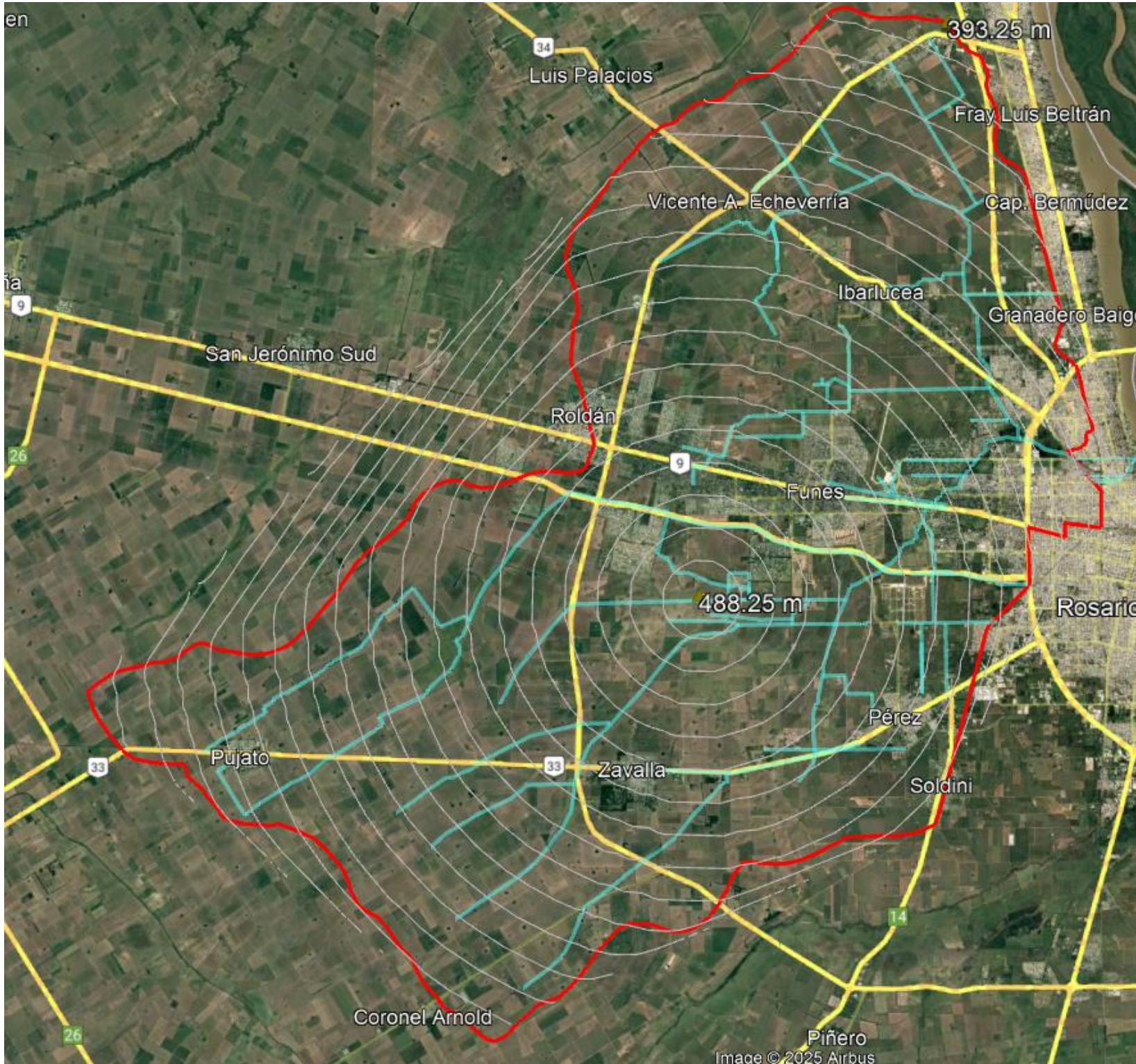


Figura 4. La cuenca del arroyo Ludueña, la red de vías de desagüe principales y la distribución areal de la tormenta hipotética con foco en la zona de aporte de la presa ($\Delta P= 5 \text{ mm}$ $\Delta d=1.25 \text{ km}$).

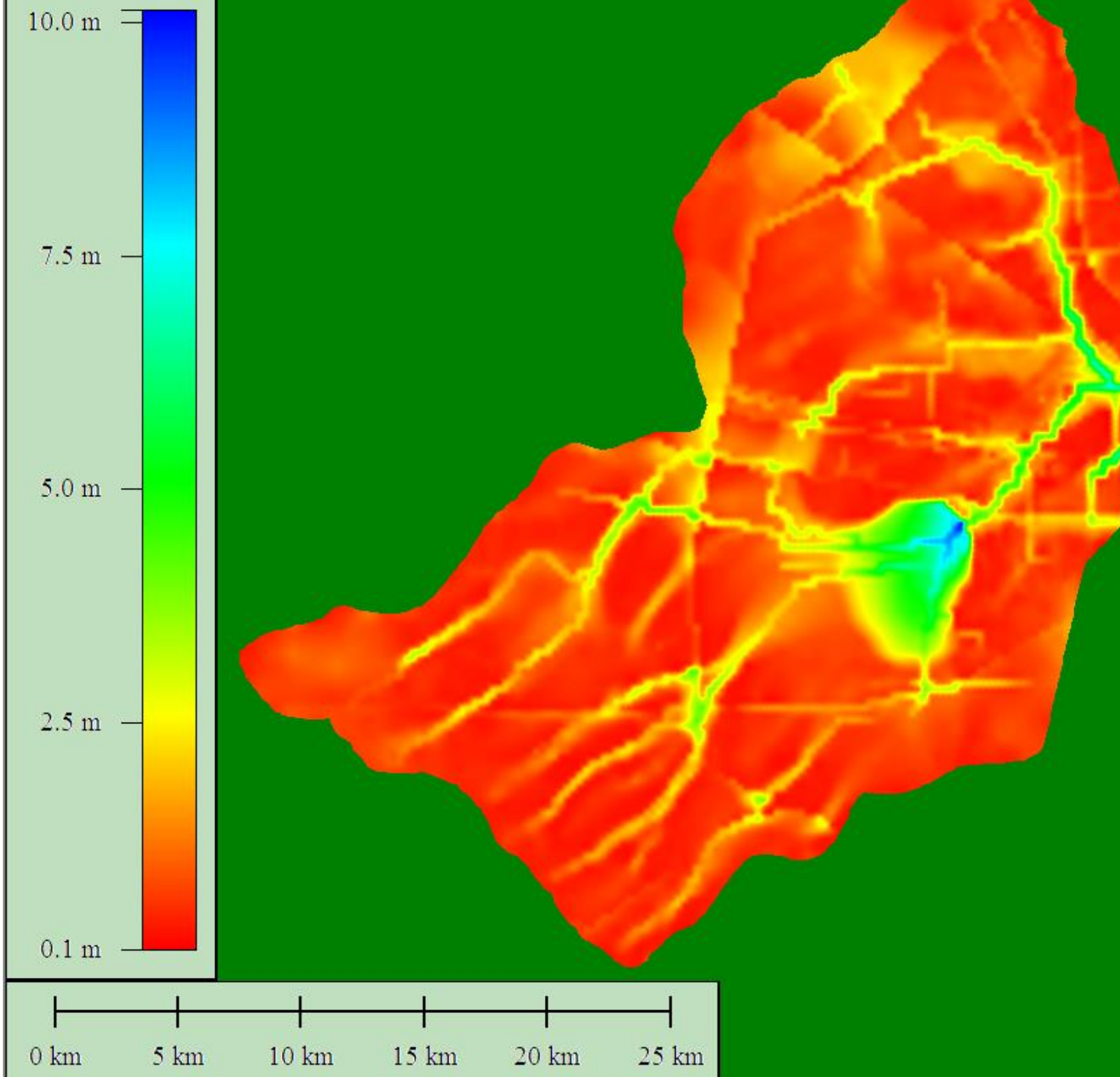


Figura 6. Representación espacial de los niveles máximos de agua para la tormenta hipotética de 489 mm en 25 hs. y un estado de humedad antecedente Severo Medio en la cuenca CN= 85.

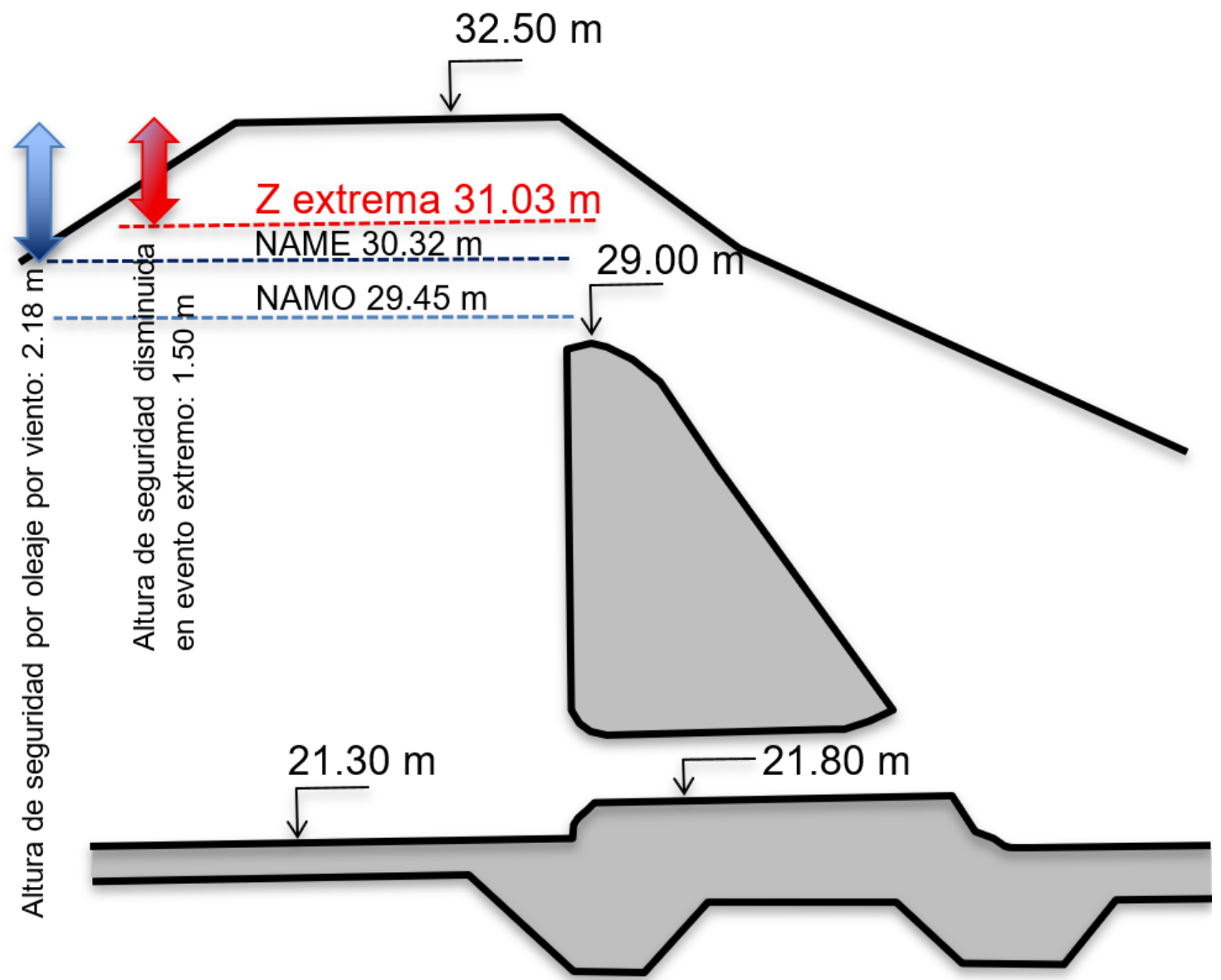


Figura 7. Niveles en vertedero de presa de retención.

RESULTADOS ALCANZADOS

El escenario mas desfavorable corresponde al foco ubicado sobre la zona del embalse (Figura 4) y para la condición media-severa de humedad antecedente (CN=85 mm). Los resultados indican que, de presentarse un evento semejante al observado en la región de Zarate-Campana, los niveles de agua en la presa llegan a ser superiores al previsto en el proyecto para la recurrencia decamilenaria (Cota máxima de agua referida al IGN Zmax= 30.32 m). La representación areal de los niveles máximos (Figura 6) indica, como es de esperar, que los mayores niveles de agua se presentan en las cercanías de los cursos de agua y aguas arriba de alcantarillas y puentes emplazadas sobre vías de comunicaciones. El nivel en el embalse alcanzará un valor de Zmax= 31.03 m, permaneciendo: (i) mas de 70 hs. sobre el nivel definido como NAME asociado a un evento de R= 10000 años (Z = 30.32 m), y (ii) mas de 172 hs. sobre el nivel definido como NAMO asociado a un evento de R = 100 años (Z = 29.45 m) (Figura 7).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De alcanzarse el nivel de agua computado, significará una reducción de los márgenes de seguridad (Figura 7) y un aumento del riesgo de sobrepaso en caso de presentarse un escenario combinado compuesto por la lluvia extrema y vientos de 60-80 km/h, con ráfagas de 40 a 45 min de duración. Este estudio, además de informar, constituye una herramienta para aportar a la toma de decisiones respecto de la planificación territorial dentro de la cuenca, el desarrollo de planes de contingencia y la gestión del riesgo hídrico en un contexto de cambio climático. Por último se destaca que el presente estudio se focaliza en determinar el grado de criticidad del funcionamiento de la presa de retención de crecidas existente en la cuenca del arroyo Ludueña ante un evento hidrológico extremo, no obstante, corresponde ampliar el análisis a otras ubicaciones del foco de la tormenta para determinar posibles afectaciones en zonas urbanas de toda la cuenca y en particular en la zona de la desembocadura donde la disponibilidad de zonas de almacenamiento sin afectación a la población es muy reducida.

Agradecimiento: a la UNR por el apoyo brindado en el marco del Proyecto PID_80020230200083UR.