

EJERCICIO PRÁCTICO SOBRE RIESGO DE INUNDACIÓN

Análisis de la inundabilidad y propuestas de gestión del riesgo en la Alameda del Parral (Segovia)

INTRODUCCIÓN

Al norte del recinto amurallado de Segovia, se encuentra un valle excavado por el río Eresma que, junto con el arroyo Clamores, circundan la ciudad. El tramo de dicho valle que está comprendido entre los arrabales segovianos de San Lorenzo y San Marcos, con aproximadamente un kilómetro de longitud, recibe el nombre de Alameda del Parral.

Las crecidas y avenidas del río Eresma han producido frecuentes desbordamientos e inundaciones de sus márgenes en la Alameda del Parral, encontrándose constatados muchos de ellos documentalmente en el periodo histórico. La existencia en el fondo del valle de construcciones (principalmente religiosas) y explotaciones hortícolas, ha condicionado una secular interferencia entre la dinámica natural del río y la actividad humana.

INFORMACIÓN DISPONIBLE

El mapa de la figura adjunta muestra el tramo del valle del río Eresma entre los barrios de San Lorenzo (a la derecha) y San Marcos (a la izquierda). Las líneas delgadas de trazado continuo son isohipsas (curvas de nivel) con una equidistancia de 25 m; las isohipsas discontinuas presentan una equidistancia de 5 m; y los puntos con valor, representan cotas singulares. Los polígonos rellenos de color gris representan las principales edificaciones.

En las inmediaciones del puente de la zona oriental (derecha en la figura del mapa), se sitúa una estación de aforos cuyo lecho de cauce está situado a cota 913 m, que ha registrado los caudales desde el año hidrológico 1915-16. Los valores se encuentran recopilados en el Resumen Estadístico, contenido en el Anuario de Aforos publicado por la Confederación Hidrográfica del Duero, del que se ha extraído, en la tabla adjunta, la serie anual de caudales máximos medios diarios (Q_c); y la tabla de gastos con la que se ha elaborado la curva de gastos del gráfico adjunto.

MATERIAL NECESARIO

- Lapicero o portaminas.
- Calculadora con las funciones básicas u hoja de cálculo en equipo informático.
- Regla o escalímetro de 30 cm de longitud.

TABLA EXTRAÍDA DEL ANUARIO DE AFOROS DE LA CHD (www.chduero.es)

Serie anual de caudales máximos medios diarios (Q_c)

Año hidrológico	Q_c (m^3/s)	Año hidrológico	Q_c (m^3/s)	Año hidrológico	Q_c (m^3/s)
1915-16	50,0	1954-55	21,9	1969-70	11,9
.....		1955-56	186,1	1970-71	20,8
1930-31	44,2	1956-57	31,2	1971-72	31,1
1931-32	56,2	1957-58	13,4	1972-73	19,2
1932-33	35,2	1958-59	27,0	1973-74	15,6
1933-34	21,9	1959-60	30,8	1974-75	24,4
1934-35	20,3	1960-61	43,0	1975-76	11,6
1935-36	33,5	1961-62	59,5	1976-77	27,5
1936-37	29,5	1962-63	18,8	1977-78	23,1
1937-38	16,8	1963-64	41,7	1978-79	28,7
1938-39	23,5	1964-65	14,6	1979-80	23,4
1939-40	33,5	1965-66	291,2	1980-81	25,0
.....		1966-67	24,0	1981-82	13,8
1952-53	15,8	1967-68	10,7
1953-54	23,7	1968-69	57,1		

EJERCICIOS Y PROBLEMAS

- 1) Utilizando la curva de gastos dibujada a partir de la tabla que facilita la Confederación Hidrográfica del Duero para esta estación de aforos, calcula: ¿Qué caudal llevará el río cuando la profundidad en el puente sea de 2,30 m? ¿Qué profundidad en la zona del puente corresponderá a un caudal de $100 m^3/s$? ¿A que cota absoluta (altitud respecto al nivel del mar) llegará el agua con este caudal?
- 2) En el año 1629, el Monasterio de N^a S^a de los Huertos sufría una inundación que, según los documentos, alcanzó en él una altura de “tres cuartas de vara” (1 vara = 835,9 mm). Si no se hubiera modificado significativamente la geometría del fondo del valle, ¿Qué caudal máximo instantáneo pudo causar dicha inundación? ¿A partir de qué valor de caudal se producía la inundación del suelo de dicho monasterio?
- 3) Calcula el periodo de retorno (T) de los caudales de crecida y avenida medios diarios registrados (Q_c), utilizando análisis estadístico de caudales mediante la fórmula empírica de Weibull:

$$T_{(años)} = (n+1) / m$$

Donde: n, número total de datos del registro; m, número de valores con caudal igual o superior a aquél cuyo periodo de retorno se está calculando.

- 4) Representa los valores de caudales frente a sus periodos de retorno y ajusta manualmente una función de distribución a la nube de puntos ¿Qué

caudales corresponden a unas crecidas con periodos de retorno de 5, 10 y 25 años?¿Qué profundidad alcanzaría el río en el puente para estos periodos de retorno?

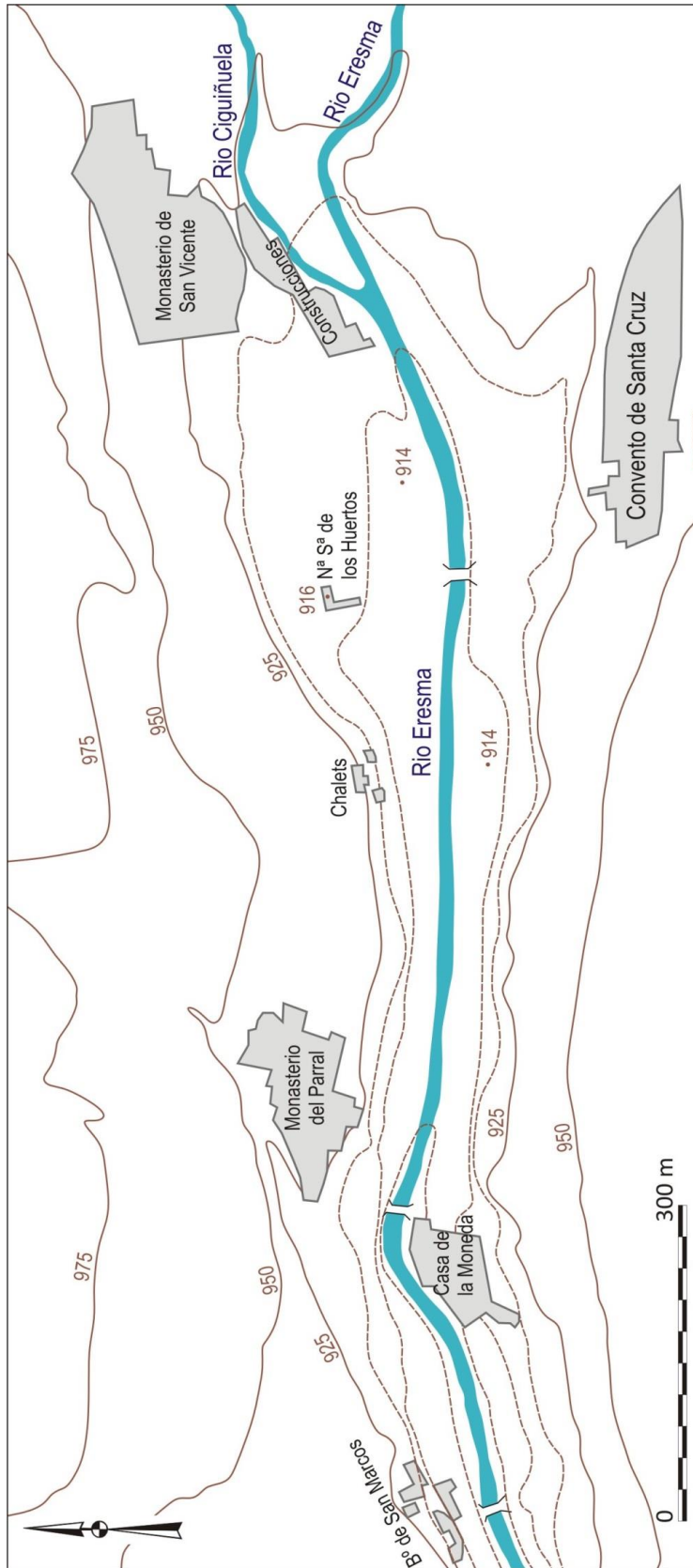
- 5) ¿Cada cuántos años se producía una inundación como la del año 1629 en el monasterio de N^a S^a de los Huertos?¿Cada cuantos años se inundaba el Monasterio?
- 6) Felipe II mandó construir en el borde del canal un murete de mampostería de granito de un metro de altura, con objeto de salvaguardar la Alameda de las inundaciones, y poder utilizarla como lugar de paseo y recreo ¿Cada cuántos años se rebasaría este murete en la zona del puente, inundando la llanura a pesar de la obra realizada?¿Qué altura debería haber tenido el muro para conseguir que no se inundase hasta cada 15 años?
- 7) Se va a adquirir un huerto que está situado en la margen izquierda del río, en la zona de la estación de aforos, pero a una altura de 2,87 m sobre el nivel del lecho del río. Si para su adquisición se va a suscribir un préstamo hipotecario a 10 años de periodo de amortización, ¿Se inundará el huerto antes de terminar de pagar el préstamo?
- 8) Dibuja manualmente las zonas inundables para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años en una banda transversal al cauce en la zona del puente oriental.
- 9) Rellena una tabla con diversas propuestas de gestión del riesgo, asignando usos prohibidos y recomendados en cada una de las zonas inundables, para conseguir una correcta planificación de la llanura de inundación al objeto de prevenir catástrofes y las consecuencias de las inundaciones.

Periodo de retorno	Usos prohibidos	Usos recomendados
5 años		
10 años		
25 años		

Más información sobre el ejercicio:

- Díez Herrero, A. (2008). Taller: ¡Doctor, doctor... que se me inunda la casa! *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16.1, 35-42.
- Página web: <http://inundacion.es/formacion/>

Este ejercicio puede ser utilizado y reproducido, sin necesidad de solicitar autorización, simplemente citando la autoría del mismo (Andrés Díez Herrero, IGME), en caso de que no haga un uso comercial y lucrativo. Para otros usos comerciales y autorizaciones (inclusión en libros, paginas web u otras plataformas de difusión), contactar con el autor en: andres.diez@igme.es



Mapa topográfico simplificado de la Alameda del Parral (Segovia), con indicación de los elementos citados en la Introducción, Planteamiento, Ejercicios y Problemas del ejercicio práctico.

CURVA DE GASTOS DE LA ESTACION DE AFOROS
DEL PUENTE DE LA ALAMEDA

