

DAÑOS EN DIQUES POR AVENIDAS EXTRAORDINARIAS EN RAMBLAS MEDITERRANEAS: METODOLOGÍA PARA SU EVALUACIÓN, VALORACIÓN Y RESTAURACIÓN.

AUTORES: 1. G. DE ARANDA
2. C. DE ARANDA

DIRECCIÓN:
1. Ministerio de Medio Ambiente.

RESUMEN

Las tormentas que con frecuencia se presentan en el Levante español, acompañadas de altas precipitaciones en periodos de tiempo muy cortos como consecuencia del fenómeno meteorológico denominado "gota fría", originan avenidas extraordinarias a través de la red de drenaje por los encauzamientos naturales llamados ramblas, y produciendo la ruina de las obras de fábrica allí situadas, especialmente, en diques.

Ante dichos acontecimientos se formulan las siguientes preguntas: ¿que caudal de agua y de acarreo ha pasado por la sección general del dique?, ¿Estaba la estructura calculada para el caudal punta? o ¿la obra estaba correctamente construida?.

Según sean las respuestas las consecuencias que se desprenden son diferentes respecto a las responsabilidades del proyectista, del director facultativo o del contratista o la exoneración de ellas por causa de fuerza mayor.

La metodología propone la obtención y procesado de datos de campo de carácter orográfico, y geológico del terreno y geométrico y estructural de las fábricas, el análisis de parámetros pluviométricos de las estaciones meteorológicas de la cuenca receptora y el comportamiento de las fábricas y solicitaciones de los materiales.

Además, el cálculo del caudal de avenida mediante la estimación en campo, la aplicación de modelos, o la periodicidad estadística de recurrencia que permita contrastar los correspondientes periodos de retorno. El estudio de los volúmenes de aterramientos, situación de las fábricas en aliviaderos, cajeros y colchón amortiguado, comportamiento de mechinales y juntas de trabajo y dilatación, problemas de sifonado o estabilidad y enclavamiento en empotramientos.

Con ello, se completa un cuestionario y se eleva un informe que da respuesta a las preguntas formuladas, así como evaluar los daños y proceder a la valoración económica de los mismos.

El cálculo de caudales permite incluir, una propuesta de restauración.

Se incluye la resolución de un caso real en la rambla de Torrealbilla en la provincia de Murcia.

Rambla; gota fría; torrencialidad; escorrentías; diques; caudales.

SUMMARY

The storms that frequently are presented in the Spanish East, accompanied of high rainfalls in periods of time very cut as consequence of the designated meteorological phenomenon "cold drop", originate extraordinary avenues through the drainage net by the inchannelments natural called ravines, and producing the ruin of the works of there located factory, especially, in dikes.

Before said events are formulated the following you ask: that water wealth and of transportation has gone through the general section of the dike?, She was structure calculated for the top wealth? , or, ? la work was correctly built?.

According to will be the answers the consequences that are detached are different with respect to the responsibilities of the designer, of the optional director or of the contractor or the exoneration of they by cause of greater force.

The methodology proposes the obtainment and defendant of field data of character orografic, and geological of the earthly and geometric and structural of the factories, the parameters analysis pluviometres of the meteorological stations of the receiving basin and the behaviour of the factories and solicitations of the materials.

Furthermore, the calculation of the avenue wealth through the estimate in field, the application of models, or the statistics periodicity of recurrencies that permit to contrast the corresponding periods of return.

The study of the volumes of grounding, situation of the factories in overflows-dawn, cashiers and deadened mattress, holes behaviour and together of work and expansion, problems of siphonage or stability and interlock in empotramientos.

With this, it is completed a questionnaire and is increased a report that gives response to the formulated questions, as well as to evaluate the damages and proceed to the economic valuation of the same. The wealth calculation permits to include, a restoration proposal. It is included the resolution of a real case in the ravine of Torrealbilla in the province of Murcia.

Ravine; cold drop; turbulent stream; drainings; dikes; wealth.

INTRODUCCIÓN.

Las tormentas que con frecuencia se presentan en el Levante español, acompañadas de altas precipitaciones en periodos de tiempo muy cortos como consecuencia del fenómeno meteorológico denominado “gota fría”, originan avenidas extraordinarias a través de la red de drenaje por los encauzamientos naturales llamados ramblas y produciendo la ruina de las obras de fábrica allí situadas, especialmente diques y albarradas.

Esto es debido a que el clima mediterráneo, se caracteriza por la escasez de precipitaciones, cuya media anual se sitúa por debajo de los 300 mm acompañado fundamentalmente por una gran irregularidad interanual, en donde los periodos de alta precipitación son seguidos por otros de sequía, aunque lo general es el predominio de los meses secos a lo largo del año.

Cuando se producen las lluvias torrenciales, la precipitación puede llegar incluso a rebasar un tercio del total pluviométrico anual, provocando una importante escorrentia superficial que puede modificar el paisaje, sobre todo en suelos de naturaleza sedimentaria, constituidos principalmente por margas blandas y deleznales, unido a una escasa cubierta vegetal propio de estos parajes, por lo que el fenómeno erosivo se agudiza, originándose la aparición de regeros y cárcavas que evolucionan a ramblas y barrancos.

Así, las ramblas se convierten en sumideros de la distribución espacial del agua a lo largo del ciclo hidrológico anual.

El término rambla, se utiliza para describir cauces o lechos fluviales secos, de fondo plano, que solo transportan agua de evacuación muy rápida, después de fuertes tormentas. Corresponden por tanto a un concepto hidrogeomorfológico con redes de drenaje cortas y complejas por su distinta dinámica hídrica.

Su ámbito geográfico y bioclimático le confiere una topografía de cabecera orográficamente abrupta, con una complejidad litológica y tectónica y una escasez de agua unida a una plurianualidad variable.

González Bernaldez, les adjudica a las ramblas un carácter de humedal de regiones áridas y semiáridas o “wadi complex” de caudales efímeros y ocasionalmente exorreicos.

Por otro lado, las ramblas constituyen uno de los sistemas más productivos con relación a su entorno, tanto en relación con la vegetación y con la fauna, asignándole el carácter de “corredores naturales”.

La convergencia, de masas de aire muy caliente a nivel del mar y otra de aire muy frío en las capas altas de la atmósfera, además de vientos de Levante cargados de humedad, producen aguaceros de alta pluviometría que generan el episodio de la “gota fría” como los ocurridos el 27 de octubre de 2000 en Castellón (Morrella, Fredes, Puebla de Benifasar y Cati) Y Valencia (Buñol, Eliana, Godelleta y Llombay) donde se han superado los 500 litros por metro cuadrado.

La relativa frecuencia de estos eventos hidrológicos con los daños que ocasionan a las obras de contención y retenida de carácter hidrológico forestal ubicadas en la cuenca (diques y albarradas), precisan de una metodología que evalúe la bondad de los proyectos en cuanto a cálculo de solicitaciones y diseño, así como delimitar responsabilidades si ha lugar, y que permitan cerrar los expedientes administrativos.

METODOLOGÍA.

Ante los daños producidos por el evento climatológico, el técnico ha de adoptar un método o rutina que le permita conocer con profundidad las razones que lo han motivado, siguiendo a continuación los siguientes pasos:

1. Identificación y delimitación de la cuenca vertiente a la red de drenaje en donde se sitúan

las obras de fábrica y determinar sus características superficiales y topológicas.

2. Cálculo de escorrentía superficial.

Mediante el empleo de equipos de medida (pluviómetros y pluviógrafos instalados en la cuenca o por aforos de caudales en puntos de la red).

Teniendo en cuenta los factores que influyen en la escorrentía como los de carácter agrometeorológico (cantidad, intensidad y duración de la lluvia), la humedad del suelo, la interceptación de la cubierta vegetal, la evapotranspiración, la radiación solar, etc., y los fisiográficos como la pendiente de la cuenca, geología, suelos, usos de los mismos, capacidad de evacuación, etc.

A su vez se efectúa una recogida de los datos de los observatorios de la cuenca y próximos a ella que nos faciliten las aportaciones superficiales a la red de drenaje empleando en su caso los modelos más convenientes.

Casi siempre nos encontraremos con la pobreza de datos, tanto por la falta de pluviógrafos como de equipos de aforo en la cuenca de estudio, por lo que será necesario interpretar los que se tengan de fechas anteriores y posteriores a la riada sino se tienen los del momento de la avenida, así como interpolar datos de estaciones de la zona situados fuera de la cuenca en concreto.

3. Actuaciones complementarias

Trabajo de campo consistente en la visita al lugar de los daños para comprobar la extensión y naturaleza de los mismos, tanto en el núcleo de las fábricas, como en el comportamiento de los mecinales, las entregas en los empotramientos, la estabilidad del colchón amortiguador y cajeros.

Medición de las cotas de inundación y determinación del perímetro mojado.

Entrevistas con personas del lugar que hallan presenciado la riada y den noticias históricas de otros eventos.

Determinación del volumen de aterramiento aguas arriba y naturaleza de los mismos, así como restos de transporte por la riada en aliviaderos, colchón amortiguador y canal de desagüe.

Medición de las secciones reales de la riada, antes, en y después del eje del dique dañado para conocer las modificaciones del cauce en la proximidad del dique y los cambios de las pendientes del terreno.

Identificación geológica de descalses de fábricas y empotramientos.

Valoración de daños estructurales producidos en las fábricas.

Estimación de daños aguas abajo en bienes inmuebles, cultivos e infraestructuras.

4. Comprobación del proyecto de ejecución.

Se recalculan los caudales máximos admisibles para el diseño de las fábricas y se analiza su diferencia si es que existe con los caudales estimados de la riada, así como los periodos de recurrencia correspondientes.

5. Diagnóstico

A la vista de los resultados obtenidos tanto en el cálculo de escorrentías del evento, como de los históricos de la cuenca por otras riadas y la comprobación de los caudales máximos y demás solicitaciones hidráulicas del proyecto de obra y recogiendo las conclusiones de las actuaciones complementarias se emite un diagnóstico de carácter técnico que recoge en un informe a modo de conclusiones el comportamiento de las fábricas.

6. Informe

Se eleva un informe a la superioridad en donde además de recoger el diagnóstico técnico se incluye un dictamen de las responsabilidades a que pueda dar lugar en aplicación de la Ley 13/1995, de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas y Reglamento General de Contratación del Estado y R.D. Legislativo 2/2000, de 16 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

Inclusión si procede de una evaluación de los daños y propuesta de actuaciones.

DESARROLLO.



Evaluación de los daños ocasionados en el dique nº 8 del Proyecto de Restauración hidrológico-forestal de la cuenca de la Rambla de Torrealbilla. Termino Municipal de Lorca (Murcia).

- a) Características de las fábricas y diseño: mampostería gavionada con aliviadero central de sección rectangular y cuerpo de planta recta, con cuenco amortiguador de losa de hormigón y dos cajeros rectos también de mampostería gavionada.
- b) Evento hidrológico: lluvias torrenciales en la cuenca de recepción los días 27 al 30 de septiembre y 5 de octubre de 1997 que producen una riada en la Rambla de Torrealbilla.
- c) Daños: pequeños en el cuerpo central del dique, no así en los empotramientos en donde se arruinan las fábricas produciéndose socavación y apertura de nuevos cauces, desapareciendo las entregas en los empotramientos y desaparición parcial de los cajeros aguas abajo.
- d) Solicitud: la unidad provincial gestora de la obra se dirige a la Inspección General de Servicios del MIMAM para que nombre a un inspector facultativo que emita el pertinente informe técnico que a su vez permita el cierre del inconcluso expediente administrativo de la obra (liquidación y recepción) según la Ley 13/1995, de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas.



- e) Documentación preliminar: Proyecto de ejecución e informes técnicos de los Servicios Forestales aplicables al caso.
- f) Planteamiento: análisis del procedimiento administrativo seguido en el expediente de la obra y delimitación de las responsabilidades por daños en las fábricas si procede.
- g) Toma de datos: obtención de los datos pluviométricos de estaciones meteorológicas próximas a la zona de ubicación del dique nº 8 en las fechas del 27 al 30 de septiembre y 5 de octubre de 1997.

Calculo de caudales de trabajo previstos para el dique nº 8 en el proyecto de ejecución: $q = 44 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Informe del Director Facultativo de las obras sobre el evento hidrológico, sus circunstancias y consecuencias.

- h) Visita de campo: al lugar de emplazamiento del dique nº 8 para la toma de datos sobre el terreno de carácter orográfico (pendientes, volúmenes de aterramiento, naturaleza de la roca en los empotramientos y en las cimentaciones, etc.), así como la medición del perímetro mojado producido por la avenida y levantamiento de reportaje fotográfico de los daños producidos.
- i) Calculo de escorrentias y caudales:

Se procede al cálculo del caudal de avenida primeramente por una estimación de campo, obteniéndose valores de 291 m³/seg. (con acarreos) y 204 m³/seg. (sin acarreos).
Mediante el modelo de García Nájera (para cuenca superior a 2,5 km²): $q = 169 \text{ m}^3/\text{seg.}$
Sistema por periodo estadístico de recurrencia: toma de datos pluviométricos en litros en 24 horas de las estaciones de Avilés y de Zarzadilla de Totana en el periodo comprendido entre el 27 al 30 de septiembre y 5 de octubre de 1997:



Avilés: 124,4 litros

Zarzadilla de Totana: 140 litros

Con un periodo de retorno (Gumbel) de 135 años.

Caudal punta 386 m³/seg. y 326 m³/seg.

Tiempo al pico 5,17 horas y 5,17 horas

Volumen de escorrentía 3,9 Hm³ y 3,3 Hm³

Area de la cuenca: 13648 ha. y 13648 ha.

Numero de curva: 78 y 75

j) Calculo del volumen de aterramiento:

capacidad teórica del vaso: 9977,4 m³

volumen por riada: 3925,9 m³

porcentaje de aterramiento: 39 por ciento.

k) Conclusiones:

El expediente administrativo debe continuar, poniéndose de manifiesto la no realización del Acta de Reconocimiento y Comprobación de acuerdo con la Ley.

Tramitación de las certificaciones pendientes de abono.

Propuesta de un expediente de daños por fuerza mayor.

Exoneración de responsabilidades a los agentes intervinientes, por ser las solicitudes a que han estado sometidas las fábricas muy superiores a las bases de cálculo para diques de similares características según la buena tradición de cálculo, por lo que los daños producidos se consideran que son debidos a la avenida torrencial.

CONCLUSIONES.

El método empleado y los resultados que del mismo se deducen permiten adoptar medidas en los siguientes apartados:

1. Responsabilidades:

Se determina la imputación tanto en fase de proyecto, como en la de ejecución de la obra en la Dirección Facultativa y en la dirección técnica del contratista.

En caso de inexistencia de responsabilidades se asigna el carácter de fuerza mayor, corriendo con los gastos que se originen en la retirada y reposición de las fábricas dañadas la entidad propietaria.

2. Evaluación y valoración de daños:

Tarea compleja a veces en su contenido, por la naturaleza de los daños que se puedan haber originado, tanto en la obra como en instalaciones, estructuras y vidas humanas a resulta de la ruina de las fábricas.

3. Regulación administrativa de obras de naturaleza pública:

Tanto de carácter económico como el abono de certificaciones pendientes, devolución de fianzas, liquidaciones, modificaciones del contrato, proyectos complementarios, regulación de expedientes de daños por fuerza mayor, justificación de proyectos de

inversión etc.
Recepciones de obras (únicas y definitivas).
Certificados oficiales de cualificación empresarial.

BIBLIOGRAFIA.

- Aranda, G. de & all. (1992). *Hidrología forestal y protección de suelos. Técnicas y experiencias en dirección de obras. Colección técnica. Icona.*
- Aranda, G. de (1997). *Informe sobre los daños causados en el dique nº8 de la Rambla de Torrealbilla. Termino municipal de Lorca. Murcia.*
- Colegio de Ingenieros de Caminos. Universidad de Murcia. (1985). *Curso de Hidrología. Murcia.*
- *Curso internacional de restauración hidrológico forestal y defensa contra la Desertificación.* (2000). Ministerio de Medio Ambiente. Madrid
- Bureau of Reclamation. 1976. *Design small dawn.* US. Wash.
- González Bernaldez, F. 1988. *Typology of wetlands and evaluation of the resources.* International Symposium on hydrology wetlands in semiarid and arid regions. Sevilla.
- Heras, R.1984. *Normas de cálculo de máximas crecidas.* ETSICCP. Madrid.
- Instituto Nacional de Meteorología. *Series anuales pluviométricas en diferentes estaciones de la provincia de Murcia.*1997, 2000 y otros.
- López Cadenas, F & all.1988. *Diseño de estructuras para la corrección y estabilización de cursos torrenciales.* Madrid
- Soil Conservati3n Service. 1972. *Hydrology Sec.4 of National Engineering Handbook.* US. Departament of Agriculture. Wash.
- Tragsa/Tragsatec.1998. *Restauraci3n hidrol3gico forestal de cuencas y control de la erosi3n.* Madrid