

***Modelo matemático de la ruptura  
de la cortina del Proyecto Hidrológico  
La Parota y sus efectos aguas abajo***

Cuando la cortina de una presa se rompe o falla un dique, se libera un gran volumen de agua en muy poco tiempo. La onda de avenida generada se tras-

lada aguas abajo con una gran velocidad, por lo que posee una gran capacidad de transporte de sólidos y puede desarrollar una importante fuerza de arrastre. Esta onda suele desbordar el río y ocasionar inundaciones súbitas, que causan la pérdida de vidas humanas y graves daños materiales. La determinación de

las zonas anegadas, sus profundidades, así como las velocidades de las corrientes en los ríos y barrancas a donde llega el agua, permiten estimar las áreas productivas y los núcleos de población que pueden ser afectados negativamente, así como revisar la bondad de medidas de mitigación de daños.

El Instituto de Ingeniería desarrolló un modelo matemático de la ruptura de la cortina del Proyecto Hidrológico La Parota y sus efectos aguas abajo, con el objetivo de proponer un método numérico para calcular la onda de avenida que provocaría, la muy poco probable ruptura de la cortina de esta presa, tanto en el cauce del río Papagayo, como en la zona aledaña a él.

Se comenzó con la evaluación de los flujos de agua que saldrían del vaso de almacenamiento de la presa cuando iniciara la falla de la cortina, tomando en cuenta la fuerte pendiente de la superficie libre de las corrientes al salir del embalse, con el fin de determinar de modo adecuado los cambios de régimen que pudieran ocurrir en los flujos de los cauces.

Un aspecto fundamental en el estudio de esta clase de flujos de agua es la salida del volumen de agua contenido por la cortina durante su falla, para lo cual se requiere conocer los gastos de egreso que se van presentando. En las zonas próximas al cauce del río, se simula el flujo producido por el desbordamiento y las consecuentes inundaciones. Para esto último, es necesario

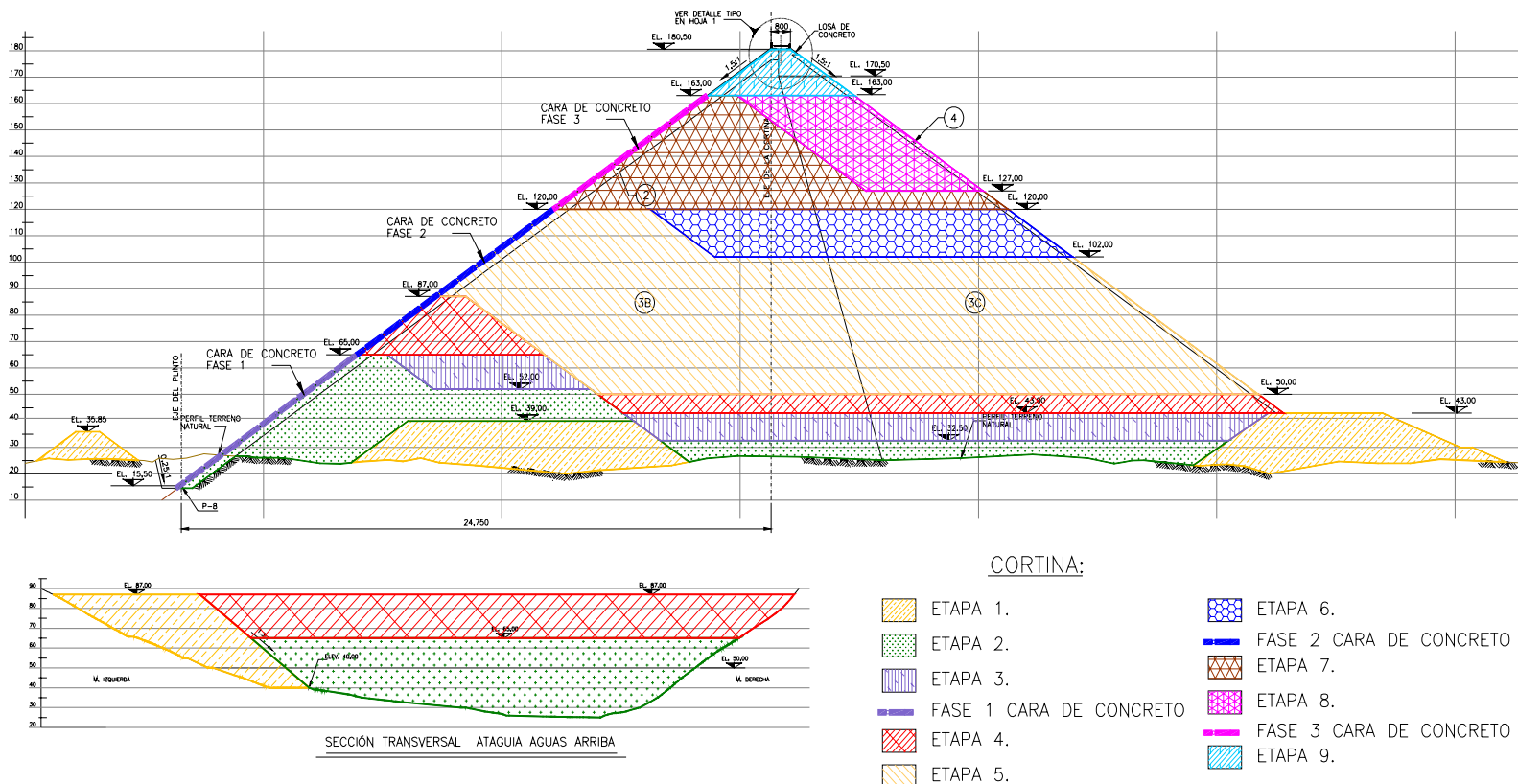


Fig 1 Corte tipo de la cortina, PH La Parota

disponer de información topográfica del terreno en las cercanías de la corriente natural.

En México se han realizado pocos estudios relacionados con la onda de ruptura ocasionada por la falla de una cortina; sin embargo, por la gran utilidad de sus resultados es importante ahondar en el estudio de este fenómeno.

El conocimiento de las posibles zonas de inundación por la eventual ruptura de una cortina permite tomar medidas de reducción de daños y alertar a los organismos encargados de la protección civil para que cuenten con elementos adecuados para realizar las actividades efectivas aguas abajo de la cortina, reduciendo al máximo posible el riesgo de pérdidas de vidas humanas y de daños materiales a la infraestructura existente.

### Descripción del proyecto

El Proyecto Hidroeléctrico La Parota se encuentra sobre el río Papagayo, en la porción sur-central del estado de Guerrero, a 28 km en línea recta al noreste del puerto de Acapulco, cabecera municipal. La cortina de este proyecto será de enrocamiento con núcleo de arcilla y cara de concreto. En la fig 1 se presenta un corte longitudinal de dicha cortina, que tendrá una altura promedio de 155 m y taludes 1.5:1 en ambos paramentos.

Para este estudio se realizó una revisión de los modelos de ondas de ruptura recientes, incluyendo documentos en los que se hace referencia a flujo supercrítico, salto hidráulico, simulaciones en flujo bidimensional y un ejemplo de falla, así como un modelo comercial de simulación (DAMBK). Posteriormente se investigaron los modelos de variación total decreciente (TVD); se justificó la aplicación del método *corrector-predictor* de Mac Cormack y su relación con la teoría de TVD porque la simulación matemática producida en cauces por el rompimiento de cortinas requiere procedimientos numéricos de alta precisión. Con esta información se desarrolló el método numérico de ondas de ruptura propuesto para este caso particular. Se incluyó el planteamiento del método de las características y el desarrollo analítico para calcular el flujo unidimensional de una onda de ruptura y de choque. Adicionalmente se realizó el cálculo de varios hidrogramas de ingreso a la presa durante su etapa constructiva tanto para la época de lluvias como la de estiaje para diferentes periodos de re-

torno. Después se aplicó el modelo de onda de ruptura a distintos casos reales, considerando varios tipos de hidrogramas de ruptura. Posteriormente, se realizó el tránsito de avenidas por el cauce de hidrogramas de tipo operativo. En forma paralela se describieron los modos de falla y los conceptos relativos a éstos, además de estudiar el comportamiento dinámico ocasionado por un sismo tanto en la cortina como en las diferentes estructuras.

Con los resultados principales al aplicar los modelos de tránsito de avenidas en embalses y cauce en distintas etapas de construcción de la cortina, así como durante la operación de la presa, se determinaron las zonas con riesgo de inundación ante avenidas con periodos de retorno hasta de 10 000 años, así como el tiempo estimado en que esto sucedería (véase fig 2).

En este proyecto trabaja Óscar Fuentes Mariles, de la Coordinación de Hidráulica.

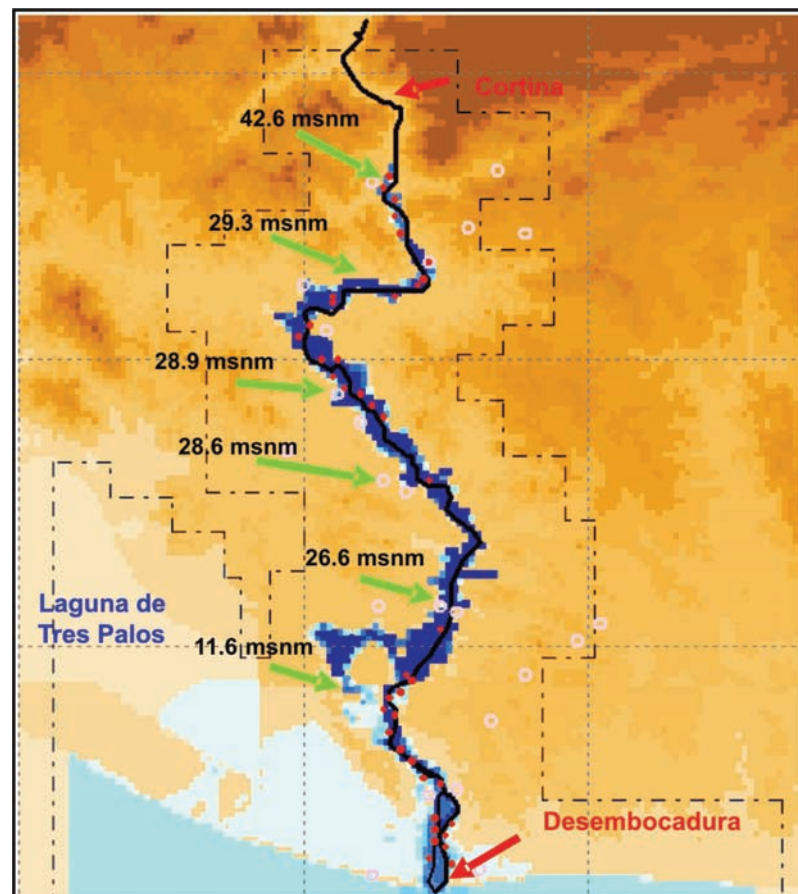


Fig 2 Zonas de riesgo, hora 144  
Tr = 100 ataguía en época de avenidas,  
elevación 87 msnm.