

## ***Colaboración del II UNAM en la emergencia del sureste***

Los trabajos desarrollados por el Instituto de Ingeniería en Tabasco y Chiapas, después de las inundaciones y deslaves del año pasado, han sido de tal trascendencia que es justo el reconocimiento a la labor realizada por el equipo de trabajo de la Coordinación de Hidráulica, de la cual presento una síntesis.

### **Deslizamiento de tierras en Juan de Grijalva (El caído)**

El 4 de noviembre de 2007 por la noche, abundantes lluvias causaron el deslizamiento de una ladera del cerro situado frente a la localidad de Juan de Grijalva, Chiapas, lo que obstruyó por completo el cauce del río Grijalva, entre las centrales hidroeléctricas Malpaso (Netzahualcóyotl) y Ángel Albino Corzo (Peñitas), con lo que se formaron dos vasos. Para mitigar el problema, el 5 de noviembre se suspendió la operación de la central hidroeléctrica Malpaso, lo que incrementó a partir de ese momento su nivel.

Por la seriedad de la situación, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) solicitó al Instituto de Ingeniería, que colaborara, por una parte, con personal técnico especializado y, por otra, con modelos matemáticos y físicos que respaldaran las decisiones más importantes, para salvaguardar vidas humanas y la seguridad de la infraestructura de la región. La CFE, consciente de la magnitud del problema, inmediatamente había conceptualizado tres etapas de solución: 1. Comunicación de los vasos, 2. Ensanchamiento del canal, y 3. Profundización del canal.

Las labores en que participó el II UNAM fueron:

La elaboración de modelaciones matemáticas, con las que se obtuvieron los posibles hidrogramas (variación de gasto contra tiempo) generados por una ruptura súbita y deslizamiento de tierra, lo cual se estimó podría suceder en menos de cuatro horas. Para ello, se modeló el flujo no permanente unidimensional del cauce formado entre el deslizamiento y la cortina de la central hidroeléctrica Peñitas. Esta simulación se hizo para estimar el tiempo de traslado de la onda generada por el rompimiento súbito del tapón de tierra y los posibles niveles que alcanzaría el vaso de Peñitas con el almacenamiento causado por la obstrucción. El propósito fue garantizar que los niveles se mantuvieran dentro de los rangos de seguridad fijados por la CFE. También se elaboraron modelos de transferencia de volúmenes de un almacenamiento a otro, para estimar los posibles niveles iniciales y finales en diversas combinaciones de operación de la Presa Malpaso en conjunto con las avenidas que se podrían presentar por las descargas de los ríos en el vaso formado entre la Presa Malpaso y el deslizamiento.



Transferencia de volúmenes en los dos vasos

Uno de los puntos que había que abordar con urgencia era la remoción del material depositado en el cauce, a fin de restablecer la comunicación de los dos cuerpos de agua. Para programar los trabajos de remoción, se revisó y actualizó de manera urgente la hidrología de la zona y se estimaron los posibles hidrogramas en diferentes condiciones. Con esta información se trabajó con personal de la CFE y se decidió abrir un canal dentro del deslizamiento, con lo que se garantizó la comunicación entre los vasos.

En la segunda etapa, de manera conjunta con CFE y CONAGUA, se monitoreó detalladamente el comportamiento del canal, identificando, entre otros aspectos, su evolución en el tiempo y la localización de la sección de control que cambiaba de posición desde la salida del canal hacia aguas arriba (erosión regresiva), debido a la forma heterogénea de acomodo del material deslizado en conjunto con las velocidades del flujo.

Se realizaron obras de ensanchamiento del canal para aumentar la capacidad de conducción, y se estimó que para alcanzar la capacidad requerida, era necesario bajar la elevación de la plantilla. Para ello se construyó una ataguía para cerrar el canal, lo que implicó que CFE implementara procesos constructivos y movimiento del material correspondiente en un plazo corto de tiempo.

A partir de la información recopilada sobre el funcionamiento del canal, se realizaron modelaciones matemáticas para estimar su comportamiento con diferentes anchos y a diferentes elevaciones de plantilla, a fin de dar capacidad de tránsito a una avenida con un gasto de pico o máximo de  $4\,500\text{ m}^3/\text{s}$ .

En la tercera etapa, se presentaron modelaciones matemáticas para estimar la superficie libre del agua y las velocidades en el canal que se formará, con dimensiones de 600 m de longitud, un ancho de plantilla de 70 m y una elevación de 85 msnm del fondo del mismo. Además, se han elaborado modelos físicos para corroborar alguno de los resultados obtenidos y observar el comportamiento tanto del canal como de la ataguía con que se ha cerrado el canal.

Los trabajos de excavación del fondo del canal han concluido y al momento de cerrar esta edición, se ha programado el rompimiento de la ataguía para el 11 de marzo.

En síntesis, éstas son las actividades desarrolladas por el II UNAM, en esta asesoría con la que, una vez más, se colaboró en la solución de un problema de interés nacional.

Adalberto Noyola Robles  
Director