

**AVENIDAS DE DISEÑO PARA LOS TÚNELES
DE CONDUCCIÓN DEL RÍO GRIJALVA**

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

5 CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas de los temas desarrollados en este trabajo.

Inicialmente se describieron las características fisiográficas de la cuenca y el sistema hidroeléctrico del río Grijalva, que en síntesis, produce el 52 por ciento de la energía hidroeléctrica utilizada en el país, ocupando el primer lugar en importancia en el aspecto de aprovechamiento hidroeléctrico. Adicionalmente se mencionaron los programas de mitigación que se implementaron para el control de inundaciones.

A partir de una gran inundación ocurrida en 1999 en la cuenca baja del río Grijalva, el gobierno del estado de Tabasco y la población se interesaron en participar en la toma de decisiones para el manejo de las avenidas a través de la infraestructura de control de avenidas y generación hidroeléctrica, como ya se ha mencionado dicha participación se instrumentó a través del CTOOHR.

Sin embargo, todavía persiste una cultura en la población que por necesidad o costumbres, continúan asentándose en zonas propensas a crecientes de alta frecuencia y baja magnitud que dan origen a afectaciones de asentamientos irregulares e inundaciones, aunque institucionalmente se está realizando un esfuerzo por cambiar la política de edificación de infraestructura para la protección de los efectos nocivos de las inundaciones por una política de control del territorio.

La CFE, en su análisis de manejo de presas, concluyó las obras correspondientes, para aumentar el margen de seguridad del sistema Grijalva, así mismo, ha manejado con responsabilidad y de manera profesional los niveles de operación, evitando afectaciones mayores en la planicie tabasqueña (CFE, 2008).

También se describieron las causas, que originaron el movimiento de tierra que obstruyó por completo el río Grijalva, así como el manejo durante la emergencia. En este aspecto cabe mencionar que no se contaba con un programa previo de obra, lo cual fue necesario manejar la contingencia con base a la experiencia de especialistas de diferentes entidades, entre las que destacan la CFE, CONAGUA, PEMEX y empresas de la iniciativa privada.

Haber podido concluir estos trabajos en menos de mes y medio fue producto, principalmente de cuatro factores que se dieron durante los trabajos: Liderazgo, trabajo en equipo, compromiso y objetivos compartidos.

Todo ello hizo posible que las poblaciones implicadas estuvieran a salvo, que se normalizara el funcionamiento del sistema hidroeléctrico del río Grijalva y que el proyecto y la CFE hayan recibido dos reconocimientos: “El mejor Proyecto de Ingeniería realizado en México en el año 2007” y el máximo premio internacional de ingeniería que se otorga a una empresa eléctrica “El Edison Award”.

Se concluye que la obra realizada en el deslizamiento de Juan de Grijalva es un caso de éxito para la ingeniería que involucró un alto grado de complejidad y de grandes

dimensiones; se diseñó y ejecutó con el talento de ingenieros y empresas mexicanas en condiciones de enorme adversidad y en tiempo récord.

Sin duda, el principal mérito de este proyecto fue la inmediata acción de enfrentar el problema, actuar con decisión y con valor, informando con objetividad y realismo las condiciones de riesgo y de costo, y efectuando la organización y la convocatoria eficaz para que en unas cuantas horas se plantearan las posibles soluciones del problema.

Por la ubicación geográfica de la zona de estudio, las condiciones meteorológicas de precipitación y escurrimiento, presentadas a finales del año 2007, tienen una alta probabilidad de volver a presentarse, con la misma o incluso mayor intensidad (CFE, 2008).

El dimensionamiento de las obras hidráulicas para el control de avenidas es función del gasto de diseño, asociado a un periodo de retorno, que para el caso de obras de excedencias de grandes presas se considera de 10,000 años, para realizar esta estimación se utilizan técnicas estadísticas, probabilísticas aplicadas a los registros históricos del sitio. En este trabajo se presentó un resumen de las técnicas para el cálculo de la determinación de las avenidas de diseño, éstas se determinaron para las cuatro presas del sistema Grijalva y para las aportaciones de los ríos Tzimzac y Sayula, con el fin de analizar las crecientes en la zona del deslizamiento y así, poder determinar las características y el dimensionamiento los túneles intercomunicadores.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante los tránsitos de avenidas asociadas a diferentes periodos de retorno y tomando en cuenta las consideraciones hechas de los diferentes escenarios se puede concluir lo siguiente:

Escenario 1

Se puede observar en la tabla 4.9 que la elevación 100 msnm no es rebasada cuando ocurren avenidas asociadas a un periodo de retorno de hasta 10,000 años salvo que el vertedor de la C.H. Malpaso opere descargando gastos con el mismo Tr lo cual eleva el nivel del agua hasta la elevación 102.55 msnm.

Para éste último caso la existencia de los túneles de desvío permite un mayor tránsito en la zona del deslizamiento lo cual disminuye la elevación en el embalse aguas arriba hasta la elevación 100.40 msnm, ver tabla 4.10.

Cabe mencionar que en ningún momento se pone en riesgo por desbordamiento a la C.H. Peñitas.

Escenario 2

Considerando que el Canal se viera obstruido debido a un nuevo deslizamiento, se puede observar en la tabla 4.11, que los Túneles de conducción tienen la capacidad de transitar avenidas asociadas a periodos de retorno de hasta 10,000 años siempre y cuando la C.H. Malpaso detenga su generación y no permita la salida de agua por sus vertedores. De esta manera, la elevación máxima que se tendría en el embalse aguas arriba del deslizamiento sería de 100.39 msnm manteniéndose solamente 39 cm por arriba de la elevación de

indemnización de 100 msnm. Por otro lado, el nivel del embalse de la C.H. Peñitas llegaría a un máximo de 91.40 msnm el cual no pone de ningún modo en riesgo por desbordamiento a la presa.

Escenario 3

En el caso de la ataguía aguas arriba del deslizamiento los niveles alcanzados por el agua para una avenida asociada a un periodo de retorno de 100 años no representan riesgo alguno para la misma. Caso contrario para la ataguía aguas abajo, debido a que las elevaciones máximas registradas son de 93.58 y 92 msnm considerando que genere o no la C.H. Malpaso respectivamente. Asimismo, las descargas realizadas por la C.H. Peñitas hacia la cuenca baja del río Grijalva resultan ser de 7,619.76 m³/s y de 6,525.28 m³/s respectivamente, las cuales son excesivas pudiendo ocasionar grandes afectaciones en la planicie tabasqueña y sobre todo a la ciudad de Villahermosa. Ver tabla 4.12.

Debido a lo anterior, se recomienda considerar la política de operación propuesta como una alternativa para disminuir las afectaciones en dicha región ya que los gastos descargados por la C.H. Peñitas se ven reducidos hasta en 1,000 m³/s. Asimismo, se tendría que sobre-elevar la ataguía aguas abajo del deslizamiento en 1.50 m de manera que se pueda mantener 1 m de bordo libre. Ver tabla 4.13.

Finalmente, en la tabla 4.14 se puede observar que la política propuesta también mantiene niveles seguros tanto aguas arriba como aguas abajo del deslizamiento para avenidas asociadas a periodos de retorno de hasta 10,000 años.

Además, se garantiza que aún y cuando se presentase otro deslizamiento en la zona de Juan de Grijalva que obstruyera totalmente el canal, los túneles tienen la capacidad de transitar de manera segura un gasto de cuando menos 1,440 m³/s que es el equivalente al desfogado por la presa Malpaso considerando que la totalidad de sus grupos turbogeneradores se encuentran en operación, garantizando la seguridad de la planicie tabasqueña durante las crecidas del río.

La ingeniería civil mexicana ha demostrado durante décadas que tiene la capacidad y la experiencia para desarrollar la planeación, estudios, diseños, construcción, conservación y operación de la infraestructura del país. Es importante que nuestra infraestructura la sigamos desarrollando los mexicanos. Las presas, el canal y los túneles intercomunicadores sobre el río Grijalva son ejemplos claros de ello.

Es de vital importancia aplicar nuevas técnicas probabilísticas para el diseño de estructuras y el análisis de riesgo asociado a eventos de esta naturaleza, ya que por la importancia de este tipo de obras, una falla tendría dimensiones inimaginables, sería una catástrofe de valor incalculable.

Es conveniente impulsar una mayor inversión en proyectos de infraestructura en todo el territorio nacional y en forma particular en la Región Sur-Sureste, para prevenir desastres y contribuir al desarrollo económico sostenido y equilibrado a largo plazo.

Las inundaciones, particularmente en los estados de Tabasco y Chiapas, señalan la urgencia de destinar mayores inversiones a la prevención de desastres por inundaciones y

deslizamientos de tierra, debido a la zona climatológica en donde se encuentran, pues son muy comunes las lluvias provocadas por ciclones, huracanes y frentes fríos.

Recomendaciones para la óptima operación del canal Juan de Grijalva

- El canal Juan de Grijalva se ha comportado adecuadamente.
- No obstante, puede producirse la inestabilidad de los taludes del canal si se presentan incrementos significativos de los niveles freáticos en la margen derecha y éstos no se abaten.
- Se observa una respuesta inmediata de los piezómetros con respecto a la precipitación pluvial, lo que manifiesta la necesidad de asegurar la eficacia del drenaje e incluso complementarla y mejorarla.
- Se requiere dar mantenimiento a los sistemas de drenaje y perforar las aureolas de drenaje en el sub-bloque 1.
- Se recomienda realizar un estudio geofísico para determinar las respuestas de los sub-bloques I, II y III, y del bloque no deslizado.
- La excavación de los túneles del Grijalva probablemente se termine a finales del año 2010, lo que implica transitar las avenidas de la próxima temporada por el canal.
- Se requiere asegurar la estabilidad del canal.
- Debe revisarse la seguridad estructural de las pilas del vertedor de la C.H. Malpaso.
- Asimismo, estudiar la descarga del vertedor hacia la cuenca del río Tonalá, lo que permitiría, incluso, operar el vaso de la presa Malpaso con niveles más elevados.