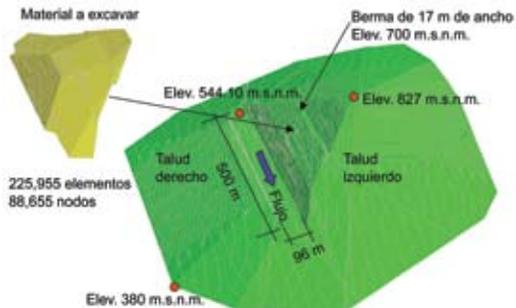


Los análisis se realizaron siguiendo una secuencia diseñada conforme al proceso constructivo y a la aplicación de las solicitaciones a las que estaría sometido el vertedor. Para esto, se simularon varias etapas consecutivas que involucraron la determinación del estado de esfuerzos y factores de seguridad de las laderas en sus condiciones naturales, para luego simular el proceso de excavación en cuatro etapas, en las que se determinó el estado de esfuerzos, los desplazamientos en los taludes resultantes de los cortes requeridos para alojar el canal vertedor y los factores de seguridad correspondientes. Cabe señalar que los resultados se pueden visualizar en cualquier sección a lo largo del canal vertedor.



Modelo tridimensional desarrollado

El proceso de excavación puede inducir un daño en las propiedades mecánicas de la roca, esto se tomó en cuenta en los análisis numéricos, asumiendo un factor de daño de 30%, conforme a los criterios y recomendaciones establecidos en la literatura técnica internacional. Esta consideración tiene un efecto significativo en el estado de esfuerzos al final de la excavación, y consecuentemente en los factores de seguridad obtenidos. Los resultados indican que es conveniente tener presente esta situación a la hora de implementar los procedimientos de excavación ya sea utilizando maquinaria o a través de voladuras. El utilizar uno u otro proceso dependerá de la calidad de la roca a remover.

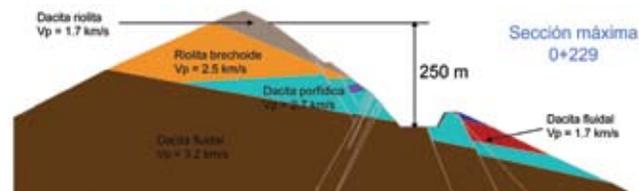
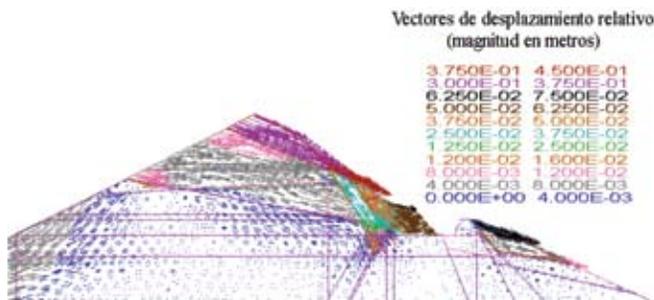


Fig 2. Sección máxima del talud

Una vez simulado el proceso de excavación, se aplicó el componente sísmico transversal al eje del vertedor (normal a los taludes). La excitación sísmica utilizada es la que resultó del análisis del sistema cortina-boquilla a la elevación de la plantilla del canal vertedor, ya que ésta incluye el efecto de la cortina y su interacción con el valle que aloja al Proyecto Hidroeléctrico. Esto permitió estimar en forma más realista los movimientos sísmicos en la base de los taludes en donde se construirá el vertedor.



Desplazamientos relativos al final del sismo Tr10,000

Los resultados del análisis sísmico mostraron que incluso para el sismo con un periodo de retorno (T_r) de 200 años se calculan desplazamientos notorios en diversas secciones a lo largo del canal vertedor. Se encontró que para el caso de la sección de las compuertas, 0+000, ésta presentaría desplazamientos horizontales del orden de hasta 4 cm para el sismo más intenso con periodo de retorno de 10,000 años. Estos desplazamientos pueden poner en riesgo la operación de las compuertas, ya que éstas tienen poca tolerancia para su correcta operación, debido al tipo de mecanismo que las acciona. Es por ello que el diseño sísmico de las compuertas, a cargo de la CFE, deberá considerar estos resultados obtenidos por el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Asimismo, las compuertas deben tener una cimentación firme, tal que no induzca deformaciones que puedan poner en riesgo la operación de la estructura de control. De los estudios realizados se concluyó que bajo carga estática la excavación no

presenta problemas de desplazamientos excesivos que puedan poner en riesgo su estabilidad. Sin embargo, al final de la excavación se tienen zonas con bajo factor de seguridad a la falla en las secciones de los cadenamientos 0+000, 0+048, 0+105 y 0+229, de los bajos factores de seguridad, CFE se encargará de ir haciendo las adecuaciones necesarias conforme avance la excavación. Los análisis realizados en el ingen fueron para analizar la estabilidad global y verificar la viabilidad del talud. Un objetivo secundario fue identificar zonas potencialmente inestables, para que la CFE tomara las medidas de estabilidad que crea pertinentes en su momento, según se vaya revelando en el campo la naturaleza específica del problema.

Actualmente la excavación del vertedor se realiza sin contratiempos, conforme a las estimaciones obtenidas en los análisis. 🚧