

ICOLD2026 Guadalajara, Mexico, International Symposium
Theme | Water, Energy, and Society: The Evolving Role of Dams in a Changing World
ABSTRACT TEMPLATE

PAPER TITLE

Seismic Behavior of a Cracked Arch Dam. Non-Linear Analysis Considering Joint Movements and Concrete Damage.

Relevant Topic:

- *Dam Safety Policy and Governance*

AUTHORS

Primary Contact Author (Author Full Name, Company Affiliation/Employer, Address, Phone, email

Rafael Manuel da Silva Ramos; CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa (IST-ULisboa). Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisbon, Portugal; phone: +351 916 589 940; rafael.silva.ramos@tecnico.ulisboa.pt

Is Primary Author a Young Professional? **YES**

Co-Author Information

Sérgio Bruno Martins Oliveira, Nacional Laboratory for Civil Engineering (LNEC), Av. Brasil 101, 1700-075 Lisbon, Portugal; phone: +351 218 443 413. soliveira@lnec.pt

André Filipe Moreira Alegre; Kinemetrics Inc. 222 Vista Avenue. Pasadena, CA 91107, USA; afa@kmi.com

Jorge Miguel Silveira Filipe Mascarenhas Proença; CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa (IST-ULisboa). Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisbon, Portugal; jorge.m.proenca@tecnico.ulisboa.pt

Paulo Jorge Henriques Mendes; Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL-IPL); R. Conselheiro Emídio Navarro 1, 1959-007 Lisbon, Portugal; pmendes@dec.isel.ipl.pt

PRESENTATION & PUBLISHED PAPER

Primary Author Name:

Rafael Manuel da Silva Ramos

Page 1 of 2

ENGLISH VERSION OF ABSTRACT:

In this paper the seismic performance of a double-curvature arch dam exhibiting a significant horizontal crack on the downstream face is studied. The study focuses on tensile damage, blocks stability and compressive damage for higher seismic accelerations. The influence of the reservoir water level on the non-linear seismic behaviour of the structure is evaluated. Three values for the reservoir water level are considered (full reservoir and water above the horizontal crack: 2 meters and 10 meters) to assess the dam's seismic response. A three-dimensional numerical finite element model of the dam–reservoir–foundation system was developed, explicitly accounting for contraction joints and horizontal cracks through joint finite elements. The model was calibrated using static monitoring data and dynamic data from ambient vibration tests. The analyses are performed using a 3D finite element program, named *DamDySSA5.0*, developed by the authors for linear and non-linear dynamic analyses of dam–foundation–reservoir systems. The program uses a time-domain formulation with a stress-transfer technique that allows simultaneous consideration of two non-linear mechanisms: (a) a joint constitutive model simulating crack and contraction joint opening, closing, and sliding, and (b) a concrete isotropic damage model with two independent damage variables, for tension and compression (considering softening). Real seismic accelerograms, scaled for different peak accelerations, were applied in the three spatial directions. The results are presented in terms of displacement, stresses, and damage distributions for the different water level values considered. The numerical results revealed the combined influence of the reservoir water level, joint/crack movements, and damage progression on the global seismic performance of the dam.

SPANISH TRANSLATION OF ABSTRACT:

En este artículo se estudia el comportamiento sísmico de una presa de arco de doble curvatura que presenta una importante fisura horizontal en la cara aguas abajo. El estudio se centra en los daños por tracción, la estabilidad de los bloques y los daños por compresión para aceleraciones sísmicas más elevadas. Se evalúa la influencia del nivel del agua del embalse en el comportamiento sísmico no lineal de la estructura. Se consideran tres valores para el nivel del agua del embalse (embalse lleno y agua por encima de la fisura horizontal: 2 metros y 10 metros) para evaluar la respuesta sísmica de la presa. Se desarrolló un modelo numérico tridimensional de elementos finitos del sistema presa-embalse-cimentación, teniendo en cuenta explícitamente las juntas de contracción y las grietas horizontales mediante elementos finitos de junta. El modelo se calibró utilizando datos de monitoreo estático y datos dinámicos de pruebas de vibración ambiental. Los análisis se realizan utilizando un programa de elementos finitos 3D, denominado *DamDySSA5.0*, desarrollado por los autores para análisis dinámicos lineales y no lineales de sistemas de presa-cimentación-embalse. El programa utiliza una formulación en el dominio del tiempo con una técnica de transferencia de tensiones que permite considerar simultáneamente dos mecanismos no lineales: (a) un modelo constitutivo de juntas que simula la apertura, el cierre y el deslizamiento de grietas y juntas de contracción, y (b) un modelo de daño isotrópico del concreto con dos variables de daño independientes, para tensión y compresión (considerando el ablandamiento). Se aplicaron acelerogramas sísmicos reales, escalados para diferentes aceleraciones máximas, en las tres direcciones espaciales. Los resultados se presentan en términos de desplazamiento, tensiones y distribuciones de daño para los diferentes valores de nivel de agua considerados. Los resultados numéricos revelaron la influencia combinada del nivel del agua del embalse, los movimientos de las juntas/fisuras y la progresión del daño en el comportamiento sísmico global de la presa.