

Exploración de escenarios físicos de ruptura sísmica en sistemas complejos de fallas normales

H.-S. Sánchez-Reyes¹, O. Scotti², S. Hok², A.-A. Gabriel³ and T. Taufiqurrahman³

¹Institut des Sciences de la Terre, IRD-UGA, BP 53, 38041 Grenoble Cedex 9, France

²Bureau d'Évaluation des Risques Sismiques pour la Sûreté des Installations, IRSN, 92260 Fontenay-aux-Roses, France

³Department of Earth and Environmental Sciences, Ludwig-Maximilians-Universität, 80333 Munchen, Germany

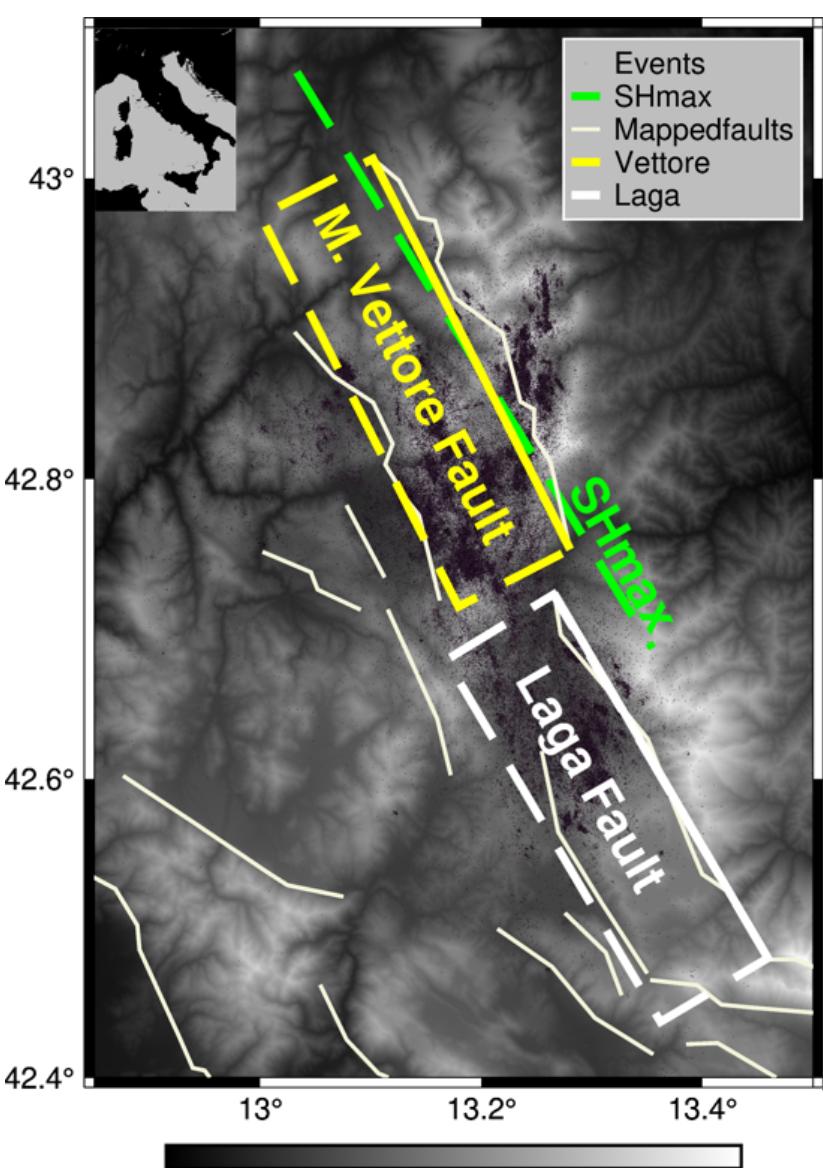


IRSN

LMU

✉ hugo.sanchez-reyes@univ-grenoble-alpes.fr

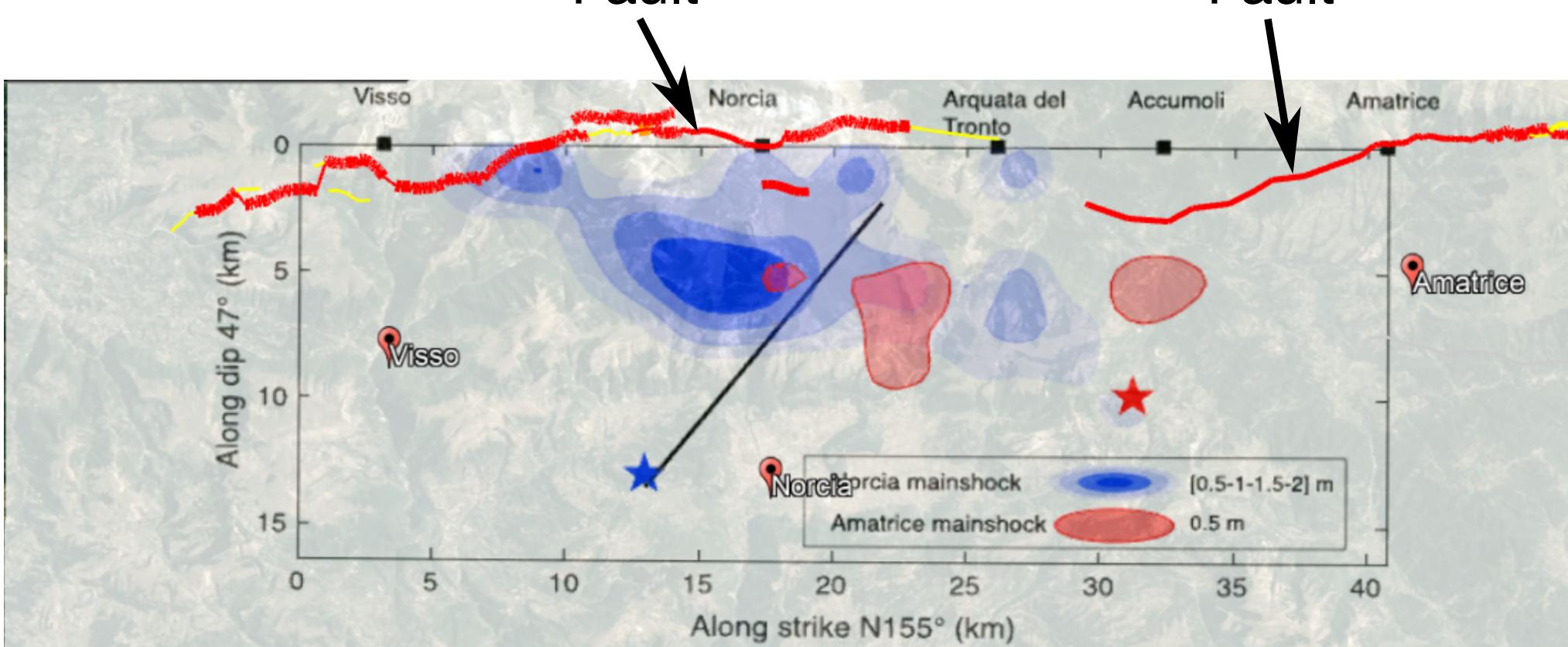
1. Introducción



Contexto geológico:

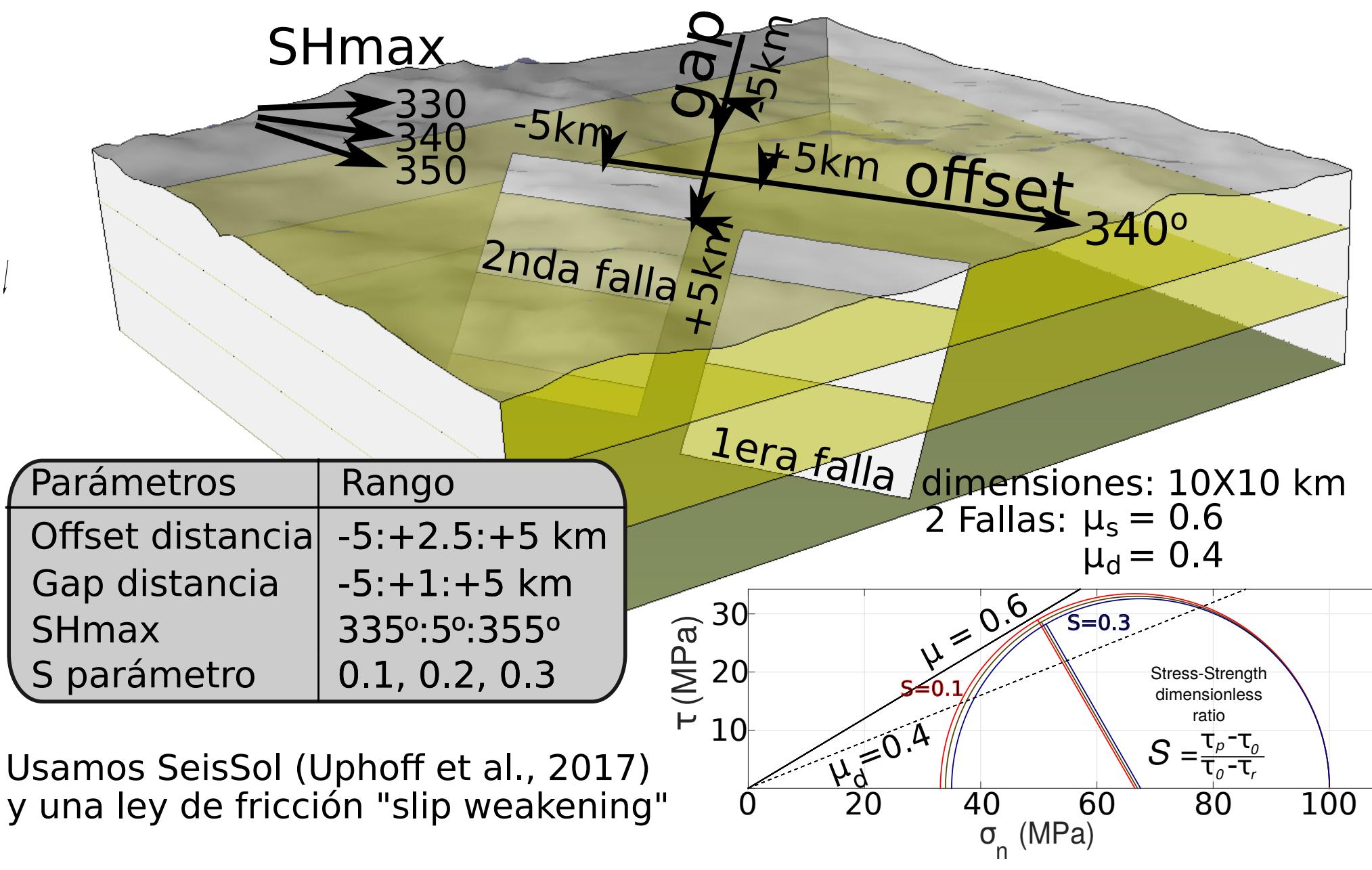
- Italia Central (Apéninos):
 - Sistema de fallas Normales
 - Rupturas a lo largo de múltiples segmentos

- Riesgo sísmico:
 - Ciudades cercanas
 - Terremotos Mw>5
 - Profundidad <12 km

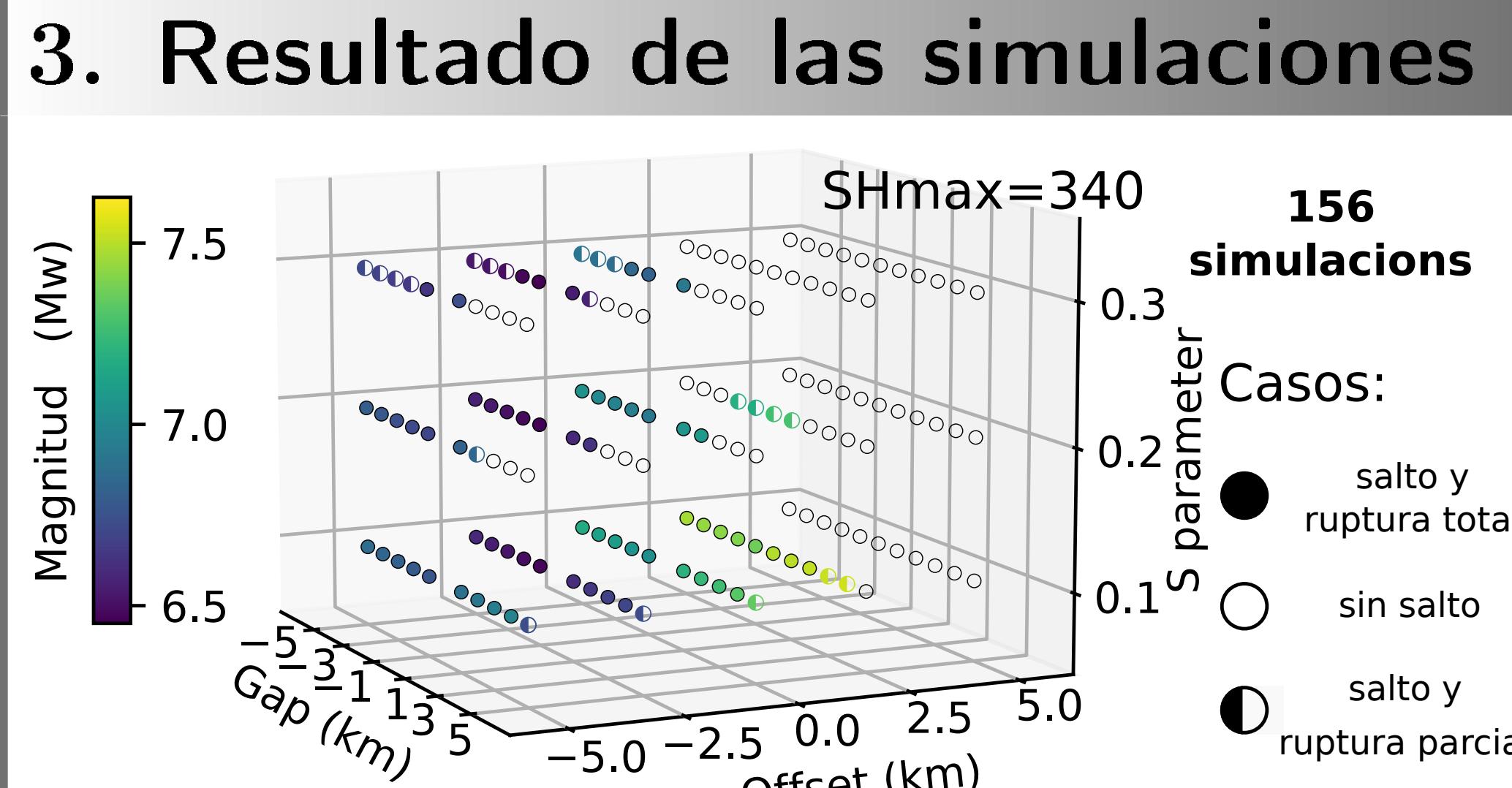


Objetivo: Investigar qué parámetros físicos promueven el salto de una ruptura sísmica. Mejorar la estimación del riesgo sísmico asociado.

2. Geometría y parámetros



Usamos SeisSol (Uphoff et al., 2017) y una ley de fricción "slip weakening"



Algunos casos no rompieron la segunda falla, debido a la gran distancia entre fallas (offset y gap). Este efecto es acentuado en regímenes con besfuerzos. El traslape promueve el salto

Asimetría (bloques de techo/piso):

Cuando la falla secundaria está en el bloque techo (con respecto a la primera falla), la ruptura occasionada por la primera falla es más susceptible a generar una ruptura sostenida por más tiempo.

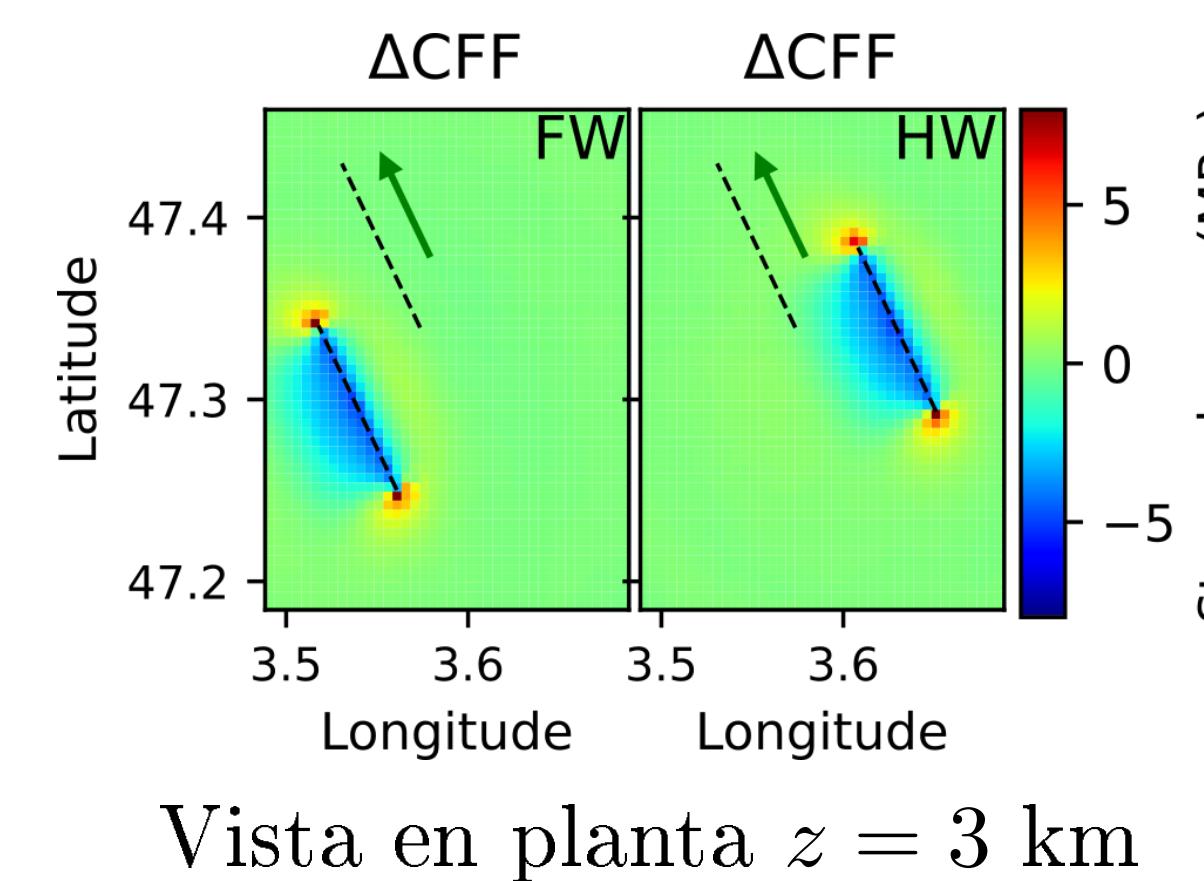
Ensombrecimiento de esfuerzos:

La energía total liberada (M_w) incrementa/diminuye de forma directamente proporcional a la distancia entre fallas (offset y gap). Mientras el traslape incrementa el potencial de salto, el ensombrecimiento de esfuerzos, debido a la proximidad entre fallas, previene una gran caída de esfuerzos en la segunda falla.

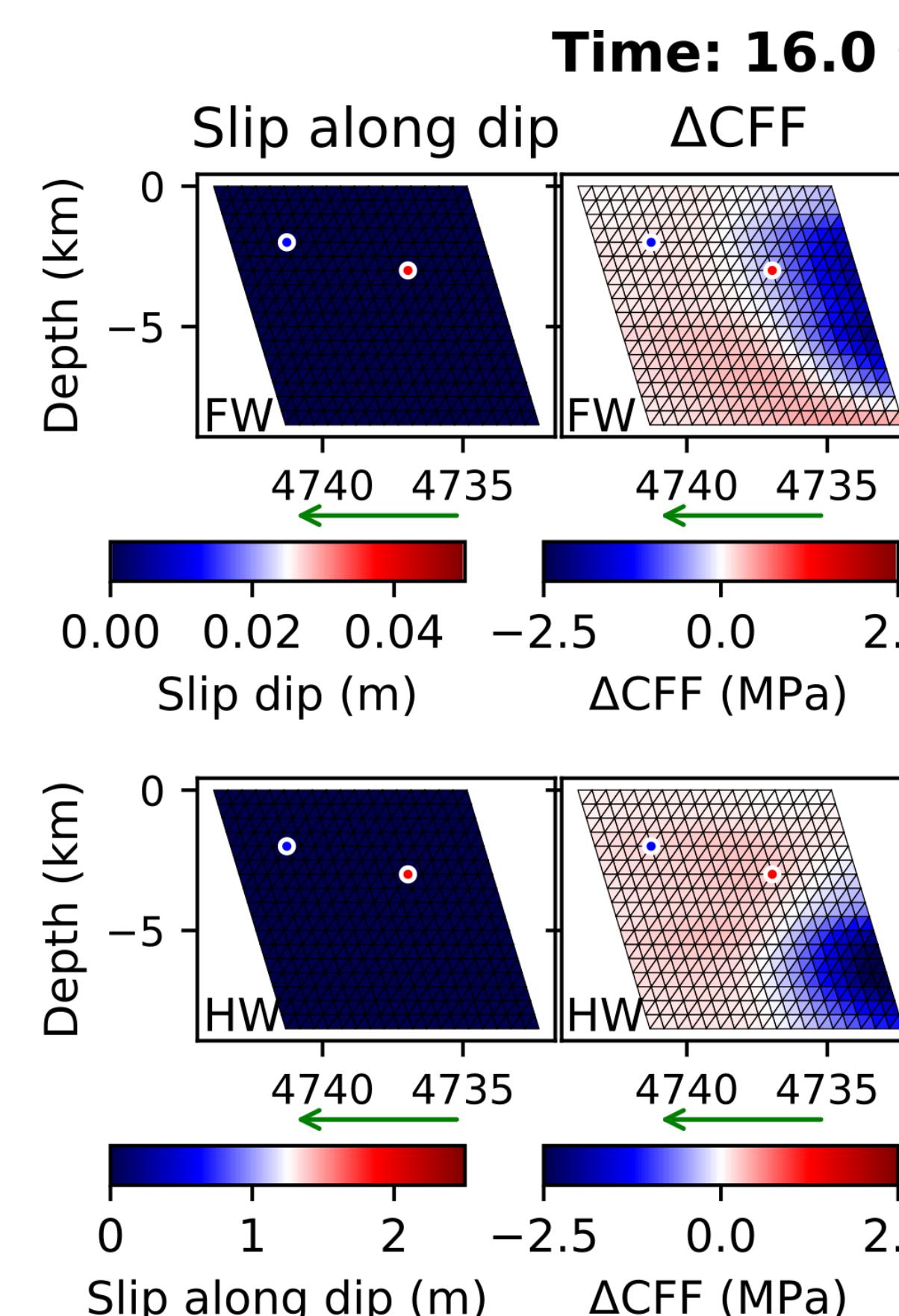
4. ¿Saltó? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Por qué?

2nda falla fija ($\mu_s = 50.0$)
(Análisis estático)

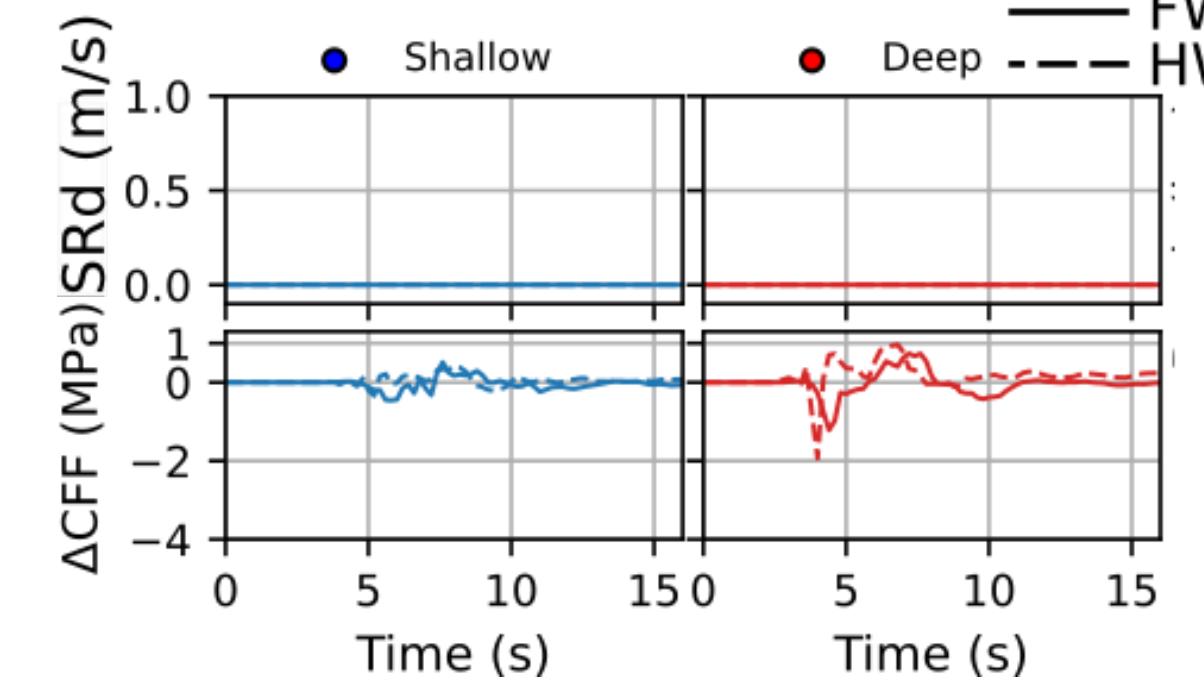
Al termino de la simulación
Time = 16 s



Vista en planta $z = 3$ km



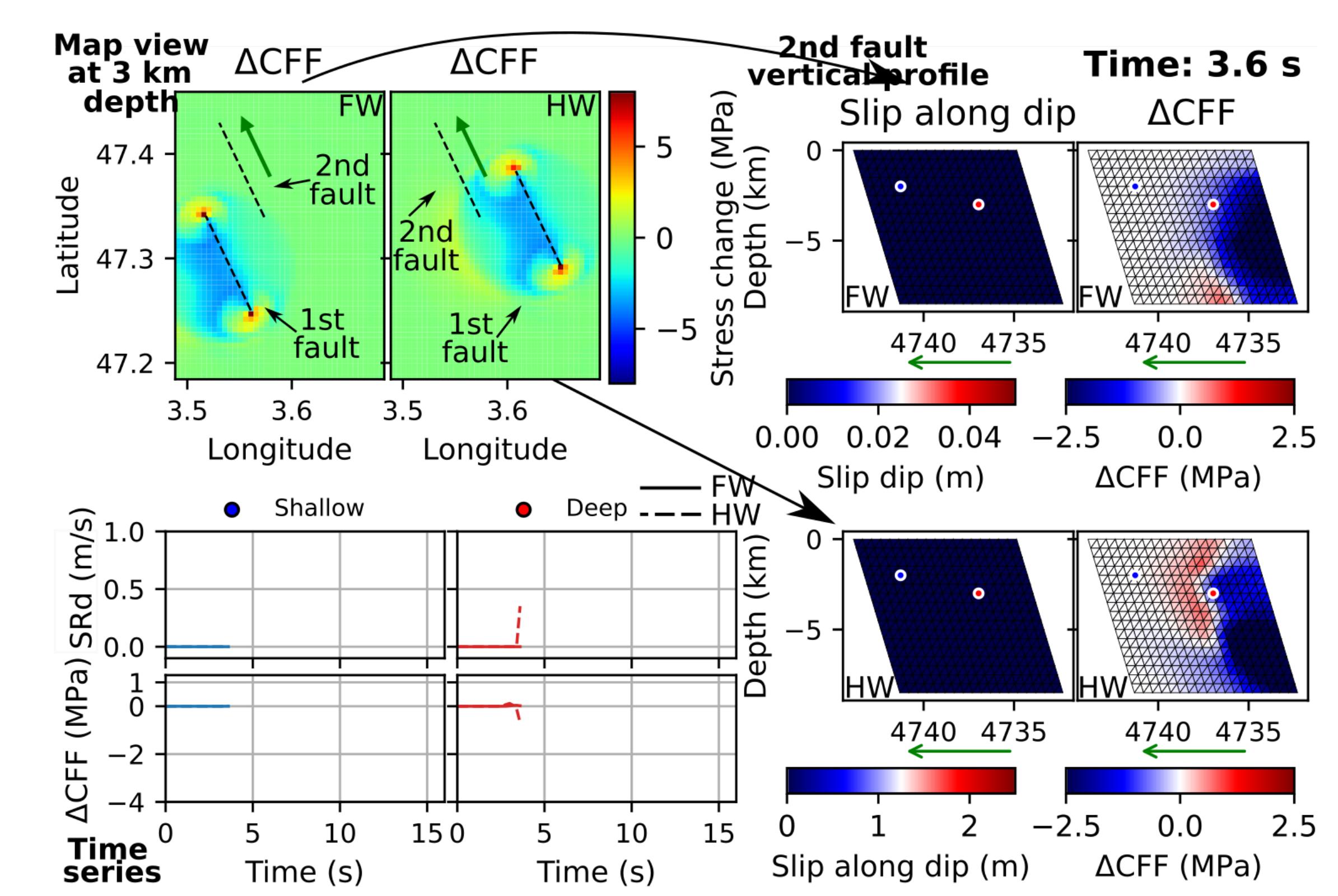
Vista de perfil (2nda falla)



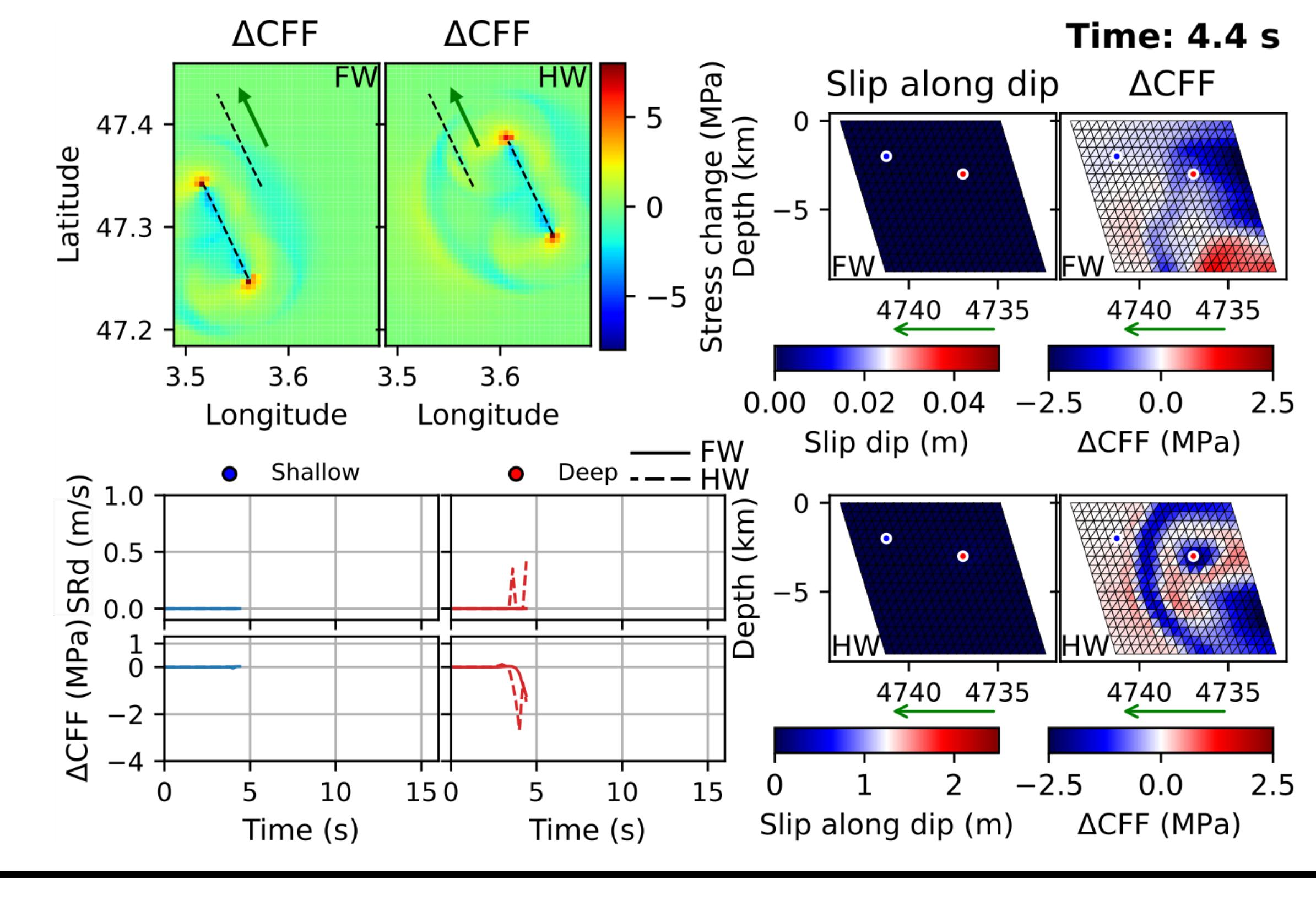
Historia en 2 nodos (2nda falla)

2nda falla libre ($\mu_s = 0.6$)
(Análisis dinámico)

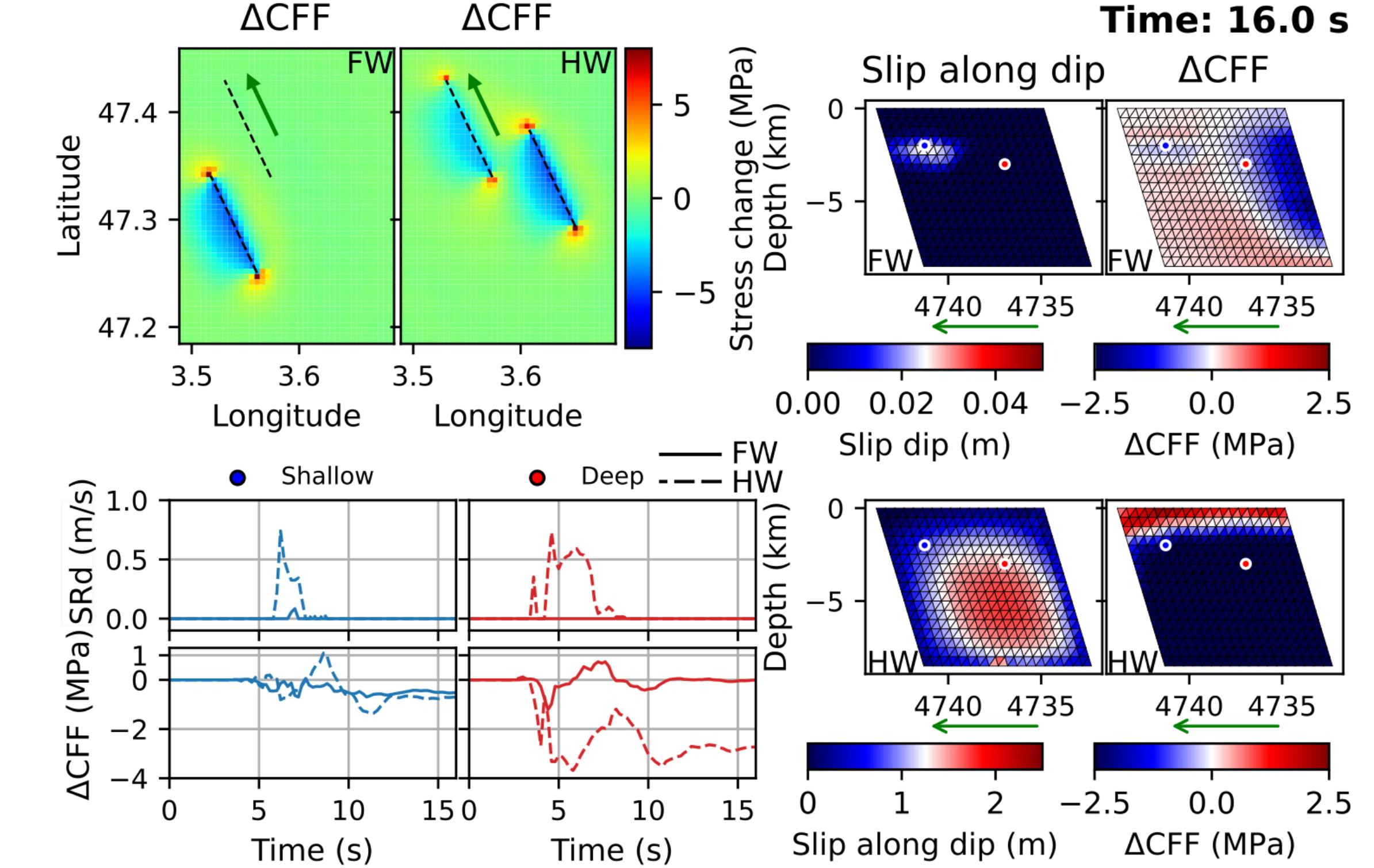
En el salto



Inicio de ruptura sostenida



Estado final



5. Conclusión & Discusión

El análisis estático es insuficiente para determinar el comportamiento sostenido de la 2nda falla.

5 km parece la máxima distancia que puede saltar la ruptura y continuar de forma sostenida (en altos niveles de esfuerzo) sin encontrar obstáculos (dirección SHmax, barreras de fricción, rugosidades).

Las rupturas sostenidas en la 2nda falla parecen ser iniciadas por el arribo simultáneo y positivamente constructivo de dos ondas S provenientes del fondo y parte norte de la 1era falla.

Las áreas positivas de ΔCFF en la 2nda falla no garantizan que la ruptura será iniciada o sostenida.

La 2nda falla rompe debido al arribo simultáneo de ondas S?

References

- Bernard, P. and Zollo, A. (1989). The irpinia (italy) 1980 earthquake: detailed analysis of a complex normal faulting. *JGR Solid Earth*, 94(B2):1631–1647.
- Impronta, L., Latorre, D., Margheriti, L., Nardi, A., Marchetti, A., Lombardi, A. M., Castello, B., Villani, F., Ciaccio, M. G., Mele, F. M., et al. (2019). Multi-segment rupture of the 2016 amatrice-visso-norcia seismic sequence (central italy) constrained by the first high-quality catalog of early aftershocks. *Sci. Rep.*, 9(1):1–13.
- Uphoff, C., Rettenberger, S., Bader, M., Madden, E. H., Ulrich, T., Wollherr, S., and Gabriel, A.-A. (2017). Extreme scale multi-physics simulations of the tsunamigenic 2004 sumatra megathrust earthquake. In *Proc. Int. HPC*, pages 1–16.
- Valoroso, L., Chiaraluce, L., Piccinini, D., Di Stefano, R., Schaff, D., and Waldhauser, F. (2013). Radiography of a normal fault system by 64,000 high-precision earthquake locations: The 2009 l'aquila (central italy) case study. *JGR Solid Earth*, 118(3):1156–1176.