

ENTENDIENDO LOS RIESGOS DE TERREMOTOS EN EL SUR DE CALIFORNIA

El Proyecto Sísmico "LARSE" — Trabajando Hacia un Futuro con Más Seguridad para Los Angeles

La región de Los Angeles contiene una red de fallas activas, incluyendo muchas fallas por empuje que son profundas y no rompen la superficie de la tierra. Estas fallas ocultas incluyen la falla anteriormente desconocida que fue responsable por la devastación que ocurrió durante el terremoto de Northridge en enero de 1994, el terremoto más costoso en la historia de los Estados Unidos. El Experimento Sísmico en la Región de Los Angeles (Los Angeles Region Seismic Experiment, LARSE), está localizando los peligros ocultos de los terremotos debajo de la región de Los Angeles para mejorar la construcción de las estructuras que pueden apoyar terremotos que son inevitables en el futuro, y que ayudarán a los científicos determinar dónde ocurrirá el sacudimiento más fuerte y poderoso.



El hogar de millones de gente, la región de Los Angeles contiene una red de fallas activas, muchas de las cuales no pueden ser vistas en la superficie de la tierra. Una de estas fallas ocultas produjo el terremoto de Northridge que ocurrió el 17 de enero de 1994. El terremoto mató a 57 personas y causó daños extensos—La foto a la derecha muestra vehículos que fueron abandonados por el derrumbamiento de las secciones de la carretera Interstate 5. (Foto superior, cortesía de Arnesen Photography/LACVB, PictureLA.com; propiedad literaria Erik Arnesen. Foto a la derecha por Brant Ward; propiedad literaria por San Francisco Chronicle.)



El 17 de enero de 1994, el terremoto más costoso en la historia de los Estados Unidos impactó con terror la región de Los Angeles, matando a 57 personas, dejando a 20,000 personas sin hogares, y causando más de \$20 billones en daños a los hogares, edificios públicos, autopistas, y puentes. Este terremoto de magnitud 6.7 ocurrió 10 millas debajo del pueblo de Northridge en una falla anteriormente desconocida y que se parece a una rampa ("falla por empuje") que no es visible en la superficie de la tierra. Muchas fallas, incluyendo fallas ocultas o fallas "ciegas," en la región de Los Angeles tienen capacidad de producir terremotos más fuertes.

A consecuencia del terremoto de Northridge, los residentes de la región de Los Angeles preguntan, si un terremoto fuerte puede ocurrir cerca de su hogar, y si es así, que fuerte sacudaría la tierra. Científicos están tratando de contestar estas preguntas para poder reducir los daños durante el próximo gran terremoto, y de los que inevitablemente ocurrirán en el futuro. Un paso crucial es obtener imágenes sísmicas o retratos de la red de fallas activas debajo de la región de Los Angeles.

En 1993, los científicos del Southern California Earthquake Center (SCEC), del United States Geological Survey (USGS), y otras organizaciones comenzaron el Experimento Sísmico en la Región de Los Angeles (LARSE), para coleccionar imágenes sísmicas o retratos de la corteza terrestre debajo de la región de Los Angeles. Las metas de LARSE es

obtener imágenes de fallas profundas, especialmente fallas ciegas por empuje. LARSE también obtiene datos de las formas y características de las cuencas sedimentarias (valles grandes llenas de depósitos sedimentarios). Conociendo las configuraciones de las fallas enterradas es sumamente importante para entender cómo trabaja el "mecanismo" que produce los terremotos en la región de Los Angeles. La

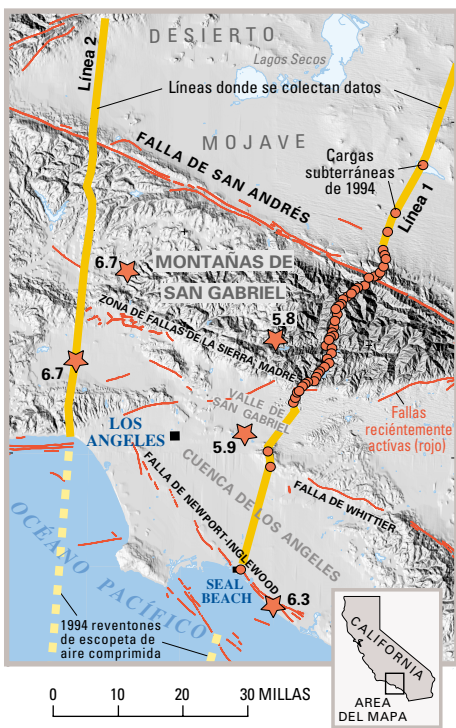
Los científicos USGS utilizan uno de los sismógrafos que registran ondas acústicas subterráneas en el proyecto LARSE. Estos registros son analizados por computadoras poderosas para producir imágenes del subterráneo de la región de Los Angeles. LARSE en parte utiliza pequeñas cargas explosivas disparadas en el fondo de los agujeros perforados a más de 60 pies del superficie de la tierra. (Vea la foto insertada del aparato taladrante móvil) (Foto por Michael Diggles, USGS.)



información de espeso y forma de las cuencas sedimentarias en la región de Los Angeles es también sumamente importante para predecir que fuerte sacudaría la tierra en los terremotos del futuro.

LARSE utiliza ondas acústicas debajo del superficie de la tierra para producir imágenes sísmicas. Estas ondas acústicas son generadas por explosiones subacuáticas de aire comprimido en la región a lo largo de la costa, y por pequeñas explosiones subterráneas. Las ondas acústicas hechas por reventones de escopetas de aire comprimido y explosiones enterradas son recibidas por centenares de instrumentos portátiles que registran información sísmica (sismógrafo). Enseguida, los datos registrados son analizados por computadoras poderosas para producir imágenes del subterráneo. LARSE también utiliza las ondas sísmicas de los terremotos naturales. Por lo tanto, las cargas explosivas del proyecto son pequeñas y se disparan en el fondo de los agujeros perforados a más de 60 pies debajo de la superficie de la tierra, y no es posible que causen daños a propiedades, ni hay peligro que el proceso pueda afectar el mecanismo necesario para causar un terremoto.

Cerca de 1998, el proyecto LARSE ha hecho varios descubrimientos importantes. Las imágenes de la cuenca sedimentaria debajo del Valle de San Gabriel demuestran que la cuenca tiene 3 millas más de profundidad, y es 50% más espesa de lo que fue anteriormente estimados. Por lo tanto, las cuencas

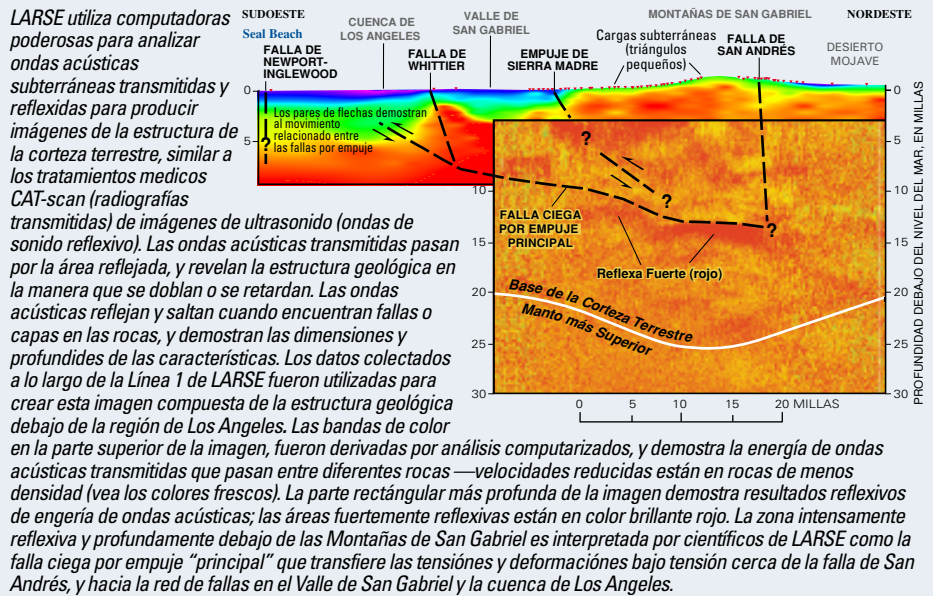


El proyecto de LARSE está completando la parte terrestre que es el segundo de dos líneas principales de la colección de datos a través de la región de Los Angeles. El proyecto utiliza centenares de sismógrafos portátiles que registran información de las ondas acústicas subterráneas que analizan y producen imágenes del subterráneo de la corteza terrestre. En 1994, estas ondas acústicas fueron generadas por explosiones subacuáticas de aire comprimido en lo largo de la costa en Líneas 1 y 2; también por pequeñas cargas explosivas enterradas en la tierra de Línea 1. Para completar la Línea 2, la perforación de agujeros para colocar cargas explosivas comienza en el verano de 1999, y la colección de datos comienza en octubre. Los datos colectados en 1994 a lo largo de la Línea 1 fueron utilizados para producir la imagen y diagrama a la derecha. Estrellas rojas con números (magnitudes) son terremotos de más de 5.8 magnitud desde 1932.

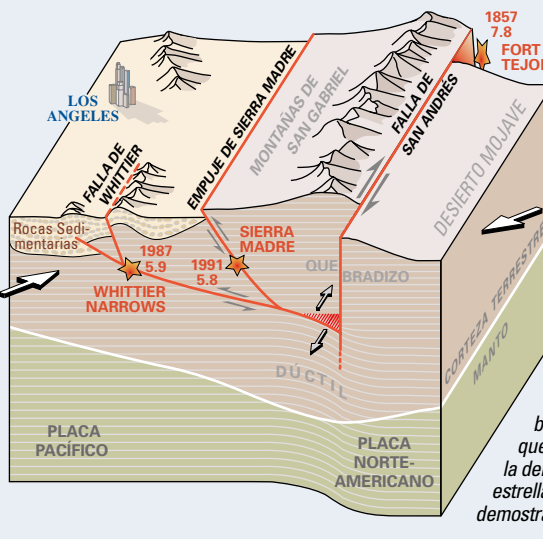
sedimentarias más profundas tienen mayor potencial de sacudimiento; por eso es que los peligros de terremotos en el Valle de San Gabriel necesitan ser reevaluados.

Otro descubrimiento mayor es que una zona fuertemente reflexiva está situada profundamente debajo de las Montañas de San Gabriel. Esta zona comienza cerca de 12 millas de profundidad y está cerca de la falla de desgarre de San Andrés. La zona se levanta hacia al sur de una manera que parece ser una rampa hacia la cuenca de Los Angeles, y parece que la zona está conectada a una sistema de fallas responsable por el terremoto de Whittier Narrows de magnitud 5.9, que ocurrió en 1987 en una falla ciega por empuje. Esta zona reflexiva es interpretada como la falla ciega por empuje "principal" que transfiere tensiones y deformaciones bajo tensión hacia arriba y al sur a una red de fallas en el Valle de San Gabriel, y hacia la cuenca de Los Angeles. Los datos obtenidos por LARSE hasta ahora han proporcionado respuestas que no se habrían podido obtener de ninguna o otra manera.

El proyecto de LARSE está completando la parte terrestre que es la segunda de dos líneas principales de la colección de datos a través de la región de Los Angeles. Esta línea de 60 millas (Línea 2) se extiende desde la costa, hacia al



LARSE utiliza computadoras poderosas para analizar ondas acústicas subterráneas transmitidas y reflexivas para producir imágenes de la estructura de la corteza terrestre, similar a los tratamientos médicos CAT-scan (radiografías transmitidas) de imágenes de ultrasonido (ondas de sonido reflexivo). Las ondas acústicas transmitidas pasan por la zona reflejada, y revelan la estructura geológica en la manera que se doblan o se retardan. Las ondas acústicas reflejan y saltan cuando encuentran fallas o capas en las rocas, y demuestran las dimensiones y profundidades de las características. Los datos colectados a lo largo de la Línea 1 de LARSE fueron utilizados para crear esta imagen compuesta de la estructura geológica debajo de la región de Los Angeles. Las bandas de color en la parte superior de la imagen, fueron derivadas por análisis computarizados, y demuestra la energía de ondas acústicas transmitidas que pasan entre diferentes rocas—velocidades reducidas están en rocas de menos densidad (vea los colores frescos). La parte rectangular más profunda de la imagen demuestra resultados reflexivos de energía de ondas acústicas; las áreas fuertemente reflexivas están en color brillante rojo. La zona intensamente reflexiva y profundamente debajo de las Montañas de San Gabriel es interpretada por científicos de LARSE como la falla ciega por empuje "principal" que transfiere las tensiones y deformaciones bajo tensión cerca de la falla de San Andrés, y hacia la red de fallas en el Valle de San Gabriel y la cuenca de Los Angeles.



Este diagrama, basado por los imágenes del subterráneo hechos por Línea 1 del proyecto LARSE (vea arriba), demuestra la interpretación de la estructura geológica debajo de la parte de la región de Los Angeles. Muchas fallas en la región de Los Angeles son capaces de producir grandes y poderosos terremotos. Fallas desgarres, tales como la falla de San Andrés son vertical y comúnmente visible en el superficie de la tierra. Sin embargo, fallas como rampas o fallas por empuje, como la falla responsable por el terremoto de Whittier Narrows de 1987 no rompen el superficie; estas fallas ocultas son el objeto del proyecto LARSE. En este diagrama, el movimiento relativo en las fallas es mostrado por un par de flechas pequeñas. Las flechas blancas y grandes demuestran la dirección oblicua que convergen las placas tectónicas del Pacífico (a la derecha) y del Norte Americano (a la izquierda). Las estrellas rojas con flechas, y números (magnitudes) demuestra los terremotos.

Desierto de Mojave. La perforación de agujeros para colocar cargas explosivas comienza en el verano de 1999, y la colección de datos comienza en octubre.

El esfuerzo cooperativo de SCEC, USGS, y otros científicos en el proyecto LARSE está ayudando a localizar fallas ocultas, y áreas que inevitablemente tendrán fuertes terremotos y sacudimiento en la región de Los Angeles. Este conocimiento es esencial para mejorar la construcción de las nuevas y existentes estructuras para que puedan soportar los terremotos en la región. El trabajo de los científicos de SCEC y el USGS en el proyecto LARSE es una parte del Programa Nacional de Riesgos Sísmicos (National Earthquake Hazards Reduction Program), y sus esfuerzos son en curso de proteger las vidas y propiedades de la gente contra los terremotos que son inevitables y parte de la vida en el Sur de California, y en otras partes de los Estados Unidos.

Thomas L. Henyey, Gary S. Fuis, Roberto J. Anima, Ana Barrales-Santillo, Mark L. Benthien, Thomas R. Burdette, Shari A. Christofferson, Edward E. Criley, Robert W. Clayton, Paul M. Davis, Susan H. Garcia, James W. Hendley II, Monica D. Kohler, William J. Luter, John K. McRaney, Janice M. Murphy, David A. Okaya, Trond Ryberg, Gerald W. Simila, y Peter H. Stauffer
Diseño de

Sara Boore, Susan Mayfield, y Stephen Scott

ORGANIZACIONES COOPERATIVAS

- California Department of Parks and Recreation
- California Department of Transportation
- California Division of Mines and Geology
- California Office of Emergency Services
- California State University, Northridge
- Canadian Geological Survey
- City of Los Angeles
- County of Los Angeles
- GeoForschungsZentrum, Potsdam, Germany
- Incorporated Research Institutes for Seismology
- København Universitet, Denmark
- Lamont-Doherty Earth Observatory
- Los Angeles Unified School District
- Metropolitan Water District of Southern California
- Santa Monica Mountains Conservancy
- Southern California Earthquake Center
- Universität Karlsruhe, Germany
- University of Texas at El Paso
- U.S. Army Corps of Engineers
- U.S. Bureau of Land Management
- U.S. Department of Agriculture, U.S. Forest Service
- U.S. Naval Weapons Station, Seal Beach
- Los terratenientes privados y del gobierno

Contacto de Información:
Centro de Terremotos en el Sur de California (SCEC)
University of Southern California, Mail Code 0742
Los Angeles, CA 90089-0742
(213) 740-0323
<http://www.scec.org/> o <http://quake.wr.usgs.gov/>
También vean Southern Californians Cope with Earthquakes (USGS Fact Sheet 225-95)

Disponible in Inglés: USGS Fact Sheet 110-99