

Alexandra Alvarado
Mónica Segovia
Mario Ruiz
Hugo Yepes
José Egred

EL SISMO DE SANTA ROSA DEL TEJAR (5.4 mb), PROVINCIA DE IMBABURA DEL 8 DE OCTUBRE DE 2000

Instituto Geofísico/
Departamento de Geofísica.
Escuela Politécnica Nacional,
Quito.

Resumen

El 8 de octubre del año 2000, en el sector de Santa Rosa del Tejar (sur de Ibarra) se produjo un sismo de magnitud 5.4 (mb-RENSIG,2000), generando daños en la zona epicentral. Este evento posiblemente está relacionado a un sistema de fallas, que a partir de datos de campo se estimó tenía una componente de movimiento sinestral. El mecanismo focal obtenido del evento principal indica una falla transcurrente sinestral con una componente inversa. El evento ocurrió en una zona en que no se han reportado eventos de importancia anteriormente.

Abstract

On the 8th of October, 2000 in the area of Santa Rosa de Tejar (south of the provincial capital of Ibarra), a 5.4 magnitud quake occurred which generated damage in the epicentral zone. This event which is possibly related to a fault system that have a left-lateral componential movement. The focal mechanism obtained from the principal event indicates transcurrent left-lateral faulting with an inverse component. The event occurred in an area where major earthquakes had not been previously reported.

aalvarado@igepn.edu.ec

INTRODUCCIÓN

El sismo del 8 de octubre del 2000 que afectó principalmente a la zona de Santa Rosa del Tejar, ubicada al sur de la ciudad de Ibarra, es uno más de los eventos sísmicos pequeños que por tener un foco sísmico somero fue capaz de causar daños de importancia en las comunidades situadas cerca del epicentro y que carecen de construcciones sismo-resistentes. Este sismo se generó en una provincia atravesada de fallas tectónicas activas y que en el pasado ha sido afectada en forma frecuente y severa por acción de los terremotos.

EL ENTORNO TECTÓNICO

El territorio ecuatoriano se localiza frente a un límite activo de placas tectónicas, en el cual convergen la placa oceánica Nazca y la placa continental Sudamericana a una velocidad de 70 mm/año y con una dirección N81°E (DeMets *et al.*, 1990). Producto de esta convergencia se ha definido una compresión homogénea en dirección E-W (Ego *et al.*, 1995). Sin embargo, el carácter oblicuo de la subducción, así como la presencia de la cordillera asísmica de Carnegie ha provocado la existencia de un importante sistema de fallas transcurrentes que marcan el límite del denominado Bloque Norandino. El sistema principal de fallas transcurrentes se extiende desde el Golfo de Guayaquil hasta la costa norte de Venezuela, atravesando la sierra ecuatoriana con múltiples ramales que tienen una dirección preferencial NNE-SSW (Soulas, *et al.*, 1991; Ego, 1995).

Otro sistema importante de fallas es el sistema Cauca-Patía-San Isidro (Soulas, *et al.*, 1991), el mismo que al ingresar al Ecuador se transforma en una compleja serie de fallas. Este sistema tiene una dirección preferencial NNE-SSW, las estructuras más importantes son las fallas de San Isidro y El Ángel.

En estudios recientes se han identificado otros rasgos ubicados al NW de la laguna de Puruhanta, a unos 22 km al SE de Ibarra y que tienen una dirección preferencial NW-SE, a este segmento se le ha denominado Puruhanta (figura 1). En este sector hay una serie de controles topográficos y de drenaje, que muestran un movimiento transcurrente sinistral. Por otra parte la imagen Lansat muestra la presencia de un lineamiento que se dirige de la laguna de Puruhanta hacia la laguna de Yahuarcocha. En las fotografías aéreas no es muy claro, sin embargo en la zona de la quebrada Manzana Huayco, se observa un lineamiento muy claro lo que podría ser parte del segmento de Puruhanta (figura 1). Luego de salir de la quebrada el lineamiento se puede seguir hasta la laguna de Yahuarcocha donde cambia ligeramente de dirección a N-S. Hay que notar que, el lineamiento de la quebrada Manzana Huayco está perturbado por otra estructura que la corta y que tiene una dirección aproximada NE-SW, a este segmento se le ha denominado Aluburo, y cerca de esta población cambia de dirección a N-S.

Por otra parte, hacia el oeste de la laguna de Yahuarcocha, es evidente observar una serie de controles topográficos y de drenaje, en especial en el sector de Lulunqui en donde hay una pequeña cuenca cuyo drenaje está controlado. A pesar de no tener muchas evidencias del tipo de movimiento algunas sugieren una componente transcurrente sinistral. A este segmento se le ha denominado Yahuarcocha, y posiblemente es parte de las estructuras descritas anteriormente. Adicionalmente sugerimos que este segmento, debido fundamentalmente a su dirección y cercanía al epicentro del sismo fue la fuente del evento del 8 de octubre.

ACTIVIDAD SÍSMICA HISTÓRICA

En general la provincia de Imbabura ha sido afectada por una serie de eventos sísmicos, muchos de los cuales han causado un impacto muy importante en la región. En la tabla 1 hay un breve recuento de la sismicidad histórica. Así en los 466 años de historia escrita se han registrado 14 eventos que han provocado algún tipo de daños en la provincia de Imbabura; en promedio ha ocurrido un sismo cada 33 años. Sin embargo, si contabilizamos únicamente los sismos ocurridos durante el siglo XX, se encuentra que esta tasa se reduce a un sismo cada 10 años.

Otro punto interesante es que los sismos que han afectado a la provincia de Imbabura provienen de varias fuentes, tales como la zona de subducción localizada frente a las costas (1906, 1942, 1958, 1976), otros se originan en fallas tectónicas locales (1868, 1914, 1955, 1955, 1994, 2000) y también se han originado en sistemas de fallas relativamente lejanos (1987).

ACTIVIDAD SÍSMICA RECIENTE

24 de mayo de 1994, la Red Nacional de Sismógrafos (RENSIG) registró un sismo de magnitud 4.0 con epicentro a 8 km al NW de Otavalo. El evento tuvo una profundidad focal de 11 km. Fue sentido en las poblaciones de Otavalo y Cotacachi con intensidades de II y III en la escala Mercalli Modificada, siendo el último evento importante registrado en el sector.

Por otra parte la sismicidad reciente en el sector de Ibarra se ha caracterizado por eventos dispersos con magnitudes inferiores a 3.5 grados en la escala de Richter, ninguno de los cuales fue sentido ni provocó daños.

Parámetros focales del sismo del 8 de octubre de 2000

A continuación se presentan los parámetros focales del sismo del 8 de octubre del 2000 (figura 1).

Mecanismo focal

Se han planteado 31 arribos registrados por las estaciones de la RENSIG, las cuales se ubican a distancias

Tabla 1. Sismicidad histórica de la provincia de Imbabura; se indica el epicentro del evento sísmico y la máxima intensidad registrada en la provincia.

SISMO	LATITUD	LONGITUD	LOCALIDAD	INTENSIDAD
1587-09-04	0.00°	78.40° W	Otavalo	VIII
1584-12-23	0.36° N	78.10° W	Ibarra	VII
1859-03-22	0.30° S	78.40° W	Ibarra	VIII
1868-08-16	0.31° N	78.18° W	Cotacachi	X
1906-01-31	1.00° N	81.50° W	Ibarra	VII
1914-02-12	0.30° N	78.20° W	Monte Olivo	VII
1942-05-14	0.75° S	81.50° W	Íntag	VIII
1955-05-11	0.00°	78.00° W	Ibarra	VII
1955-07-20	0.35° N	78.35° W	Cotacachi	VII
1958-01-19	1.37° N	79.34° W	Otavalo	VII
1976-03-11	0.85° N	79.63° W	Lita	VI
1987-03-05	0.09° S	77.81° W	Ibarra	VII
1994-05-11	0.43° S	78.78° W	Plaza Gutiérrez	VII
2000-10-08	0.33° N	78.10° W	Santa Rosa	VI

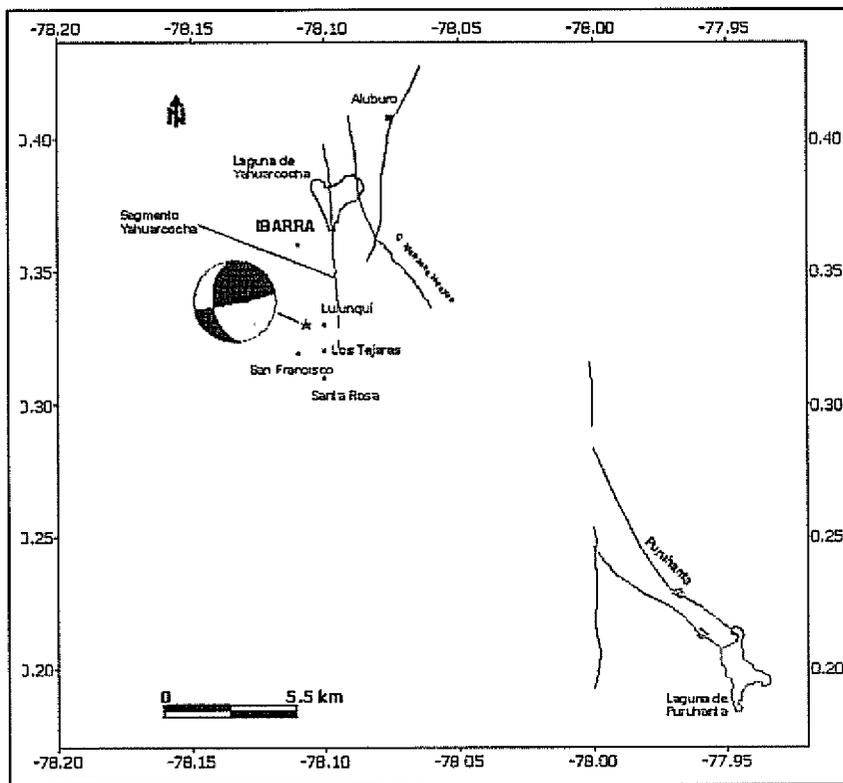


Figura 1 Esquema tectónico del sismo de Santa Rosa del Tejar.

FECHA	HORA	LATITUD	LONGITUD	PROF. (km)	MAG. (md)
8-10-2001	15:12 (TL)	0.33°N	18.10°W	7.9	5.4

epicentrales desde 32 km (CAYA-Cayambe) hasta 423 km (SALI-Salinas), con una cobertura azimutal que va desde los 15° hasta los 322°, con un azimut máximo entre estaciones de 141°. Con estos datos se calculó el mecanismo focal, cuyo resultado general muestra ejes de presión y extensión sub-horizontales con azimut de 134° y 24° respectivamente. Con las siguientes soluciones promedio para los planos nodales NP1 y NP2 (figura 1)

PLANO	Azimut	Buzamiento	Rake
NP1	172.2°	45°	5.7
NP2	78.2°	86°	134.9

Este mecanismo focal indica un movimiento principalmente transcurrente. Considerando los estudios neotectónicos se asume que el plano de falla más probable es el de dirección aproximada N-S y con buzamiento elevado. Este resultado contrasta con la dirección de la compresión sub-horizontales predominante en el país, que debe ser bastante cercana a la dirección de convergencia de placas: N81° E (DeMets *et al.*, 1990).

Distribución de daños

Las intensidades sísmicas han sido estimadas por Egred (2000) basándose en una observación directa de los daños (anexo 1).

Las intensidades más altas están relacionadas a caídas de casas de adobe o tapial. No se registraron daños en estructuras diseñadas y construidas con criterios anti-sísmicos. La zona con un valor mayor de intensidad se extiende desde Ambuquí al Norte hasta Piava Chupa al Sur y desde Urcuquí al Occidente hasta Santa Rosa del Tejar, envolviendo algunas áreas con menores intensidades tales como Ibarra, esto posiblemente debido a una mejor calidad de las edificaciones.

CONCLUSIONES

El sismo de Santa Rosa del Tejar es un evento pequeño, ubicado a una profundidad somera, relacionado posiblemente a un sistema de fallamiento de dirección N-S, con un movimiento transcurrente sinistral, lo que se confirma con el mecanismo focal.

No existen reportes de actividad sísmica anteriores, por lo que podría ser considerado como una estructura

secundaria y por lo tanto menos activa. Por la dirección y características de este sistema de fallamiento se lo puede considerar conjugado al principal de dirección NNE-SSW.

Los daños provocados son moderados, pero impactaron al sector de la población menos favorecido, el cual habita en edificaciones antiguas, sin mantenimiento y construidas con adobe. Este fenómeno se ha visto ya en otros eventos sísmicos, en donde el impacto fue similar, sobre estructuras de las mismas características (Yepes, *et al.*, 2001).

ANEXO 1

Intensidades provocadas por el sismo del 8 de octubre del 2000

J. Egred, informe técnico, inédito, Instituto Geofísico. 2000

Cotacachi: Sismo fuerte, objetos inestables como floreros, botellas y adornos caen, cuadros y fotografías colgadas en las paredes se mueven, se escuchó crujir de vidrios y maderas, lámparas se mueven por algunos minutos. Pánico general en la población, muchos salen a la calle. Se reportan pocos daños, en pocas casas se quebraron vidrios, se reconocieron pequeños daños en enlucidos especialmente en las uniones de paredes de viviendas de mampostería. En el sector del río Ambi (carretera Cotacachi-Pinzaquí) se produjo el desprendimiento de bloques y piedras de los fuertes e inestables taludes de este sector. En el río Ambi, entre Cotacachi y Urcuquí, se reportó en fallecimiento de una señora a causa de una roca desprendida de los taludes. Intensidad estimada en Cotacachi V MM.

Otavaló: Sismo fuerte, susto general de la población. Algunos objetos se desestabilizan, las lámparas se mueven. No se conoció de daños importantes. Intensidad IV-V MM.

Ibarra: Susto y pánico general. Daños en paredes de adobe, cornisas y desprendimiento de tejas de las viviendas del centro de Ibarra. En algunos edificios, como escuelas, se reportó la ruptura de muchos vidrios. Caída de fragmentos de cielo raso en algunas edificaciones antiguas (Gobernación de la provincia). En la Av. 17 de Julio, localizada en la margen izquierda (occidental) del río Tahuando, dos viviendas construidas sobre relleno

no-compactado sufrieron rotura total de paredes. Intensidad en Ibarra VI MM.

San Francisco del Tejar: Daños en las uniones de las paredes de la Iglesia y cuarteamiento moderado de las mismas. Daños en las paredes de viviendas de construcción mixta (bloque, adobe y vigas de madera).

Santa Rosa del Tejar: Alrededor de 80 casas de construcción tradicional (adobe y tapial) fueron afectadas. Veinte tienen daños severos en las paredes y alrededor de 10 colapsaron parcialmente. El campanario de la Iglesia de este barrio tiene una ruptura casi completa de su base, inclusive es posible observar un desplazamiento en una grieta al pie del campanario. La escuela del lugar presenta daños en las paredes de un módulo de mampostería con rotura de paredes, caída parcial del cielo raso y daños de enlucido; mientras tanto solo en una de cuatro aulas prefabricadas se observaron dos vidrios rotos, en la restantes no hay daños excepto por la caída de materiales de trabajo. Casi todas las construcciones de hormigón y ladrillo, a pesar de ser construidas al parecer sin considerar normas anti-sísmicas, no se presentaron daños. Algunas paredes de bloque y ladrillo colapsaron parcialmente (especialmente las cumbreras). Intensidad VI-VII.

En los taludes con pendientes muy fuertes de las quebradas cercanas a Santa Rosa y San Francisco del Tejar se observaron pequeños deslizamientos, así como pequeñas grietas de tensión en la parte superior de los taludes. En Santa Rosa se observó una casa afectada por este tipo de agrietamiento, al encontrarse justo en el borde de la quebrada.

En la carretera Ibarra-El Juncal se reportaron numerosos desprendimientos de rocas y pequeños deslizamientos que paralizaron la vía.

REFERENCIAS

- DeMets C., Gordon R.G., Argus D.F. and Stein S., 1990. Current plate motions. *Geophys. J. Inter.* 101, 425-478.
- Ego E., Sebrier M., Lavenu A., Yepes H., y Egüez A., 1995. Quaternary state of stress in northern Andes and the restraining venid model for the Ecuadorian Andes. En *Accommodation de la convergence oblique dans une chaine de type cordilleraïne: les Andes d'Equateur Tesis Uni. Paris Sud (Orsay)*.
- Soulas, J., Egüez, A., Yepes, H., y Pérez, V.H., 1991. Tectónica Activa y Riesgo Sísmico de los Andes Ecuatorianos y el extremo sur de Colombia. *Bol. Geol. Ecuatoriano*, 2, 1, pp. 3-11.
- Yepes H., Alvarado A., Segovia M., Egred J., Ruiz M., Guiller B., Chatellain J., Villagómez D., 2001. El sismo de Pujilí (5.9 Mw) del 28 de marzo de 1996. *Revista Politécnica*, vol. XXII. No. 2. pp. 107-114.