

# PROYECTO OSISEQ: OBSERVACIÓN SISMOLÓGICA DEL FONDO DE MAR EN LA ZONA DE SUBDUCCIÓN DE ECUADOR: RELACIONES ENTRE LA MICROSISMICIDAD Y LOS GRANDES SISMOS

Mónica Segovia<sup>1</sup>, Marc Regnier<sup>2</sup>, Yvonne Font<sup>2</sup>, Paúl Jarrin<sup>1</sup>, Pierre Charvis<sup>2</sup>, Mario Ruiz<sup>1</sup>

1. Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
2. UMR, Géoazur, Francia

## Introducción

El proyecto OSISEQ nace como una iniciativa del UMR Géoazur (Francia) para continuar y afinar los resultados arrojados por otros proyectos como las campañas geofísicas marinas: Sisteur 2000, Salieri, 2001, Amadeus y Esmeraldas, 2005 y de estudios de la deformación a largo y corto-tiempo conocida en la zona, ADN 2008-2011. Este proyecto se enmarca a su vez dentro de un proyecto bi-nacional de creación de un Laboratorio Mixto Internacional (LMI) del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) en el cual colaboran los laboratorios de *Géoazur*, *Magmas et Volcans*, *IS Terre* y el socio local ecuatoriano, el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. Este proyecto tiene un componente sísmico muy importante: terrestre y marino para lo cual otra de las contrapartes nacionales es el INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada).

## Contexto sismológico de la zona de Manta

En la zona de Manta coexisten 2 fuentes sismogénicas principales: la falla de subducción propiamente dicha (contacto interplaca) y la relacionada con la deformación de la corteza superior como consecuencia de la convergencia entre las dos placas: Nazca y Bloque Norandino. Adicionalmente, la placa de Nazca por sí misma puede ser fuente de sismos debido a la deformación a la que está sometida. La zona central de la subducción ecuatoriana es además muy particular por la presencia de la Cordillera de Carnegie, rasgo batimétrico muy notorio sobre la placa Nazca, que influye en la deformación de la placa superior (Pedoja et al., 2003; Reyes, 2008) y constituye el límite sur de ocurrencia de terremotos grandes históricos (Gailler et al. 2007).

En la fuente relacionada con la subducción –posiblemente- se ha observado la ocurrencia de numerosos enjambres, algunos de ellos “funcionando” en forma independiente, es decir sin anteceder o preceder en el corto plazo a un terremoto (mainshock) y en una ocasión, precediendo a un terremoto (eg. Bahía de Caráquez, Mw7.1 en 1998).

Los enjambre sísmicos registrados en la zona entre Manta y Puerto López son: Febrero-1993, Agosto-1996, Mayo a Junio-1998, Marzo a Abril-2002, Enero a Marzo-2005, siendo el más “grande” tanto por el número de eventos como por la “energía o magnitud” de los eventos, el ocurrido el año 2005 (Figura 1).

Adicionalmente, en el mes de agosto del año 2010, se detectó por primera vez, gracias a la red densa y cercana de ADN la ocurrencia de un sismo lento asociado con muchos sismos pequeños registrados mayormente en la estación de ISPT (Proyecto ADN). Del análisis de los registros de este período, no se observó la ocurrencia de tremor (Vallée, Battaglia y otros, en prep.), algo observado en otras zonas de subducción (Bartlow, et al., in press; Audet et al., 2010)

En la zona, los datos de GPS evidencian una variación en el grado de acoplaje desde fuerte, al sur de la Isla de la Plata, a medio en la isla y luego bajo al norte de ella (Chlieh, en prep.).

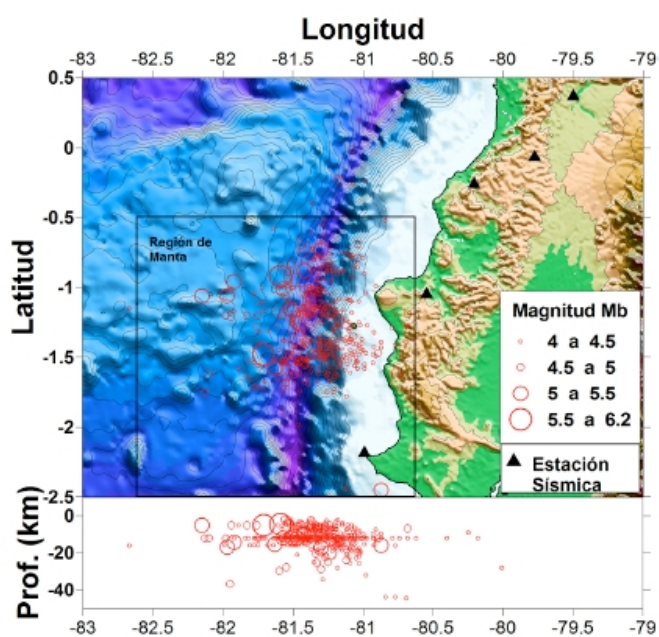


Figura 1. Zona del enjambre de Manta 2005 (Vaca et al., 2009)

Con respecto a las fuentes corticales, en base a rasgos morfológicos, se han identificado fallas activas (Alvarado, en prep.). Además se conoce la existencia de antiguas estructuras derivadas de la formación del basamento de la zona costera (Benítez, 1995; Deniaud, 2000) y responsables, algunas de ellas del levantamiento diferencial de la cordillera costera (Reyes, 2008).

Finalmente, el monitoreo básico que viene cumpliendo el IG en la zona costera, ha permitido ver en las estaciones cercanas (HOJA y CHIS) la ocurrencia de pequeños eventos que por su tiempo S-P apuntan a una fuente cercana. Desafortunadamente, hasta el momento no se ha identificado precisamente los hipocentros debido a que estas estaciones son de 1 componente (vertical) y/o por la falta de una red más densa que pudiera detectar estos pequeños eventos.

### Objetivos

La sismicidad de fondo o microsismicidad registrada en forma rutinaria, en la mayoría de las regiones activas es un indicador de la actividad de fallas activas, pero que no se comprende siempre muy bien. A lo largo de la subducción ecuatorial, la microsismicidad es importante pero parece producirse específicamente en grandes enjambres, algunos de los cuales parecen correlacionados a zonas total o parcialmente acopladas de la interfase sismogénica. Se desea caracterizar finamente esos enjambres (distribución espacio-tiempo, magnitudes y mecanismos) para:

1. Establecer su relación con la estructura de la margen, determinada en los proyectos anteriores.
2. Utilizar este conocimiento fino de la microsismicidad en el margen y en la vecindad del contacto interplaca para evaluar el estado de esfuerzos en la margen y en la interfase.
3. Examinar si esta sismicidad encierra señales eventuales susceptibles de anunciar eventos mayores.
4. Contribuir a la capacidad de registrar los futuros terremotos de forma correctamente en el campo cercano.
5. Conocer la actividad y funcionamiento de las fallas activas corticales identificadas (Alvarado, en prep.).

## Instrumentación

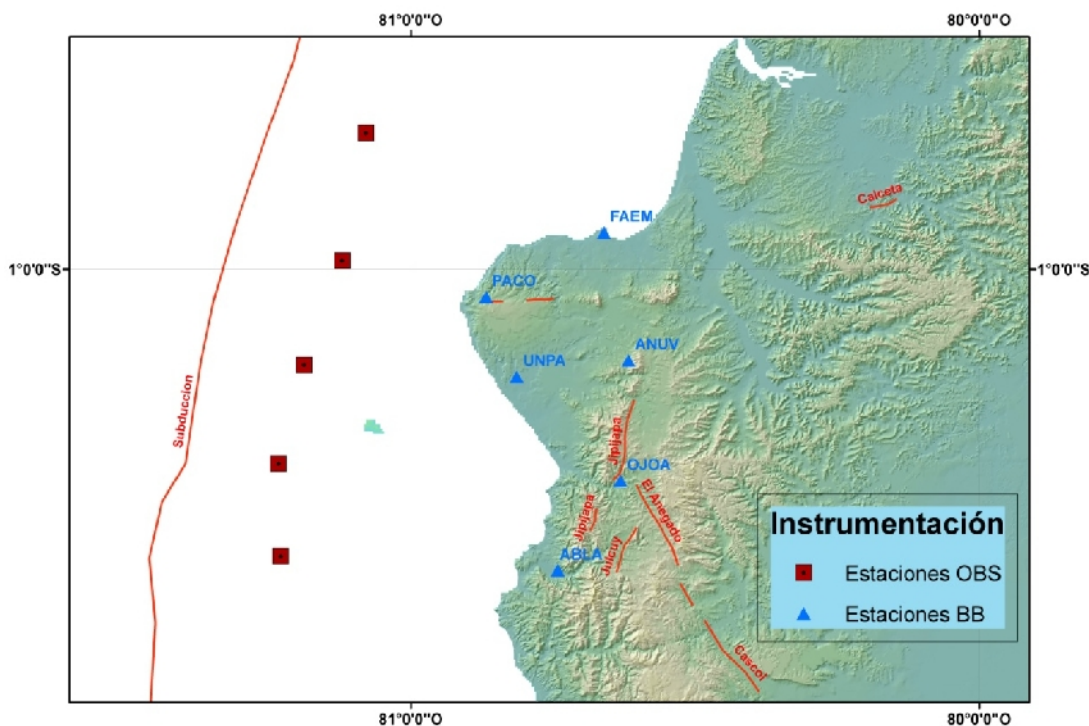


Figura 2. Instrumentación para el desarrollo del proyecto

Cinco OBS serán desplegados en el fondo oceánico durante en octubre de este año con la colaboración de INOCAR y serán recuperados en junio de 2012. En contra parte, cinco estaciones sísmicas de banda ancha fueron instaladas en la costa; un primer grupo de 3 estaciones en junio de 2011, 2 estaciones en agosto y una última estación se instalará a principios de noviembre.

### Resultados esperados

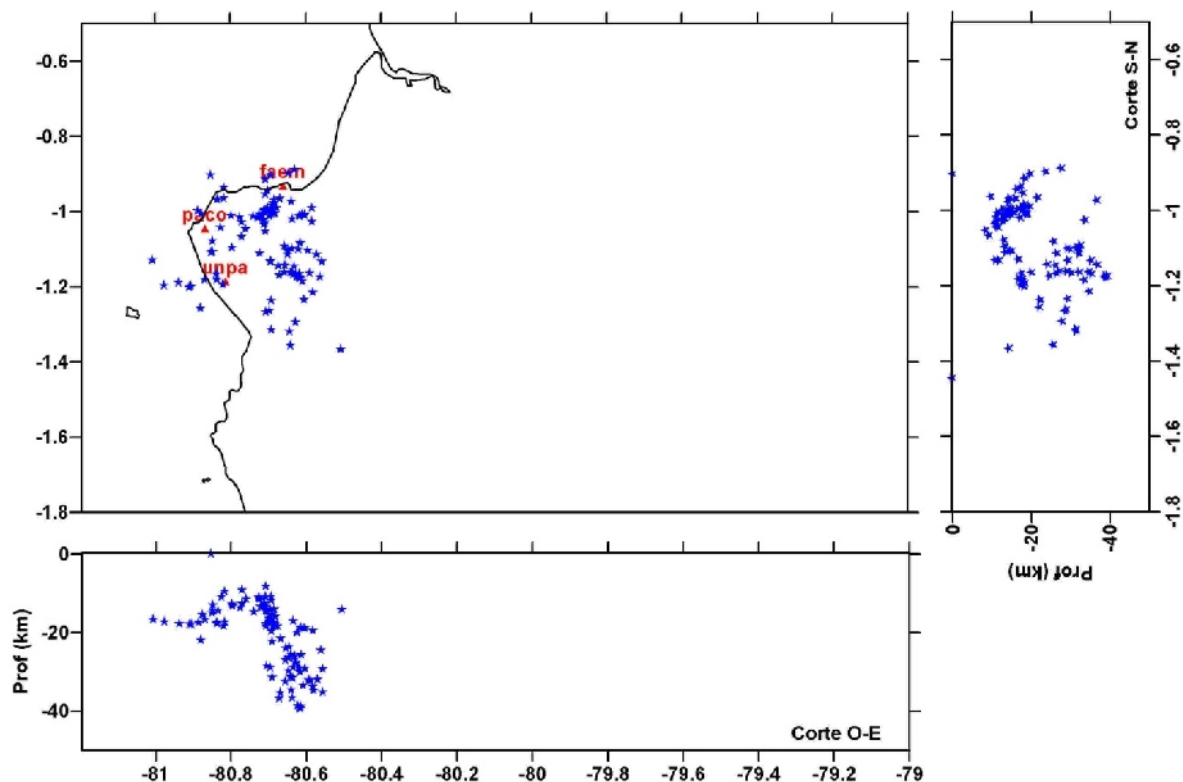
Los resultados abarcan dos aspectos:

1. La geometría, naturaleza y funcionamiento de la asperidad sísmica frente a Manta: mediante la localización fina de la microsismicidad asociada con esta fuente se espera conocer la relación-posición con respecto a las zonas acopladas determinadas con observaciones geodésicas. Se caracterizará la sismicidad en términos de mecanismos focales. Se estimará el campo de esfuerzos en la interfase del margen. Se identificarán otras señales eventuales relacionadas con la cinemática-dinámica de la zona de subducción como son los tremores no volcánicos y los sismos lentos.
2. La microsismicidad asociada a las fallas corticales de la zona, permitirá conocer el grado de actividad y el mecanismo de estas fallas. Además con el registro de eventos de la zona, en un gran rango de magnitudes se podrá caracterizar de mejor forma la estructura cortical (crear un modelo de velocidades más preciso) y también conocer el campo de esfuerzos en el sector.
3. Ambos aspectos son complementarios y permitirán determinar la relación deformación-liberación de esfuerzos en la zona de acople de la subducción (contacto entre las dos placas).

### Primeras observaciones sismológicas

Entre junio y agosto, la red compuesta de 3 estaciones: FAEM, PACO y UNPA, ha registrado de manera óptima, tanto la sismicidad regional, como la sismicidad un poco más local ( $d < 60$

km). De un total de 470 eventos identificados, 112 tienen 6 fases (lecturas de P y S) y se localizan a menos de 60 km (Figura 3).



**Figura 3.** Ubicaciones de los eventos registrados por las estaciones FAEM, PACO y UNPA durante los dos primeros meses de funcionamiento de la red del proyecto

## Referencias

- Audet P., Bostock M.G., Boyarko D.C., Brudzinski M.R., and Allen R.M. (2010) Slab morphology in the Cascadia fore arc and its relation to episodic tremor and slip, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 115, B00A16, doi:10.1029/2008JB006053.
- Benítez S. (1995) Evolution géodynamique de la province côtière sud-equatorienne au Crétacé supérieur-Tertiaire, These, Université Joseph Fourier (Grenoble I), Grenoble, France, 208p.
- Bartlow Noel, S. Miyazaki, A.M. Bradley, and P. Segall, (2009). Space-time correlation of slip and tremor during the 2009 Cascadia slow slip event, Paper in press, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, doi:10.1029/2011GL048714.
- Deniaud Y. (2000) Enregistrements sédimentaire et structural de l'évolution géodynamique des andes équatoriennes au cours du néogène: Etude des bassins d'avant-arc et bilans de masse, These, Université Joseph Fourier (Grenoble I), Grenoble, France, 157p.
- Gailler Audrey, P. Charvis, E. R. Flueh (2007) Segmentation of the Nazca and South American plates along the Ecuador subduction zone from wide angle seismic profiles, *Earth and Planetary Science Letters* 260, p. 444–464.
- Pedoja Kevin, J.F. Dumont,\*, M. Lamothe, L. Ortlieb, J.-Y. Collot, B. Ghaleb, M. Auclair, V. Alvarez, B. Labrousse, (2006) Plio-Quaternary uplift of the Manta Peninsula and La Plata Island and the subduction of the Carnegie Ridge, central coast of Ecuador, *Journal of South American Earth Sciences*, 22, 1-21.
- Reyes P. (2008) Quantification relative du soulèvement de la Cordillère Côtière (Equateur) à partir de la géomorphologie sur mnt, Master 2 SGT, Dynamique des Systèmes Géologiques et Aléas, Stage de Recherche.
- Vaca Sandro, M. Régner, N., Bethoux, V., Alvarez, y B. Pontoise (2009) Sismicidad de la región de Manta: Enjambre sísmico de Manta-2005, *GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA MARINA Y TERRESTRE DEL ECUADOR DESDE LA COSTA CONTINENTAL HASTA LAS ISLAS GALÁPAGOS*, Jean-Yves Collot, Valenti Sallares y Nelson Pazmiño, Eds., 278p.



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**  
**INSTITUTO GEOFÍSICO**



**7** mas **Jornadas**  
en **Ciencias**  
**de la Tierra**  
y I **Encuentro**  
**sobre Riesgos y**  
**Desastres**

**23 - 25 de Noviembre de 2011, Quito**



**PETROAMAZONAS EP**



**OCP ECUADOR S.A.**



**EP PETROECUADOR**

Memorias de las 7 mas Jornadas en Ciencias de la Tierra  
Editado por: Dr. Daniel Andrade Varela  
Publicado por: Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador  
Diagramación: Equator Meetings S.A., [www.equatormeetings.com](http://www.equatormeetings.com)  
Año: 2011  
ISBN: 978- 9978-383-17-9