



Perfil magnetotélurico transfronterizo para evaluar límites de basamento paleoproterozoico en el SW de Laurencia: Puerto Peñasco, Sonora a Ajo, Arizona

Fragoso-Irinoe, A.¹, Arzate-Flores, J. A.¹, Iriondo, A.¹, Lazcano-Prieto, J.¹, Reátegui, W.¹, Molina-Garza, R. S.¹, Izaguirre-Pompa, A.²
 Centro de Geociencias, UNAM, Juriquilla ¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez ²

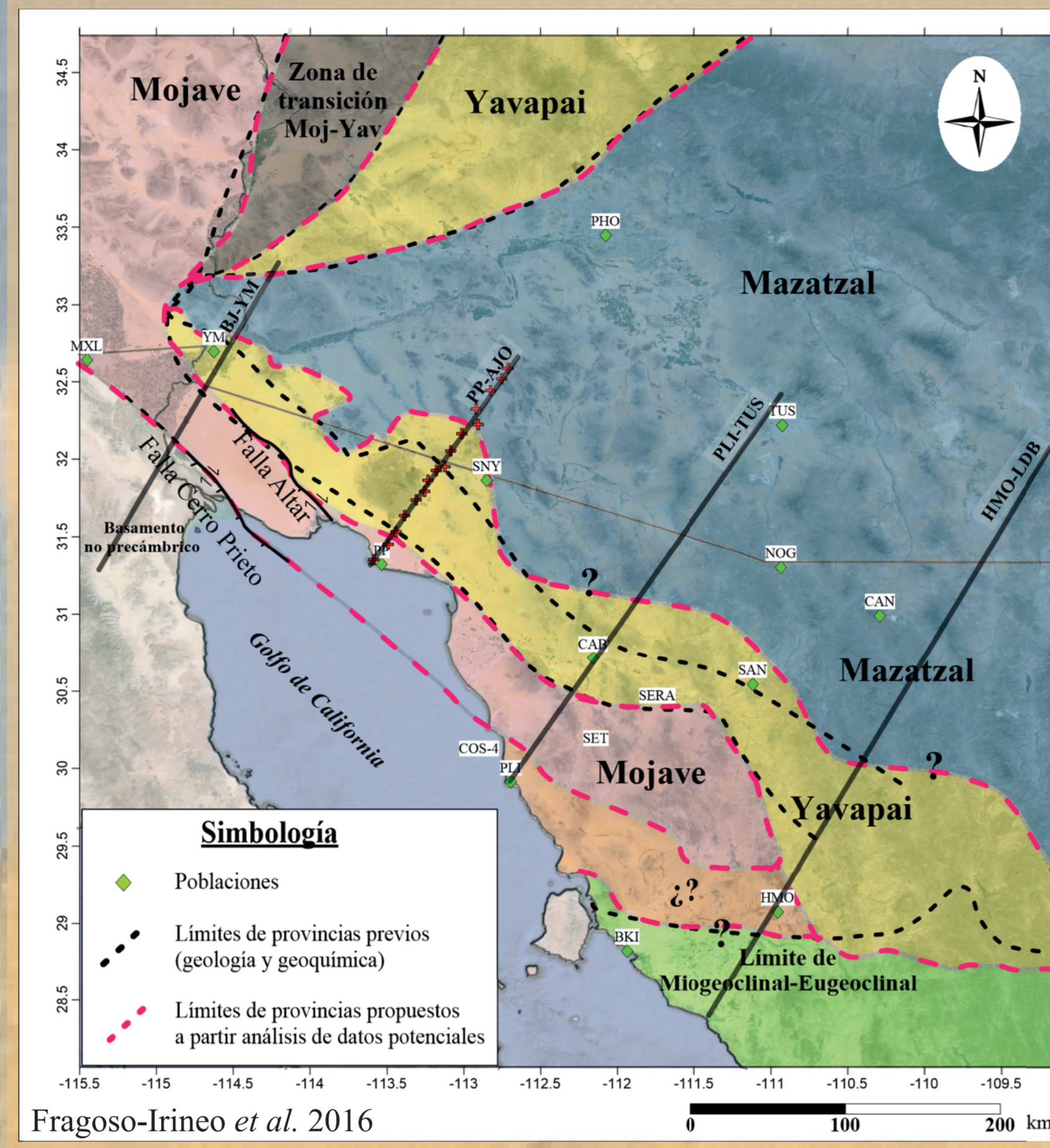


Resumen:

La presente investigación forma parte de un estudio multidisciplinario que se está realizando en la región transfronteriza entre Sonora-Arizona (suroeste de Norteamérica), con la finalidad de generar mayor información sobre los límites de las provincias paleoproterozoicas del SW de Laurencia (Mojave, Yavapai y Mazatzal). El método magnetotélurico (MT) se ha utilizado con éxito en distintas partes del mundo para comprender mejor los límites de provincias antiguas de basamento. Los límites del SW de Laurencia en México han sido estudiados desde hace varias décadas por medio de estudios geológicos, geoquímicos e isotópicos a partir de rocas ígneas y metamórficas aflorantes en la región.

El primero de nuestros perfiles MT, para analizar estos límites de basamento, se realizó entre Puerto Peñasco, Sonora, hasta Ajo, Arizona, acomodando una distancia total de ~160 km en dirección SW-NE. Se instalaron 16 estaciones con una separación variable entre ellas de 10-15 km. Se emplearon tres equipos geofísicos de MT marca PHOENIX (modelo MTUA-2000) con los cuales se realizaron mediciones por alrededor de ~16 horas por estación.

1. Mapa de provincias y ubicación de perfil



Mapa de distribución de provincias de basamento generado a partir de trabajos previo de interpretación de mapas de ángulo tilt del reducido al polo (de datos satelitales de EMAG2), ángulo tilt de anomalía de Bouguer (de datos satelitales de GRACE) y estimación de grosor cortical [5]; líneas punteadas en negro representan estudios previos (geológicos, geoquímicos e isotópicos) de límites de basamento paleoproterozoico de la región [6]. Ubicación de perfiles MT de este estudio (PP-AJO) y tres mas por realizar

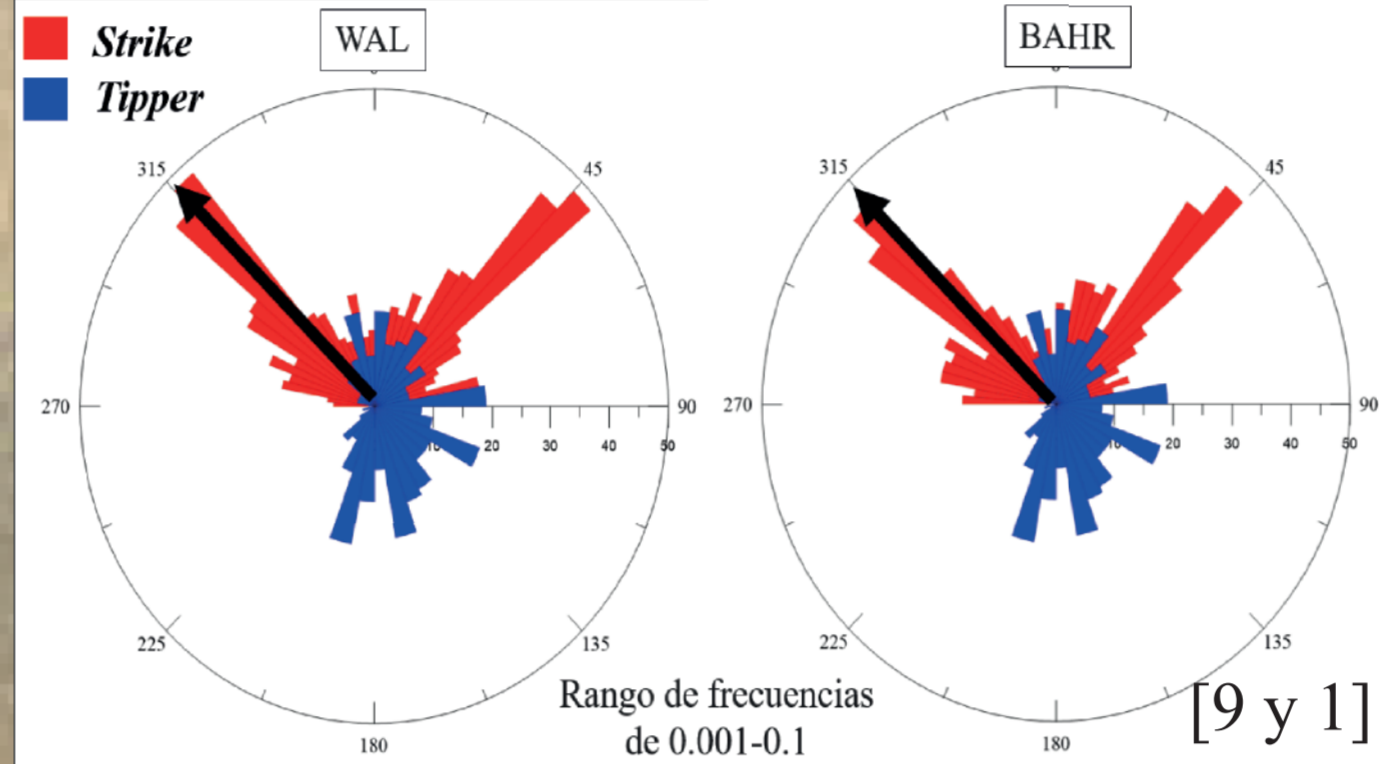
2. Equipo e instalación

Se utilizaron 3 quipos magnetotéluricos marca Phoenix modelo MTU-2000, cada uno contaba con 3 bobinas (sensor magnético) y 4 electrodos (sensor eléctrico).

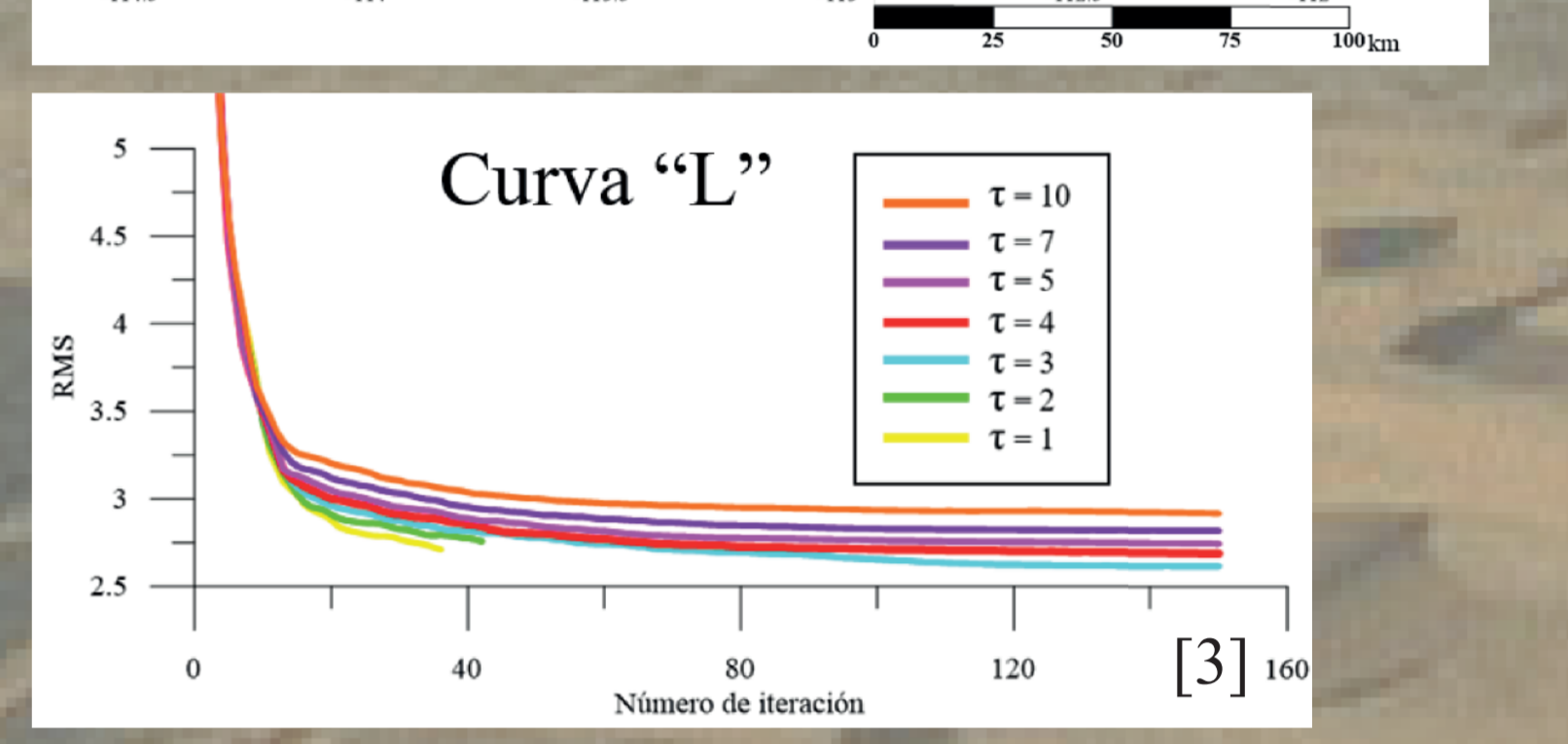
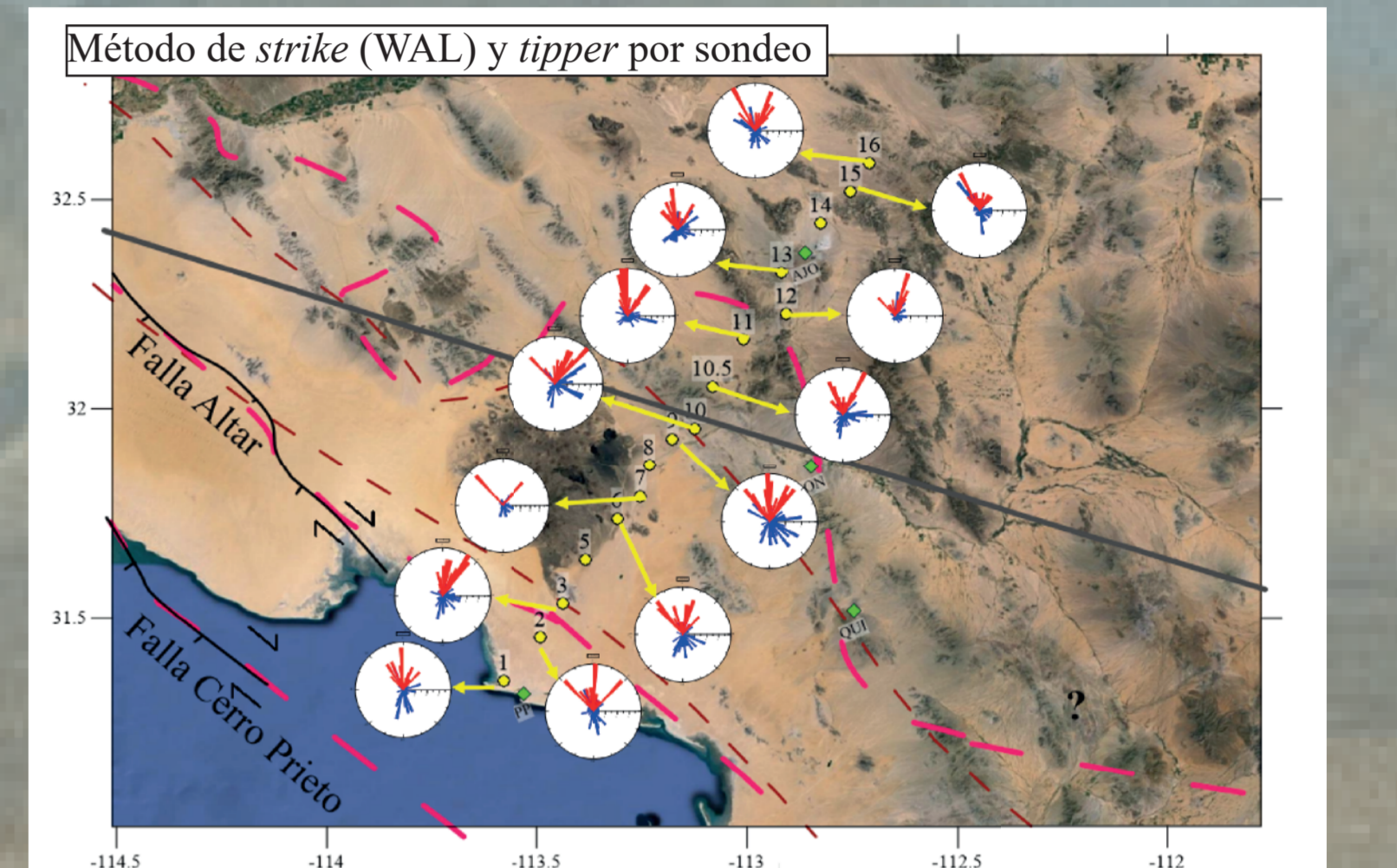
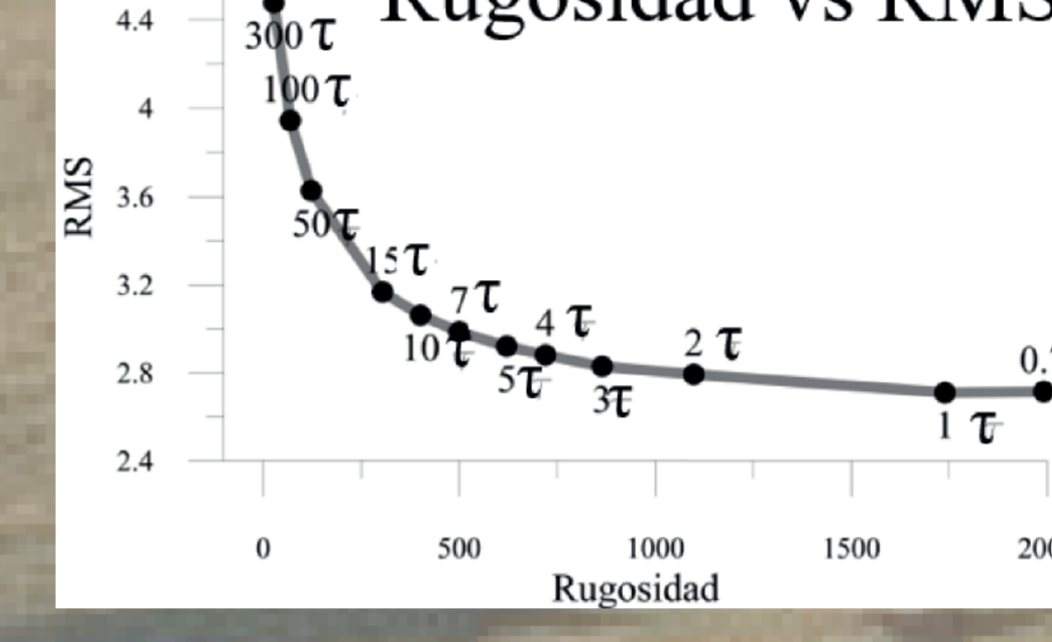


3. Procesamiento de datos MT

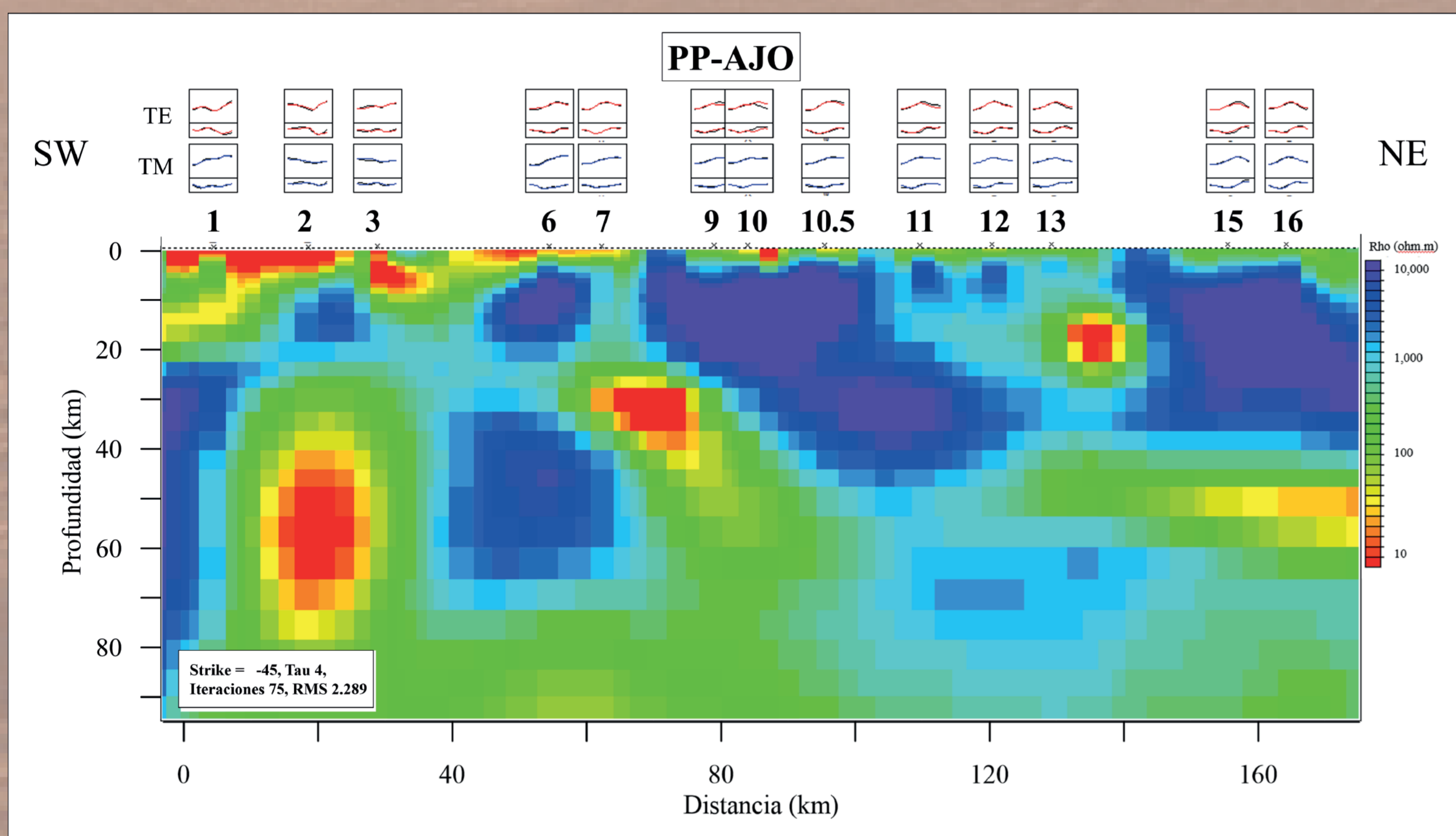
Cálculo del strike eléctrico



Rugosidad vs RMS



4. Resultados: Perfil MT

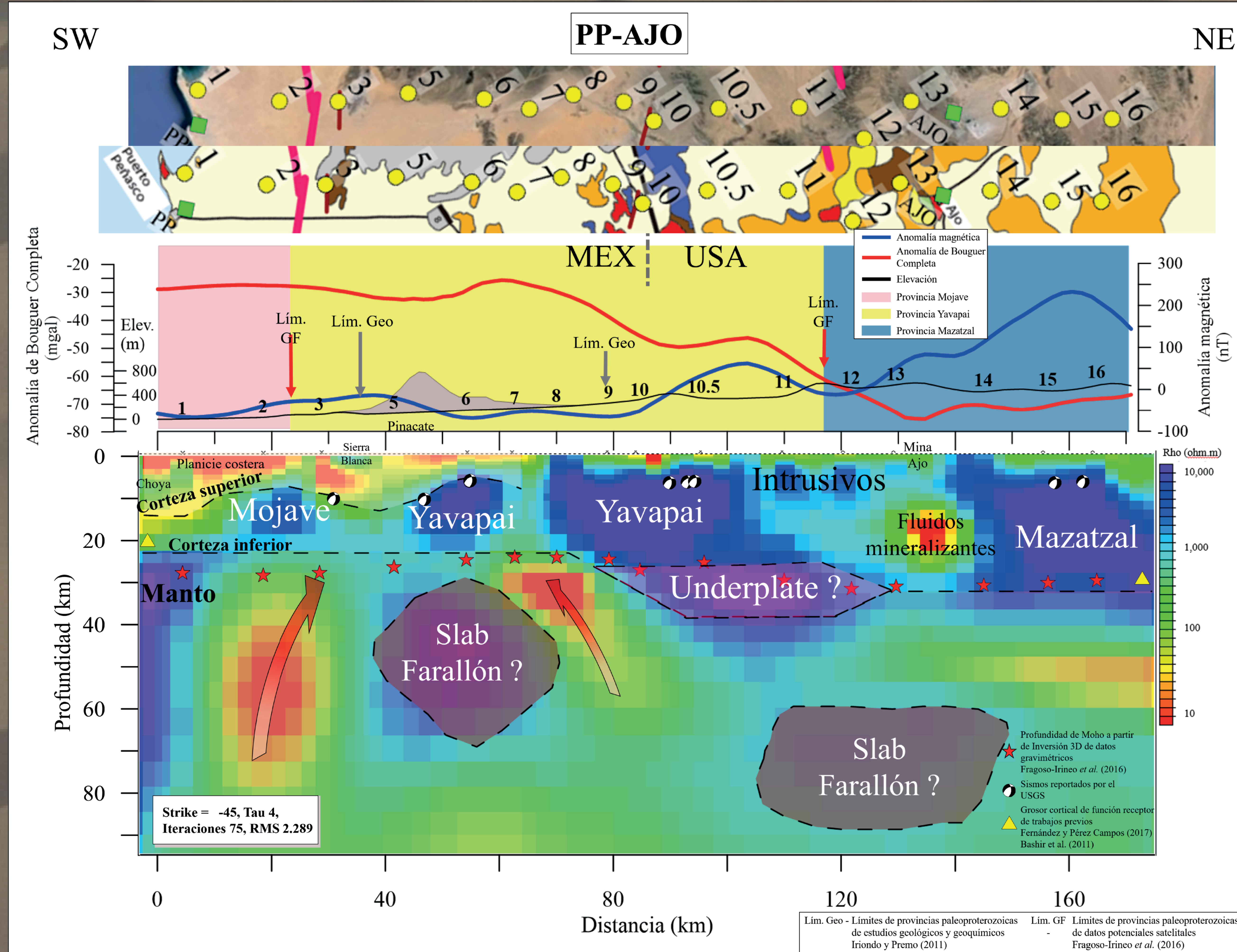


Modelo de resistividad del perfil PP-AJO con un strike de -45°, se utilizó un parámetro de tau de 4 y 75 iteraciones, la inversión 2D arroja un error de 2.289, en la parte superior se pueden observar el ajuste del trasverso eléctrico y magnético.

5. Descripción de perfil MT

La sección eléctrica que resulta tiene buena correspondencia con la información geológica disponible en superficie y con las estimaciones de grosor cortical existentes en la región (~15 a 20 km en Pto. Peñasco y ~26 km cerca de Ajo) obtenidas mediante estudios de función recepción [2 y 4] y gravimetría [5]. En la sección se aprecian zonas de conductividad anómala (~5 Ohm-m) debajo del extenso campo de dunas en la zona de Puerto Peñasco en el sector suroeste del perfil (planicie costera). Los basamentos asociados a las provincias paleoproterozoicas (Mojave, Yavapai y Mazatzal) corresponden, en todos los casos, a cuerpos más resistivos (>4,000 Ohm-m). Los límites entre estos cuerpos presentan resistividades menores (<1,000 Ohm-m), y pudieran asociarse a estructuras reactivadas a lo largo de las suturas paleoproterozoicas originales. Bajo la región del campo volcánico de El Pinacate, en la parte centro-sur del perfil MT, se aprecia una zona de conductividad anómala entre ~40-60 km (~10 Ohm-m) que se interpreta como una respuesta del flujo astenosférico relacionada con la formación del extenso campo volcánico basáltico durante el Cuaternario. Justo debajo de esta zona volcánica, y a profundidades >40 km y a los 70 km de profundidad y 120 km del perfil, se observa dos cuerpos resistivo (entre 5,000 y 19,000 Ohm-m) que, de forma muy especulativa, interpretamos como posibles fragmentos de la placa oceánica Guadalupe (parte del sistema Farallón).

6. Interpretación



7. Discusión y conclusión

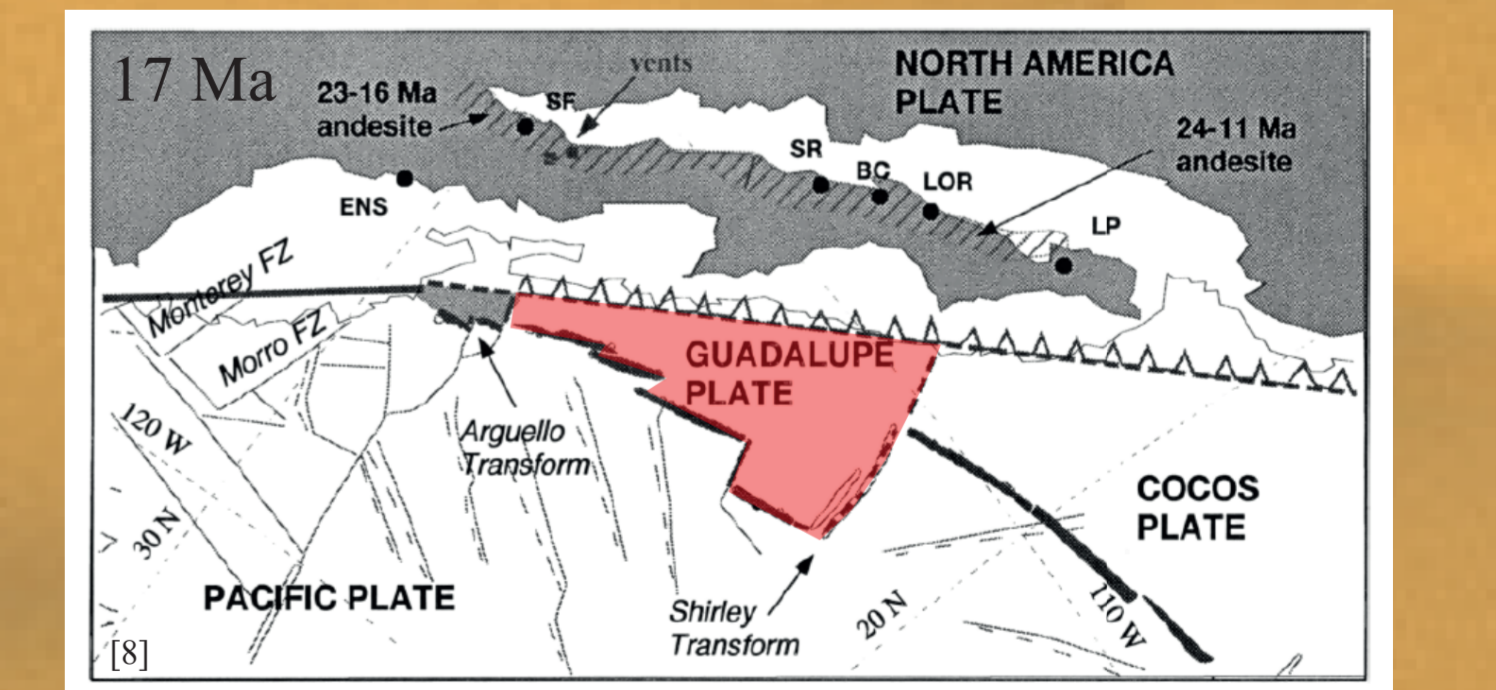
Las provincias paleoproterozoicas se relacionan con los cuerpos de alta resistividad, ya que estos se encuentran bajo donde se han encontrado afloramientos y tiene un rango de resistividad que se asocia a rocas cristalinas antiguas.

Bajo el Pinacate se pueden observar estructuras las cual dieron origen a este escudo volcánico, y a profundidades de ~60 km se observa este alto resistivo que podría ser producido por flujo astenosférico que alimento a este.

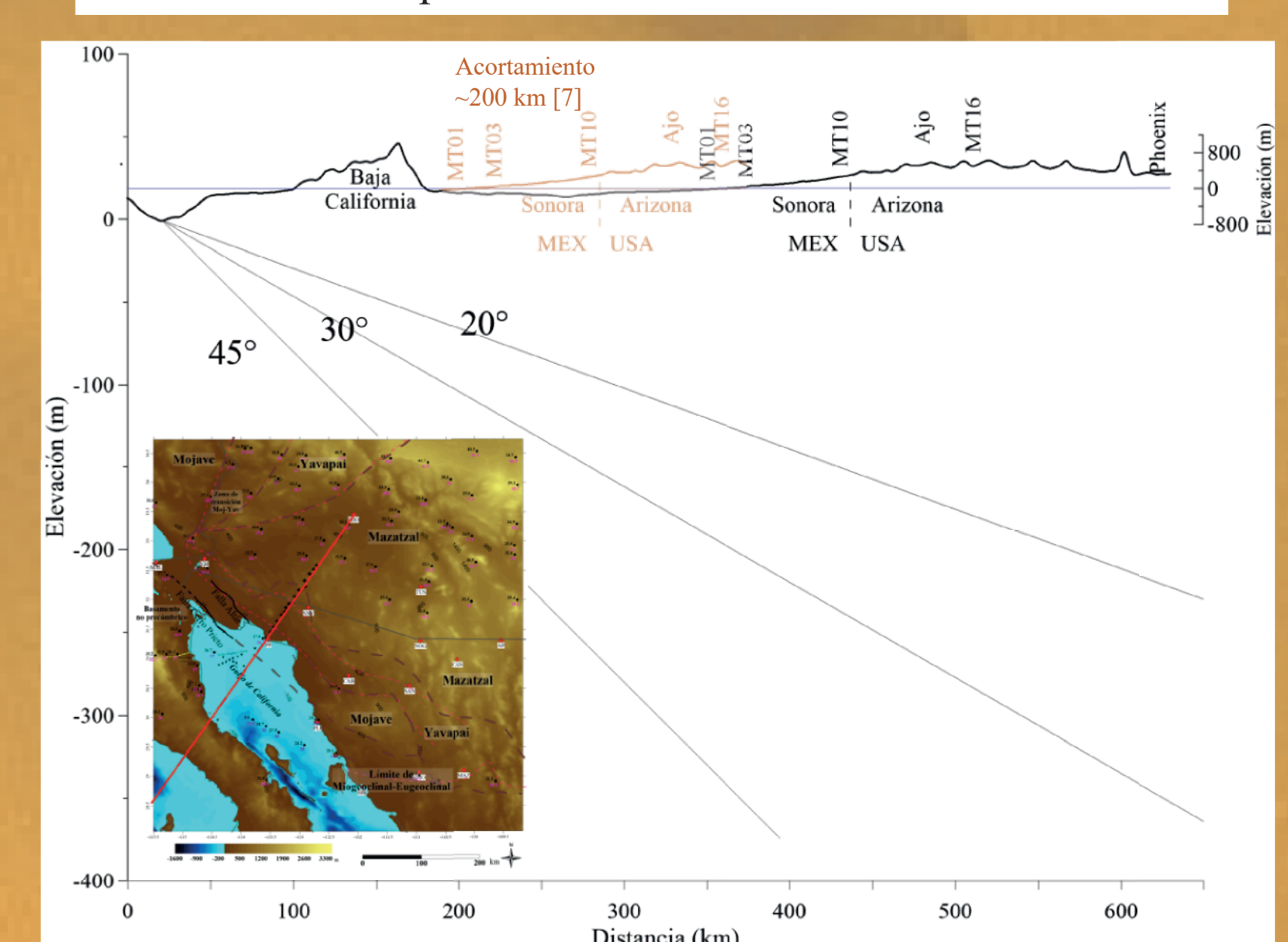
Se propone que se encuentra una parte del slab de Farallón debajo del Pinacate a ~60 km durante el Mioceno temprano, cuando la subducción aún estaba activa [8]. Se agrega un perfil donde de muestra con diferentes ángulos como estaría la placa y restituyendo parte de Sonora, se ve que corresponde a la profundidad de este cuerpo resistivo.

Del escaso registro de sismos en la región se observa que una mayoría con hipocentro a ~6 km de profundidad y sobre los cuerpos correspondientes a las provincias, y también dos sismos a 10 km de profundidad debajo del Pinacate, podría relacionarse a los conductos de este.

El un underplate debido a su resistividad y profundidad se asocia a un cuerpo ya frío probablemente emplazado cuando comenzaron los procesos de distensión en la región.



Subducción de la placa de Farallón aún activa en el Mioceno



Perfil donde se muestra una placa subducida con tres distintos ángulos, y el perfil se simula la distancia que estaría cuando esta estaba activa.

Referencias:

[1] Bahr, K., 1988, Interpretation of the magnetotelluric impedance tensor, regional induction and local telluric distortion. *Journal of Geophysics (Zeitschrift fuer Geophysik)*, v.62, p. 119-127.
 [2] Bashir, L., Gao, S.S., Liu, K.H., Mickus, K., 2011, Crustal structure and evolution beneath the Colorado Plateau and the southern Basin and Range Province: Results from receiver function and gravity studies. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 12, n. 6.
 [3] Calvetti, D., Morigi, S., Reichel, L., Sgallari, F., 2000, Tikhonov regularization and the L-curve for large discrete ill-posed problems. *Journal of computational and applied mathematics*, v. 123, n. 1, p.423-446.
 [4] Fernández, A., Pérez-Campos, X., 2017, Lithosphere thickness in the Gulf of California region, in *Tectonophysics*, in press, 10 p.
 [5] Fragoso-Irinoe, A., Iriondo, A., Arzate-Flores, J. A., Molina-Garza, R. S., 2016, Interpretación de datos gravimétricos y datos satelitales en el SW de Norte América como contribución a la distribución de las provincias paleoproterozoicas. (oral). Reunión Anual, Unión Geofísica Mexicana, Puerto Vallarta, Jal., GEOS, 36, 226 p.
 [6] Iriondo, A., Premeo, W.R., 2011, Las rocas cristalinas proterozoicas de Sonora y su importancia para la reconstrucción del margen continental SW de Laurencia la pieza mexicana del rompecabezas de Rodinia: *Boletín del Instituto de Geología-UNAM*, v. 118, p. 25-55.
 [7] Izaguirre, A., Iriondo, A., Kunk, M. J., McAleer, R. J., Atkinson, W. W., Martínez-Torres, J.L.M., 2017, Tectonic Framework for Late Cretaceous to Eocene Quartz-Gold Vein Mineralization from the Caborca Orogenic Gold Belt in Northwestern Mexico, *Economic Geology*, v. 112, n. 6, p. 1509-1529.
 [8] Stock, J.M., Lee, J., 1994, Do microplates in subduction zones leave a geological record?. *Tectonics*, v. 13, n. 6, p.1472-1487.
 [9] Weaver J. T., Agarwal A. K., Lilley F.E.M., 2000, Characterisation of the magnetotelluric tensor in terms of its invariants. *Geophys. J. Int.*, v. 141, p. 321-336.

Agradecimientos

A Cabeza Prieta National Wildlife Refuge, Organ Pipe Cactus National Monument, Barry M. Goldwater Air Force Range y Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar por habernos facilitado el acceso a los sitios donde fueron colocadas las estaciones. También quiero agradecer a Fausto Soto, Eric Alegria, Verónica Irinoe y Fausto Fragoso por su atención y hospedaje durante los días que se realizó el levantamiento de este perfil.