

INFORME DE MEDICIONES SÍSMICAS DE REFLEXIÓN REALIZADAS EN EL AÑO 2015 EN EL MARCO DEL PROYECTO: GEOCIENCIA INTEGRAL DE LOS ANDES DE MÉRIDA (GIAME) (FONACIT G-2012002202)

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas

Preparado Por:

Schmitz, M. (1); Sánchez, J. (1), Ávila, J. (1), Yegres, L. (1), García, K. (1), Aray, J. (1), Mazuera, F. (1,2), Choy, J. (2), Arnaíz-Rodríguez, M. (3), Gil, E. (4), Bolívar, M. (4), Ramírez, R. (4), Camacho, P. (4), Requena, J. (4), Lara, J. (4), Barreto, G. (4), Carothers, L. (5) y Chavez, G. (5)

(1) Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), (2) Universidad de Los Andes (ULA), (3) Universidad Central de Venezuela (UCV), Escuela de Geología, Minas y Geofísica, (4) PDVSA Petróleo S.A., (5) IRIS-PASSCAL Instrument Centre, Socorro, NM, EEUU.

Requerido Por:

IRIS-PASSCAL Instrument Centre

Caracas, 07 junio 2023
©2023 FUNVISIS
Ministerio del Poder Popular
para Relaciones Interiores, Justicia y Paz

FUN – GEOFISICA – 015, 2023

PRIVADO



**IDENTIFICACIÓN
DEL
DOCUMENTO**

No. del Documento
FUN-GEOFISICA – 015, 2023
Nivel de Acceso
CONFIDENCIAL
Tipo De Documento
Informe Técnico

Lugar y Fecha	Departamento
Caracas, junio 2023	Geofísica



Título INFORME DE MEDICIONES SÍSMICAS DE REFLEXIÓN REALIZADAS EN EL AÑO 2015 EN EL MARCO DEL PROYECTO: GEOCIENCIA INTEGRAL DE LOS ANDES DE MÉRIDA (GIAME) (FONACIT G-2012002202)		
Autor(es) SCHMITZ, Michael; SÁNCHEZ, Javier; ÁVILA, Jesús; YEGRES, Luis; GARCÍA, Kenny; ARAY, Jélime; MAZUERA, Fernando; CHOY, José; ARNAÍZ-RODRÍGUEZ, Mariano; GIL, Euris; BOLÍVAR, Manuel; RAMÍ-REZ, Rafael; CAMACHO, Pedro; REQUENA, Joaquín; Lara, José; BARRETO, Gilberto, CAROTHERS, Lloyd, CHAVEZ, Greg		
Coordinador del Proyecto Dt. Ana Pérez		
Institución Ejecutora FUNVISIS		Institución Patrocinadora IRIS-PASSCAL
Resumen <p>En el marco del proyecto GIAME (Geociencia Integral de Los Andes de Mérida) se realizaron en el año 2015 mediciones sísmicas de reflexión con vibradores como fuente. Dichas mediciones se realizaron en conjunto entre FUNVISIS, PDVSA (que colocó los vibradores), IRIS-PASSSCAL (que proporcionó los equipos de registro Texan), así como las universidades ULA, UCV y USB.</p>		
Palabras Claves del Editor(es)	Descriptores (DISYD)	Páginas
Sísmica de reflexión, vibradores, Texan		13
Firma de Autor(es)	Firma del Coordinador	Firma de la Autoridad
		



LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Nombre e Institución de copias	No.
-----------------------------------	-----

Departamento de Documentación e Información

(DISYD) FUNVISIS.....1

IRIS-PASSCAL.....1

Este documento es propiedad de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), y está amparado por los Derechos de Autor. Está prohibida su reproducción parcial o total y restringido su uso sin la autorización previa, dependiendo del caso, de FUNVISIS.

Cualquiera violación a estas disposiciones es contraria a la Ley e implica acciones civiles y penales a los infractores.

Información sobre este documento puede solicitarse a:

FUNVISIS

Departamento de Documentación e Información (DISYD)

Prolongación Calle Mara, El Llanito Caracas 1070 – A

Teléfonos: (0212) 257. 76.72/ 258.03.08/06.93

Fax: (0212) 257.99.77 info@funvisis.gob.ve

INDICE

	Págs.
RESUMEN	III
LISTA DE DISTRIBUCIÓN	IV
INDICE	V
INTRODUCCION.....	1
ADQUISICIÓN SÍSMICA.....	2
PROCESAMIENTO DE DATOS	5
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto GIAME (Geociencia Integral de Los Andes de Mérida) (Schmitz et al., 2014), se realizaron mediciones sísmicas a diferente escala (Figura 1).

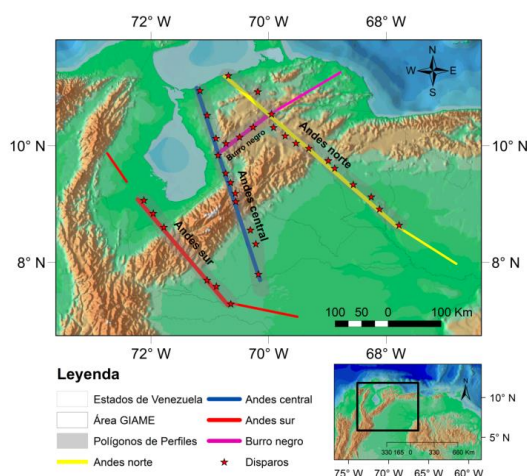


Figura 1. Mapa de ubicación de los perfiles sísmicos del proyecto GIAME.

Entre los meses de febrero y marzo del 2014 se llevó a cabo la campaña de adquisición de datos sísmicos de gran ángulo del proyecto GIAME. Esta tuvo una duración de 21 días, donde se adquirieron tres (3) perfiles sísmicos principales de gran ángulo, ubicados al occidente del país y que atraviesan los segmentos más representativos de la cadena andina, tres (3) perfiles de conexión paralelos al eje de la cadena de Los Andes de Mérida en el segmento sur de la misma, además un perfil perpendicular a las estructuras de Burro Negro el cual se realizó para esclarecer su importancia a nivel cortical, los cuales abarcaron longitudes de 320 a 400 km aproximadamente (Schmitz et al., 2015).

En el segundo año del proyecto GIAME se llevaron a cabo las mediciones sísmicas de reflexión con vibradores como fuente (Schmitz et al., 2016), las cuales son el objeto de este informe. Dichas mediciones se realizaron con personal de PDVSA para la parte de fuentes (vibradores) y registro, FUNVISIS (logística y mediciones), IRIS-PASSSCAL (equipos de registro y configuración), así como estudiantes de las universidades ULA, UCV y USB (mediciones).

ADQUISICIÓN SÍSMICA

Permisología Ambiental (Agosto – Octubre 2015)

Tras haber ejecutado el informe de justificación y prórroga que permitieran realizar las actividades relacionadas dentro del marco del proyecto GIAME, se recibió el oficio vinculado con la consignación de Fianza de Fiel Cumplimiento por emisión de la Autorización de Recursos Naturales del Proyecto mediante la Aprobación de Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (Figura 2), basada en el Estudio de Impacto Ambiental y Socio-Cultural (Anexo 6.1.4.1.01 en Schmitz et al., 2015) con el detalles de las actividades a realizar, los cuales fueron desarrollados durante el proceso de reconocimiento y permisología junto con los dueños de los sitios, representantes regionales del Ministerio del Poder Popular del Ambiente, las empresas de perforación, técnicos de CAVIM (responsables para la realización de las voladuras) y los investigadores de FUNVISIS..



Figura 2. Respuesta al oficio DGVA N° 214 de fecha 27/10/2015.

Adquisición de datos

Para la realización de las mediciones sísmicas se contemplaron 22 días con 12 grupos de trabajo (Figura 3). Inicio de la Campaña de adquisición de datos el 05/11/15, en la primera fase de trabajo hasta el 16/11/15, registrando los PV del perfil Andes Sur, desde el km 15 de la ciudad de El Vigía hasta el embalse La Vueltoza. En la segunda fase grupo de adquisición, desde el 16/11/15 hasta el 22/11/15, se adquirieron los datos sísmicos del perfil Andes Sur desde el otro extremo del embalse hasta el poblado de Santa Bárbara de Barinas.

Página 1

En total, se instalaron casi 1300 equipos de registro entre ambas jornadas de instalación (140 equipos de FUNVISIS y el resto prestados del IRIS-PASSCAL Instrument Centre), (Figura 4). En las figuras 5 a 11 se puede observar la distribución de PV y de equipos de registro a lo largo del perfil.

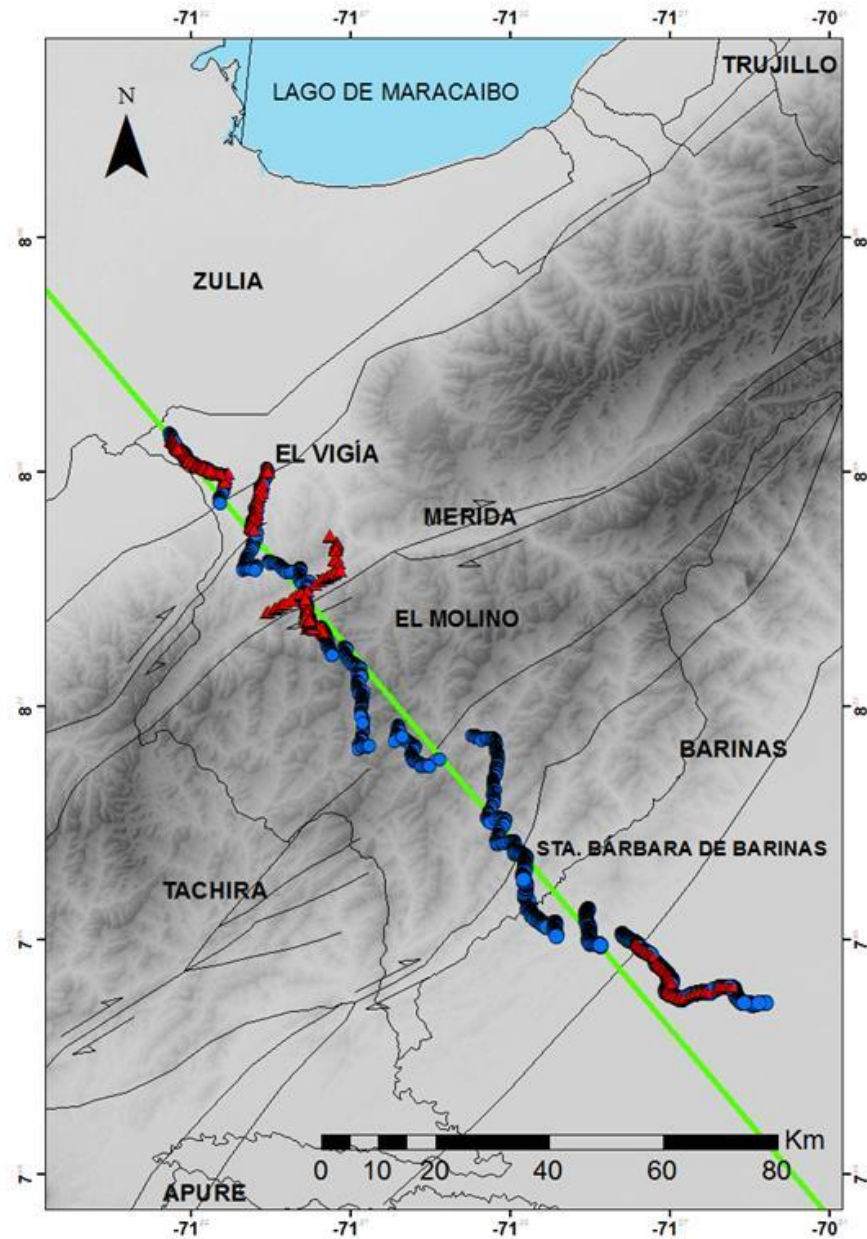


Figura 4. Ubicación de Puntos de Vibración (Rojo) y Equipos Receptores (Azul) de la campaña de adquisición del proyecto GIAME.

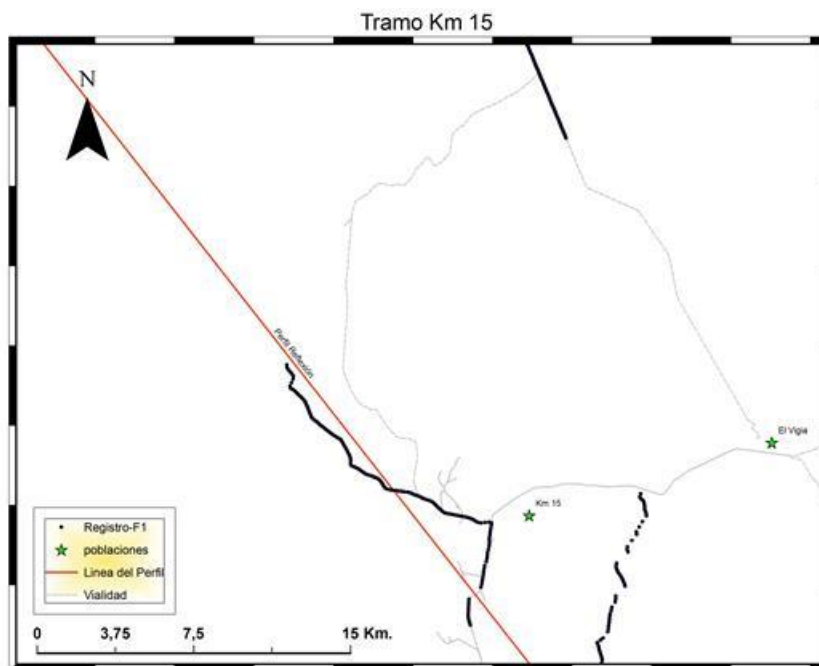


Figura 5. Ruta de registro de la primera Fase. Tramo Km 15.

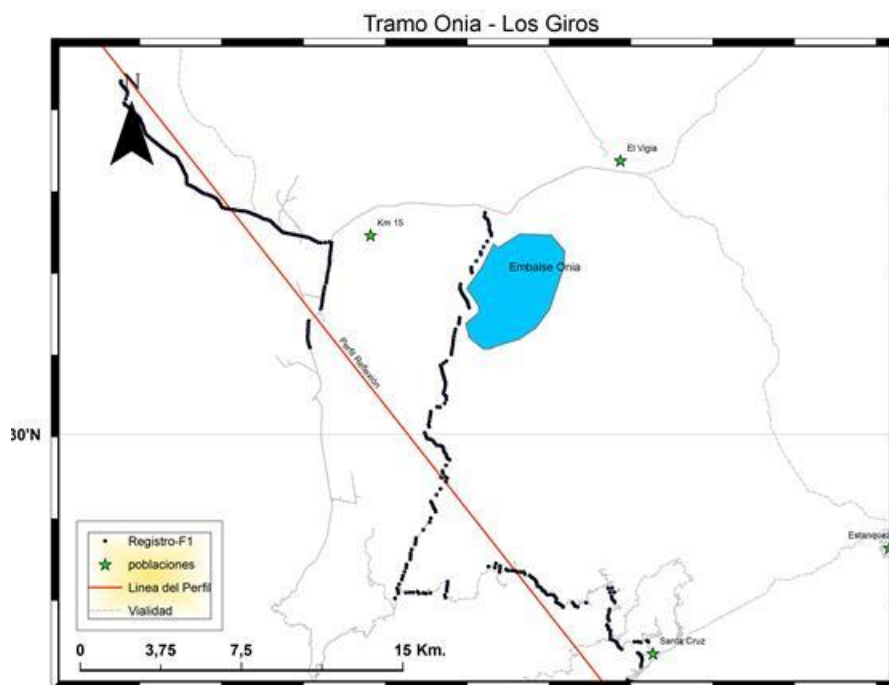


Figura 6. Ruta de registro de la primera Fase. Tramo Onia – Los Giros.

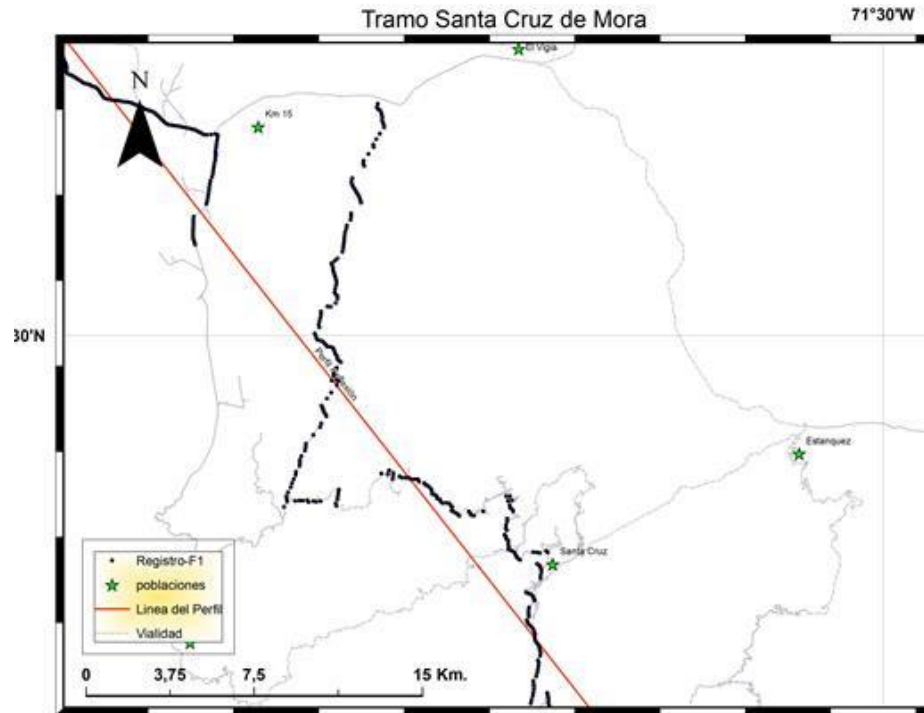


Figura 7. Ruta de registro de la primera Fase. Tramo Sta. Cruz de Mora.

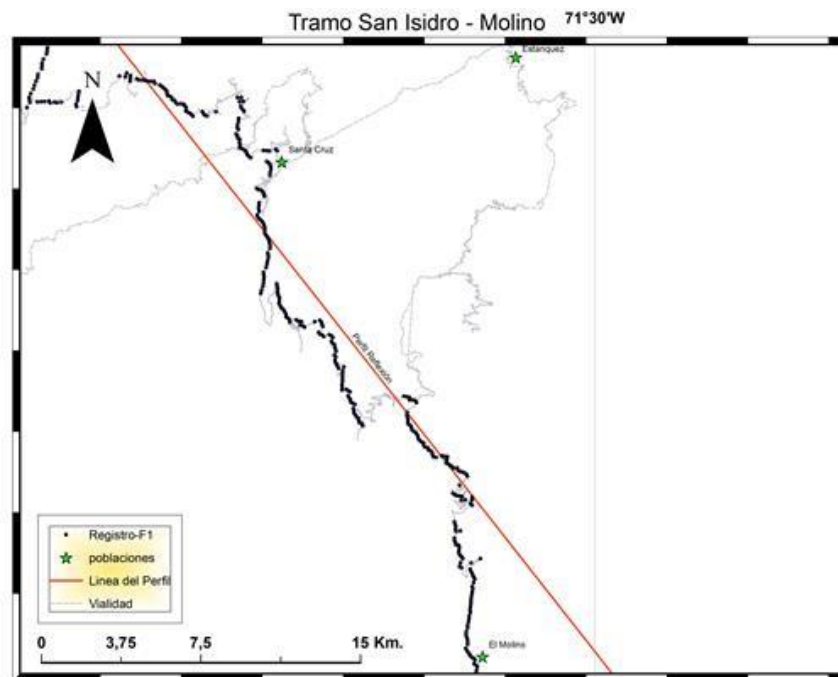


Figura 8. Ruta de registro de la primera Fase. Tramo San Isidro – El Molino.

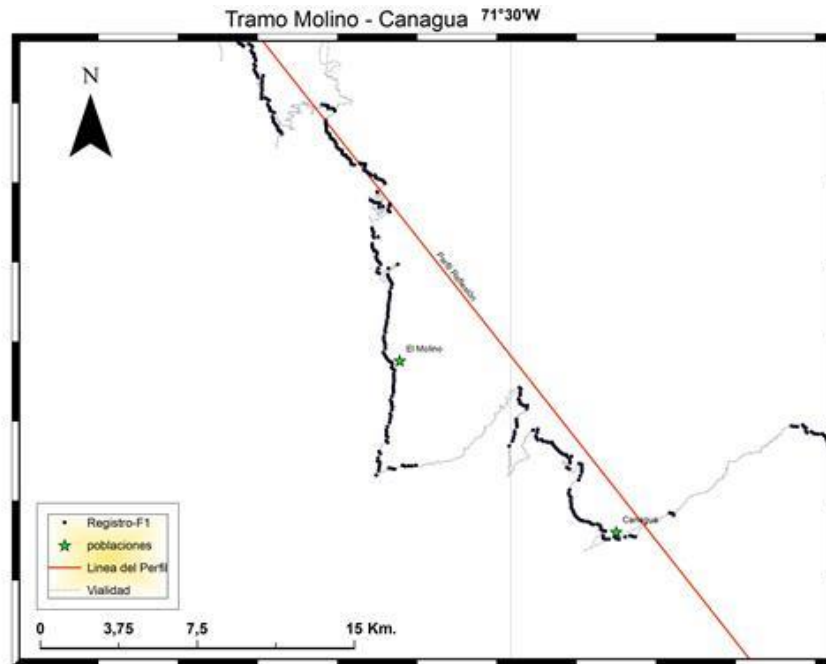


Figura 9. Ruta de registro de la segunda Fase. Tramo El Molino – Canaguá.

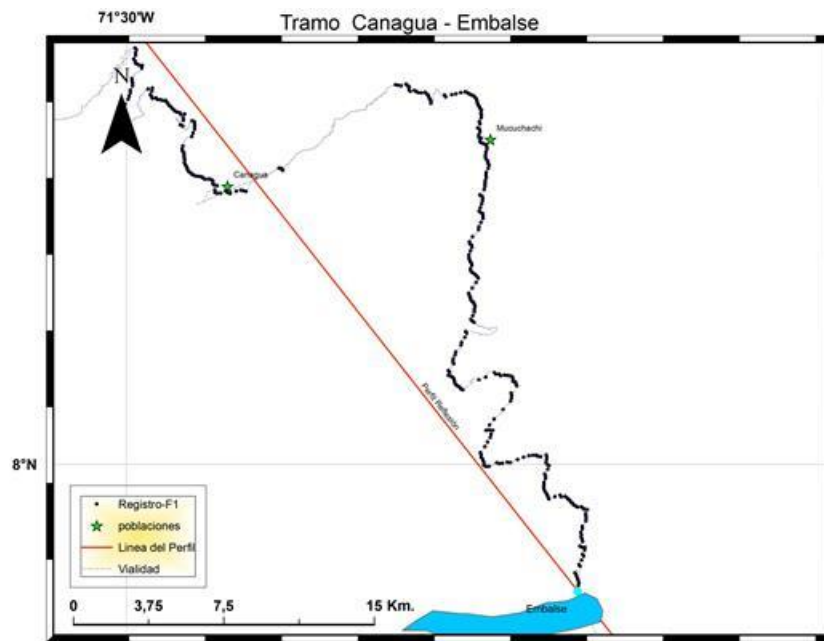


Figura 10. Ruta de registro de la segunda Fase. Tramo Canaguá – Embalse.

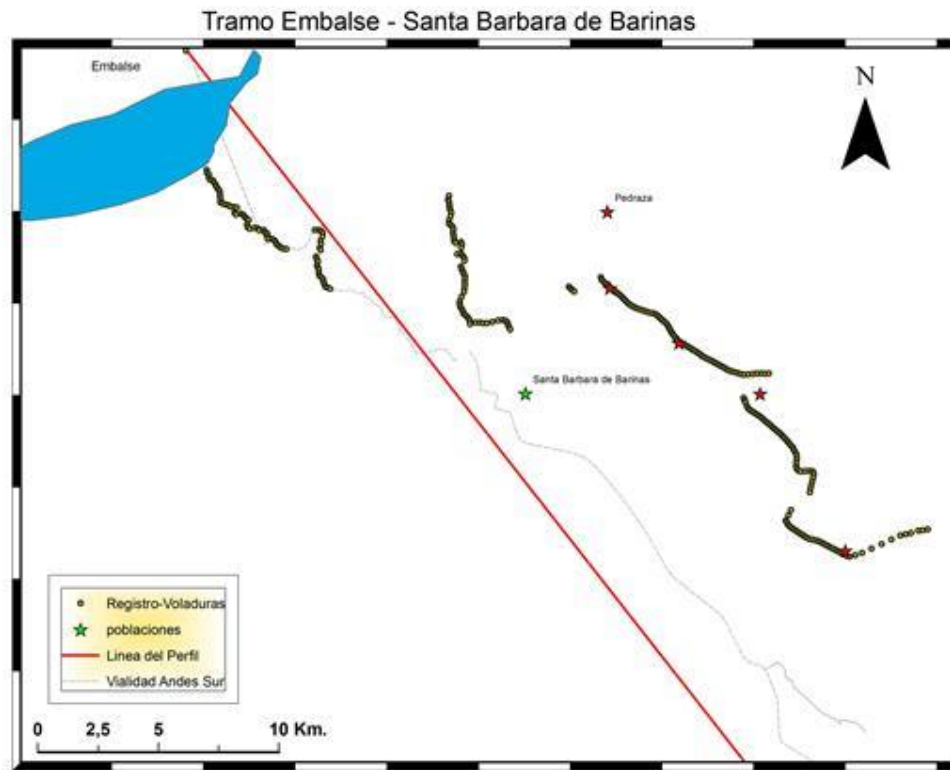


Figura 11. Ruta de registro de la segunda Fase. Tramo Embalse – Sta. Bárbara.

PROCESAMIENTO DE DATOS

El procesamiento de los datos es similar al que se aplicó en los perfiles de refracción, el primer paso consiste en la descarga de datos en las diferentes bases una vez culminada cada jornada de adquisición, seguido por la transformación de formatos desde .RAW hasta .SEGY, la determinación exacta de los tiempos “Cero” y la elaboración de secciones sísmicas para cada disparo con los programas REFLEX y SEISPLOT. El programa Seisplot (Arnaíz-Rodríguez et al. 2014; fue desarrollado en el marco del proyecto GIAME con el fin de facilitar la generación de las secciones sísmicas.

Este estudio posee como fuente activa los Camiones Vibradores, la primera etapa permitió adquirir 244 Puntos de Vibración (PV), mientras que la segunda 139, para cada PV se generaron 8 barridos si funcionaban los 3 camiones Vibradores, y 22 barridos cuando solo funcionaban 2 camiones. Por cada barrido es necesario obtener un tiempo cero, esta actividad fue ejecutada con la ayuda de una estudiante de la Universidad Simón Bolívar (Isabel Espin) dentro del marco de la pasantía corta.

Se contó con los datos adquiridos en el proyecto GIAME para las dos etapas: El Vigía, Mérida y Santa Bárbara de Barinas. El pre-procesamiento de los datos se dividió en 4 fases:

- Recopilación y organización de información
- Procesamiento: Obtención de archivos .RT y filtración de errores
- Obtención del tiempo de inicio preciso de la señal, manualmente o con el uso de un programa
- Armar, revisar y reorganizar información.

Agrupación de datos

El objetivo de esta etapa es la construcción de la base de datos de forma general de la adquisición, esto incluye la integración de información valiosa para los siguientes pasos, lo cual clasifica la adquisición en Orden Nominal de los puntos de vibración, Nombre del Punto de Vibración (PV) original guardado en el GPS, Nombre del Punto de Vibración (PV) según coordenadas geodésicas, Número de SWEEP (barridos) por punto, Hora a la que se realizó cada barrido, Día Juliano del año, Hora del barrido en UTC (Tiempo Universal Coordinado), Latitud, Longitud, Elevación su respectivo cambio a UTM, es decir UTMN y UTME y una columna de observaciones para escribir eventualidades respecto a los puntos de vibración.

Comandos de programación

La rutina de transformación de datos de los PV requiere convertir los datos .TRD en .RT, tal que pudiesen ser visualizados en el programa RTview para su análisis. El tipo de texan utilizado para la grabación de datos se denomina Texan 125a, este estilo de equipo es el que proporciona directamente la data cruda en formato .TRD. Existen otros estilos que proporcionan la información más directa y rápidamente, sin embargo en este caso, fue necesaria una computadora de 32bits capaz de correr las órdenes pertinentes, ya que se probó una de mayor capacidad y no fue posible culminar el proceso, lo que indica que es estrictamente necesaria una computadora con esas especificaciones. Para este fin se hizo uso de los siguientes comandos:

- 125_pas: Transforma datos de .TRD a .DAT.
- Arcwrite: Organiza los datos por año y día juliano en carpetas.
- Arcfetch: Se extraen ventanas de tiempos determinados, los cuales contengan los eventos de interés. Genera un archivo .RT que contendrá la estructura y cantidad de tiempo especificados con el comando.

Visualización del archivo .RT

El programa RTview muestra la traza de tiempo elegido (Figura 12). Este paso es el más importante ya que es clave concretar los registros con las señales correspondientes a los puntos de vibración. Aunque este no es el resultado final del trabajo, su cálculo es indispensable, pues con estas ventanas precisadas se pasa a buscar el tiempo de inicio de cada señal. En la adquisición de datos, se usó un método manual para marcar las horas en las que comenzaba a vibrar el camión, por lo tanto en el momento de estudiar resultados se tuvo problemas arreglando las discrepancias entre las planillas de anotación de esos días, error humano y error de maquinaria con las señales observadas en la pantalla, sobre todo porque no existió ningún error constante propagado a lo largo de las señales, en cambio cada una tiene su propio error asociado, entre los más comunes estaban:

- Solapamiento de señales.
- Salto de tiempo en el esquema para activar el vibroseis, resultando espacios vacíos en la traza observada.
- Retiro del texan móvil (UPHOLE) del punto antes de tiempo, en consecuencia pérdida de datos.

- Diferencia de minutos entre el reloj de muñeca utilizado para calcular los tiempos y el tiempo programado del texan, que ocasiona cortes incorrectos de tiempo y se visualizan trazas cortadas, corridas o faltantes

- Falla de algún vibroseis, causantes de diferencia de amplitud en las señales, mayor pérdida de energía o marcada atenuación de la onda. No todos esos errores son tratables, sin embargo, luego de arreglarlas lo más posible, se logra observar PVs completos, significativos al tipo de suelo y sus características.

Mediante el programa RT View es posible visualizar de manera manual los tiempo cero para cada barrido (Figura 13), sin embargo, este procedimiento es una variable de error humano, por ello la Ingeniero Isabel Spin y la Br. Amanda León desarrollaron una rutina en el programa MatLab que mediante los cambios de pendiente en la señal, permitieron obtener los tiempos cero para cada barrido de manera más precisa.

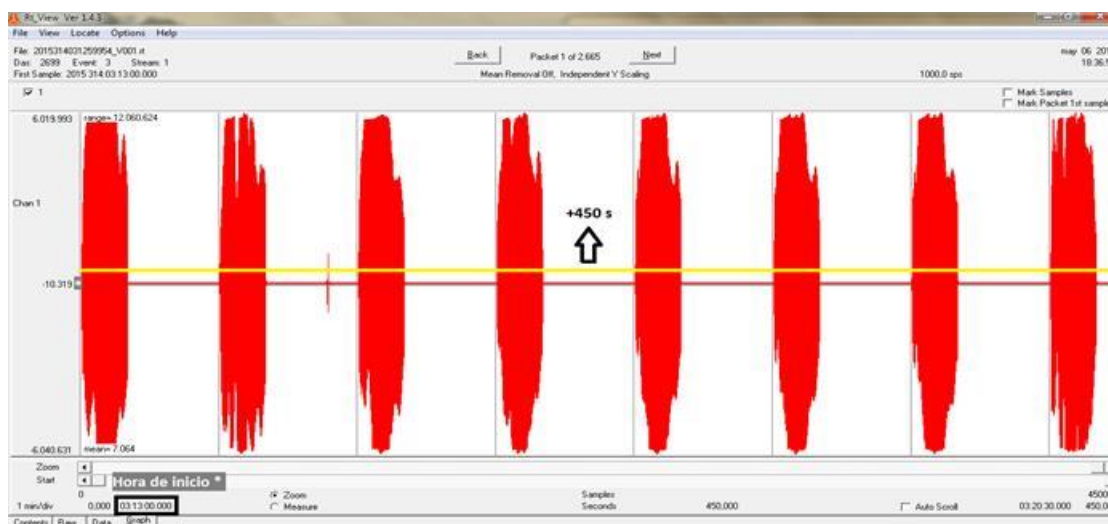


Figura 12. Punto de Vibración con 8 barridos.

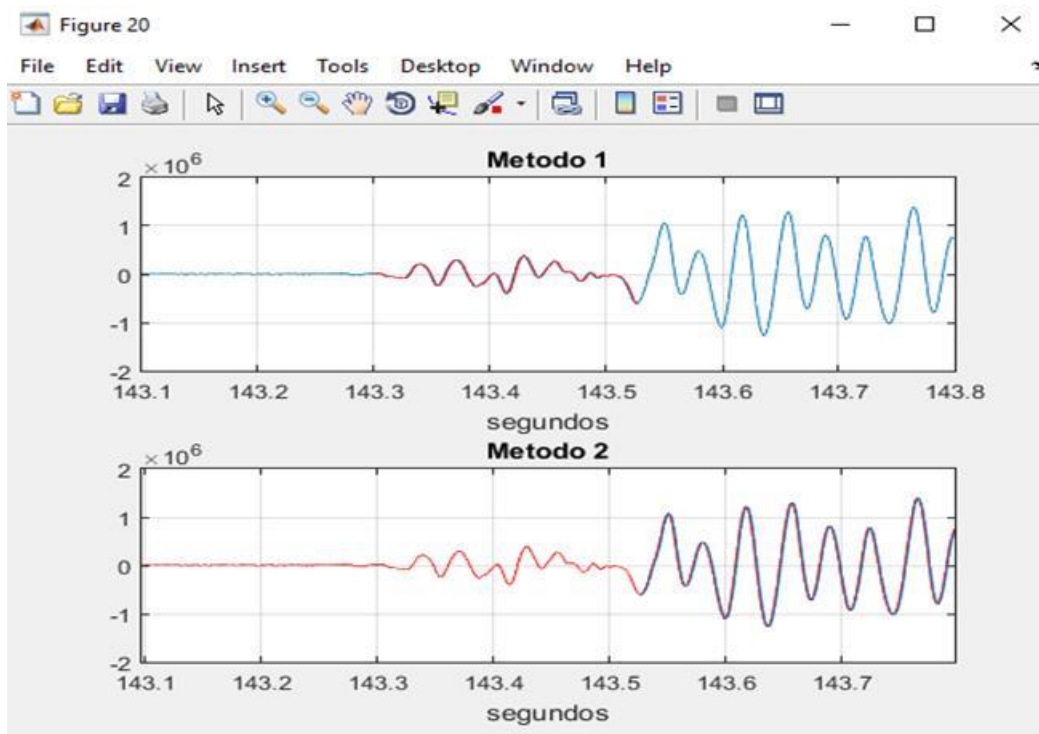
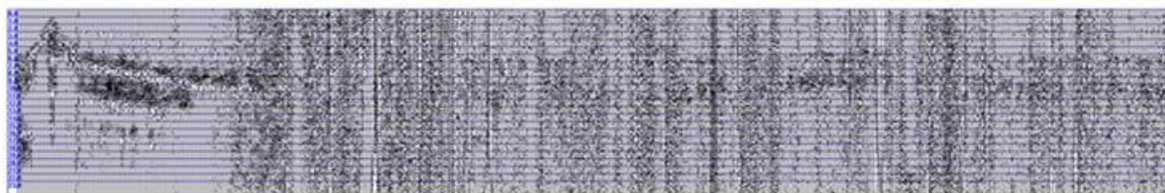


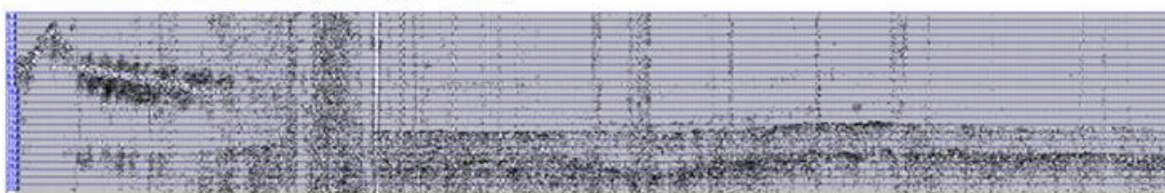
Figura 13. Obtención de tiempos cero.

Posteriormente se ha establecido un grupo de trabajo dentro de la ejecución de una tesis de Maestría y una tesis de Doctorado con los cuales se realizan reuniones periódicamente que permitan unificar y estandarizar parámetros de procesamiento e interpretación. Esta fase es seguida por la interpretación de las primeras fases sísmicas en las secciones sísmicas obtenidas. En la figura 14 se puede apreciar que la energía generada por los PV es registrada hasta el final de la sección. Sin embargo, estos resultados son únicamente una referencia del producto que se espera obtener, ya que aún falta generar una gran cantidad de datos que permita obtener las secciones sísmicas.

VIBRATION POINT #17 (km 15, El VIGIA)



VIBRATION POINT #18 (km 15, El VIGIA)



VIBRATION POINT #21 (km 15, El VIGIA)

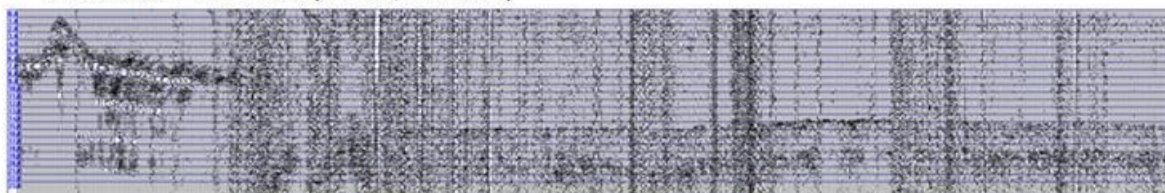


Figura 14. Energía generada por los PV en la Ciudad de El Vigía, del primer día de adquisición

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Schmitz M., Orihuela, N., Klarica, S., Gil E., Audemard, F., Mazuera F., Ávila, J., Yegres L., Sánchez, J., GIAME working group, 2014. Geoscientific research for lithospheric structures of the Merida Andes, Venezuela. IASPEI – LACSC Regional Assembly 2014, Bogotá, Colombia, Earth Sci. Res. J., Vol 18, Special Issue, pp. 244-245.
- Schmitz, M., Klarica, S., Orihuela, N., Gil, E., Araujo, F., Audemard, F., Sánchez, J., Urbani, F., Singer, A., Reinoza, C., Ávila, J., Yegres, L., García, K., Rendón, H., Rodríguez, L., Aray, J., Moncada, J., Leal, A., Mazuera, F., Choy, J., Cruces, J., Cerrada, M., Rengifo, M., Aranguren, R., Vizcarret, P., Pérez, A., Mata, S., Bermúdez, M., Arnaíz-Rodríguez, M., González, J., Ughi, A., Piñero-Feliciangeli, L., Bolívar, M., Ramírez, R., Camacho, P., Requena, J., Lara, J., Barreto, G., Barquero, M., Padrón, C., Yépez, S., Ovalles, O., 2015. Informe de avance del primer período del proyecto: Geociencia Integral de los Andes de Mérida (GIAME) (FONACIT G-2012002202). Informe inédito, FUNVISIS, FUN-079, 2014, 105 pp.
- Schmitz, M., Choy, J., Orihuela, N., Gil, E., Audemard, F., Sánchez, J., Araujo, F., Urbani, F., Singer, A., Reinoza, C., Mazuera, F., Ávila, J., Yegres, L., García, K., Cerrada, M., Rendón, H., Rodríguez, L., Aray, J., Medina, P., Martínez, Y., Colón, S., Leal, A., Rengifo, M., Aranguren, R., Vizcarret, P., Pérez, A., Mata, S., Bermúdez, M., Socorro, H., Arnaíz-Rodríguez, M., González, J., Ughi, A., Parra, J., Bolívar, M., Ramírez, R., Cerquone, H., Forgone, M., Requena, J., Lara, J., Azuaje, R., Torres, A., Molero, Y., Baquero, M., Guzmán, O., Ovalles, O., Alvarado, M., Zambrano, O., Cruces, J., 2016. Informe de avance del segundo período del proyecto: Geociencia Integral de los Andes de Mérida (GIAME) (FONACIT G-2012002202), Informe inédito, FUNVISIS, FUN-016, 2014, 100 pp.