

El uso de atributos sísmicos para la identificación de ruidos de proceso en volúmenes apilados

Diana Stephanie Ayala Rodríguez

Pemex

Edgar Serrano Casillas

Pemex

Artículo recibido en 2019-evaluado, corregido y aceptado en 2021

Resumen

Durante el procesamiento de datos sísmicos se llevan a cabo múltiples controles de calidad en datos antes y después de apilar, los cuales ayudan a mitigar en la medida de lo posible toda clase de ruidos asociados. El presente trabajo muestra cómo la generación de atributos sísmicos en volúmenes apilados permite detectar ruidos generados durante el proceso post-migración que, si bien no afectan la imagen sísmica estructural, no se asocian a cuestiones geológicas. Esta aportación será considerada en adelante como un control de calidad adicional durante el procesamiento de datos sísmicos.

Palabras clave: Migración PSDM, control de calidad, atributos, ruidos de proceso.

Use of seismic attributes in stacked volumes to detect process noise

Abstract

During the processing of seismic data, multiple quality controls are applied to the prestack and poststack seismic data, which help to mitigate as far as possible all kinds of noise associated with them. Therefore, this paper shows how the generation of seismic attributes in stacked volumes allows the detection of post-migration process noises that, although they do not affect the structural seismic image, neither correspond to geological issues. The contribution will be considered as an additional quality control in processing seismic data.

Keywords: Migration, PSDM, quality control, attributes, process noise.

Introducción

Se denomina atributo sísmico a toda información obtenida de los datos sísmicos, ya sea por mediciones directas, por razonamiento lógico, o basado en la experiencia (Taner, 2001) o cualquier medida de los datos sísmicos que ayude a mejorar o cuantificar visualmente las características de interés en la interpretación (Chopra y Marfurt, 2007). Estos pueden ser calculados en datos sísmicos antes o después de apilar o migrar.

De acuerdo con las características establecidas en un paquete de interpretación comercial, se obtuvieron algunos atributos volumétricos como apoyo para la interpretación de fallas y horizontes. A continuación, se da una breve descripción de los atributos sísmicos seleccionados:

- a) **Relative Acoustic Impedance:** muestra un contraste acústico aparente, ayuda a resaltar límites de secuencia, superficies de discordancia y discontinuidades. También puede indicar porosidad o contenido de líquido en el depósito.

- b) **Envelope:** Identifica cambios litológicos sutiles que pueden no ser evidentes en los datos sísmicos. El atributo de la envolvente es importante para detectar puntos brillantes causados por acumulaciones de gas, detectando cambios litológicos importantes que son causados por fuertes reflejos de energía y límites de secuencia.

Además, es útil para reconocer las diferencias en fase entre las versiones sísmicas, donde la energía máxima debe alinearse independientemente de la fase de los datos.

- c) **Variance:** Se utiliza para aislar los bordes del conjunto de datos de entrada. Dicho borde es una discontinuidad encontrada en la continuidad horizontal de las amplitudes.

La varianza es aplicable como atributo estratigráfico y para acentuar características estructurales como lo son las fallas. Si se extrae en una ventana corta, puede resaltar características deposicionales, incluidos arrecifes y canales.

- d) **Ant tracking:** Se utiliza para extraer fallas de un volumen sísmico preprocesado. Este preprocesamiento consiste en obtener volúmenes de varianza o caos combinados con un suavizado estructural.

Este atributo permite controlar los parámetros para generar volúmenes con orientaciones preferenciales, para separar los sistemas de familias de fallas facilitando así la interpretación.

Metodología

Una vez obtenidos los volúmenes sísmicos PSDM RTM y Kirchhoff, se comenzó con la interpretación de horizontes y fallas como insumos en la construcción de los modelos estructurales, **Figura 1**.

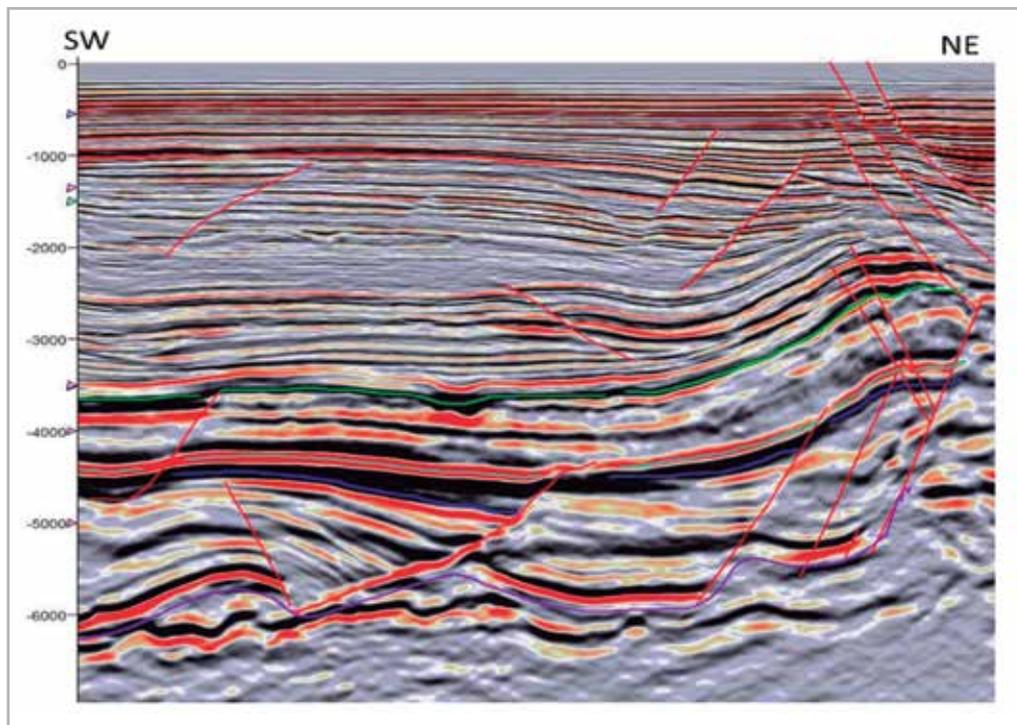


Figura 1. Sección SW-NE con interpretación en el volumen PSDM RTM en profundidad.

Posteriormente se procedió a hacer el cálculo de atributos volumétricos con el fin de resaltar las estructuras geológicas. Es común que se realice la extracción de una serie de atributos volumétricos pues con ellos se pretende resaltar las discontinuidades asociadas a fracturas o algún otro rasgo que nos ayude a un mejor entendimiento geológico-estructural de nuestros yacimientos.

Bajo este criterio, se obtuvieron los atributos volumétricos *Envelope*, Impedancia Acústica, Varianza y *Ant Track*, **Figura 2**.

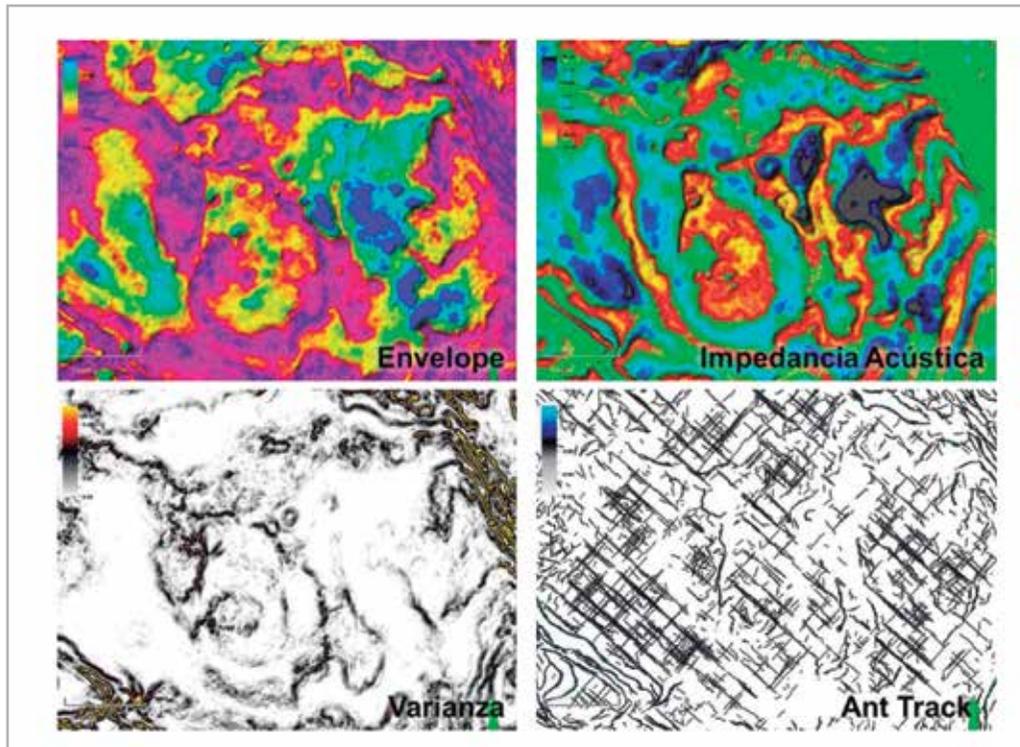


Figura 2. Atributos obtenidos en el volumen PSDM RTM.

Aparentemente el resultado de los atributos anteriores parece tener buenos resultados, a excepción del *Ant Tracking*, en el cual se observa un patrón inusual; por lo que se procedió a realizar un análisis más a detalle donde se confirmó la presencia de un alineamiento no distinguible a escala convencional y que no corresponde a estructuras geológicas, **Figura 3**.

Se procedió a evaluar estos alineamientos en conjunto con el equipo del procesamiento y con el fin de determinar el origen, estableciendo las siguientes hipótesis:

- Huella de adquisición

La huella de adquisición es un ruido relacionado al arreglo geométrico (de líneas fuentes y receptoras) con el que se

grabaron en los datos sísmicos. Esta huella de adquisición se encuentra a profundidades someras donde el apilamiento es menor y de mayor sensibilidad al uso de velocidades inadecuadas.

De lo anterior, haciendo un corte a una profundidad constante a 428 metros se puede observar la forma de la huella de adquisición en la migración Kirchhoff (izquierda) y RTM (derecha) siendo más evidente en la primera, **Figura 4**.

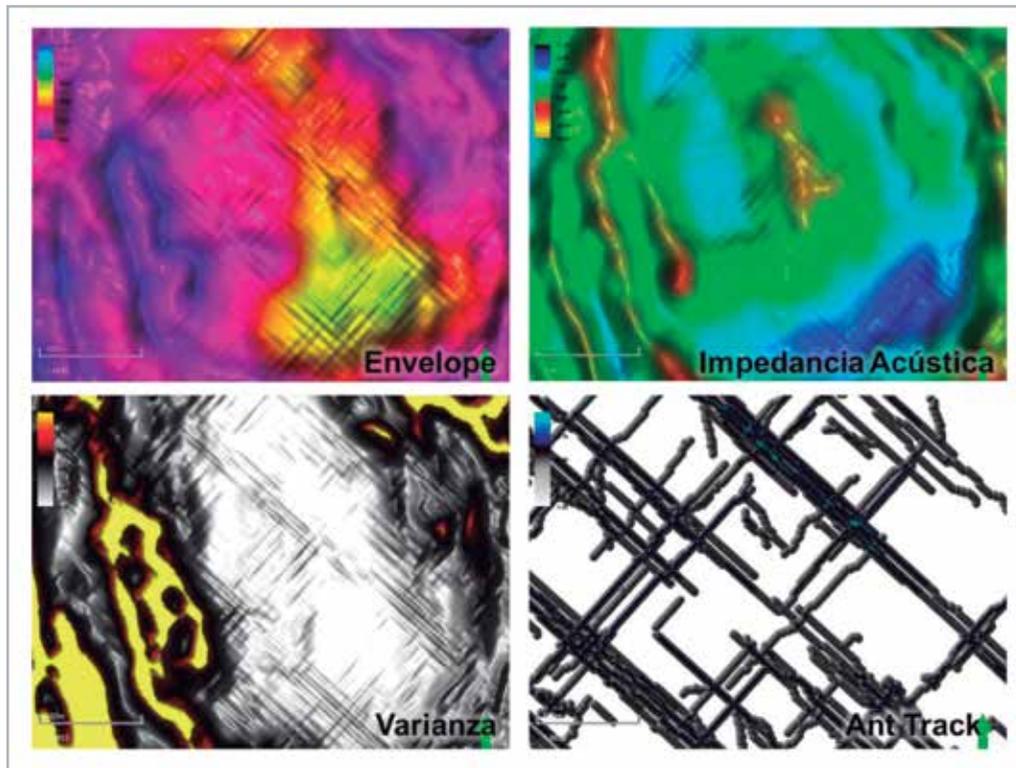


Figura 3. Acercamiento en los atributos obtenidos en el volumen PSDM RTM.

Posteriormente en un corte a profundidad de 3,000 metros se observa que la migración Kirchhoff (izquierda), ya no tiene evidencia de la huella de adquisición, mientras que la migración RTM (derecha) aún presenta alineamientos, Figura 5.

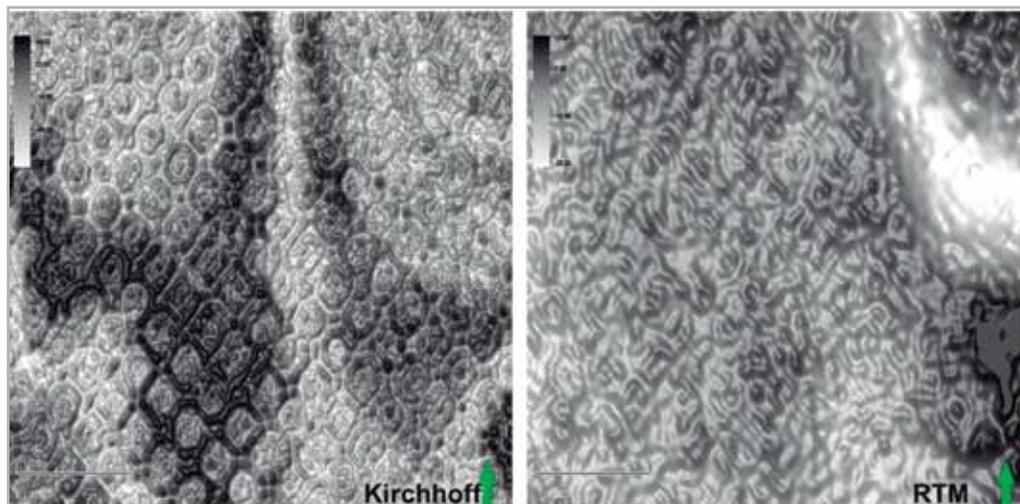


Figura 4. Comparativo de la huella de adquisición.

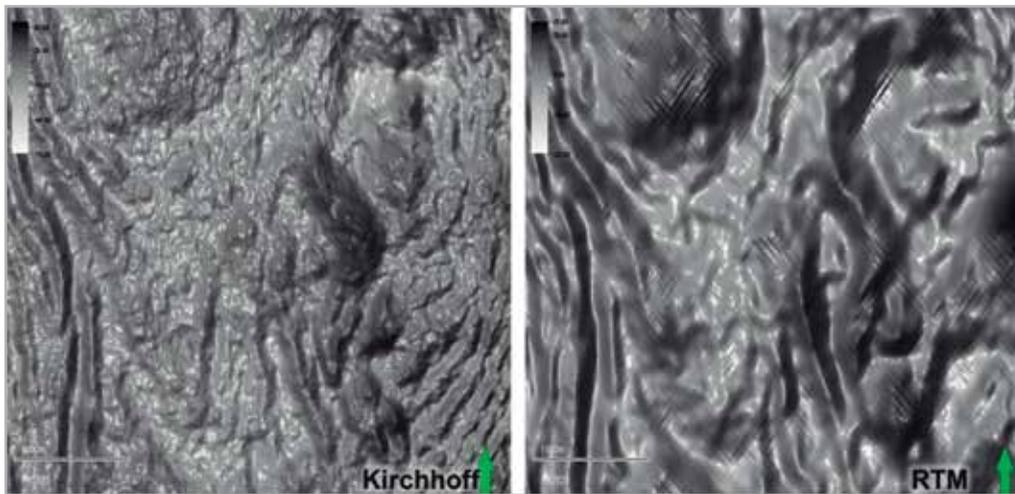


Figura 5. Evaluación de los alineamientos.

- Tipo de algoritmo de migración, (Kirchhoff y RTM)

Es una práctica común contar con dos algoritmos de migración en profundidad antes de apilar, (PSDM) usando el mismo modelo de velocidades como control de calidad de la imagen del subsuelo.

Con la finalidad de identificar hasta que profundidad se observan los alineamientos, en las Figuras 6 y 7 se muestra una comparación entre los algoritmos de migración Kirchhoff y RTM con amplitud real y atributo de varianza respectivamente; ambas imágenes son en un corte en profundidad de 3,000 metros.

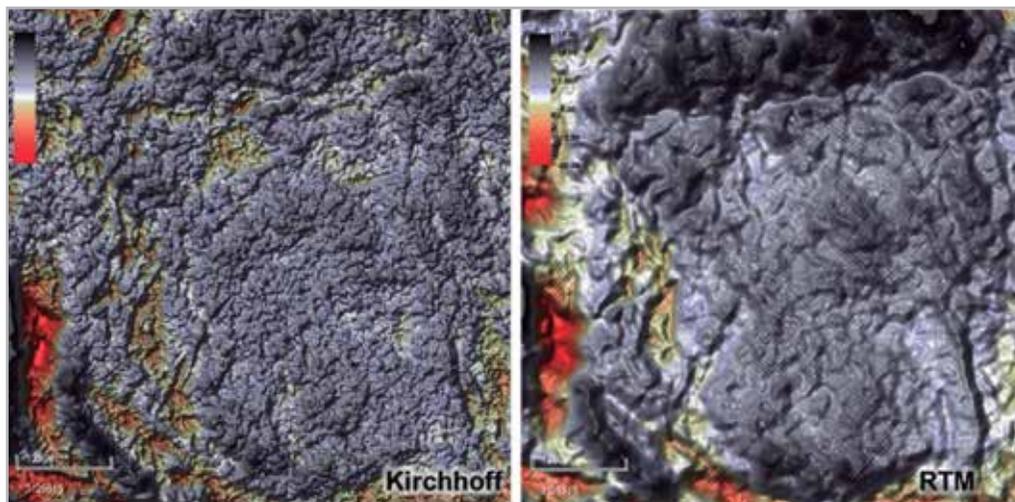


Figura 6. Comparativo de dos procesos de migración.

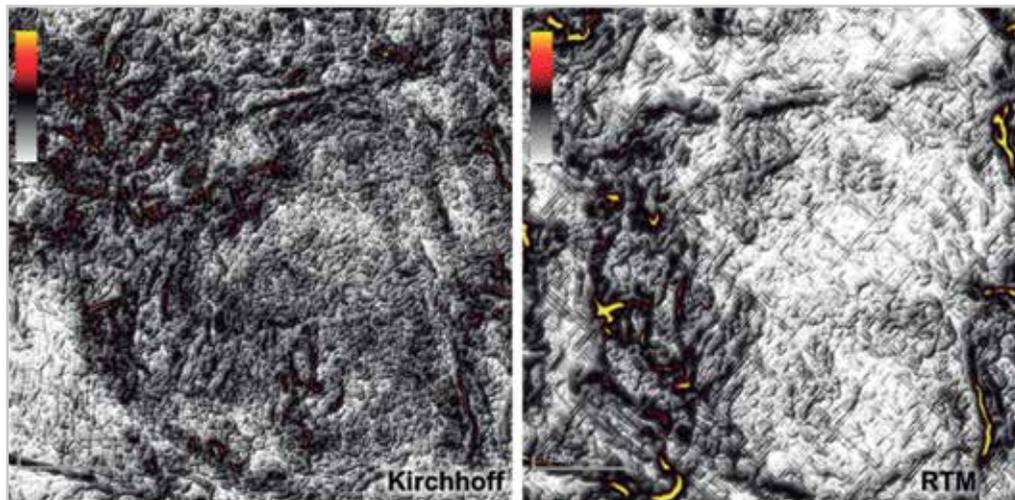


Figura 7. Comparativo de dos procesos de migración con atributo varianza.

De lo anterior se observa que en la migración Kirchhoff se tiene una imagen sísmica limpia, mientras que en el volumen RTM están presentes los alineamientos.

Se hizo una última comparación de las versiones con y sin filtros y ganancias del volumen RTM en un corte a profundidad de 2,600 metros en la **Figura 8**; con esto se determinó que los alineamientos solo se observan en estos volúmenes.

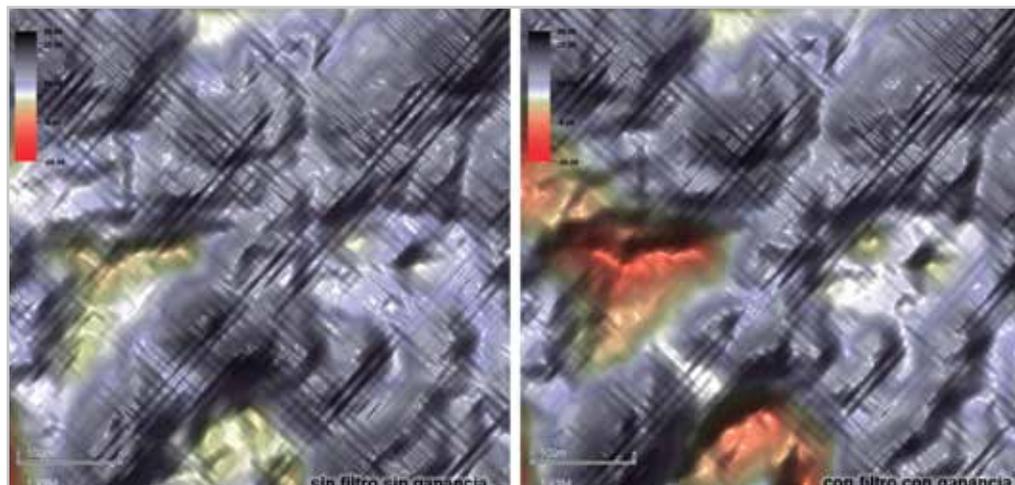


Figura 8. Comparativo entre versiones de volumen RTM.

- Procesos previos al apilado de los datos

El flujo de proceso del algoritmo de migración RTM se puede ilustrar como:



Al hacer un análisis más detallado de los datos ya migrados, se confirmó que la imagen sísmica no se ve afectada por los ruidos, por lo que se infiere que los alineamientos son producto de procesos post- migración, **Figura 9**.

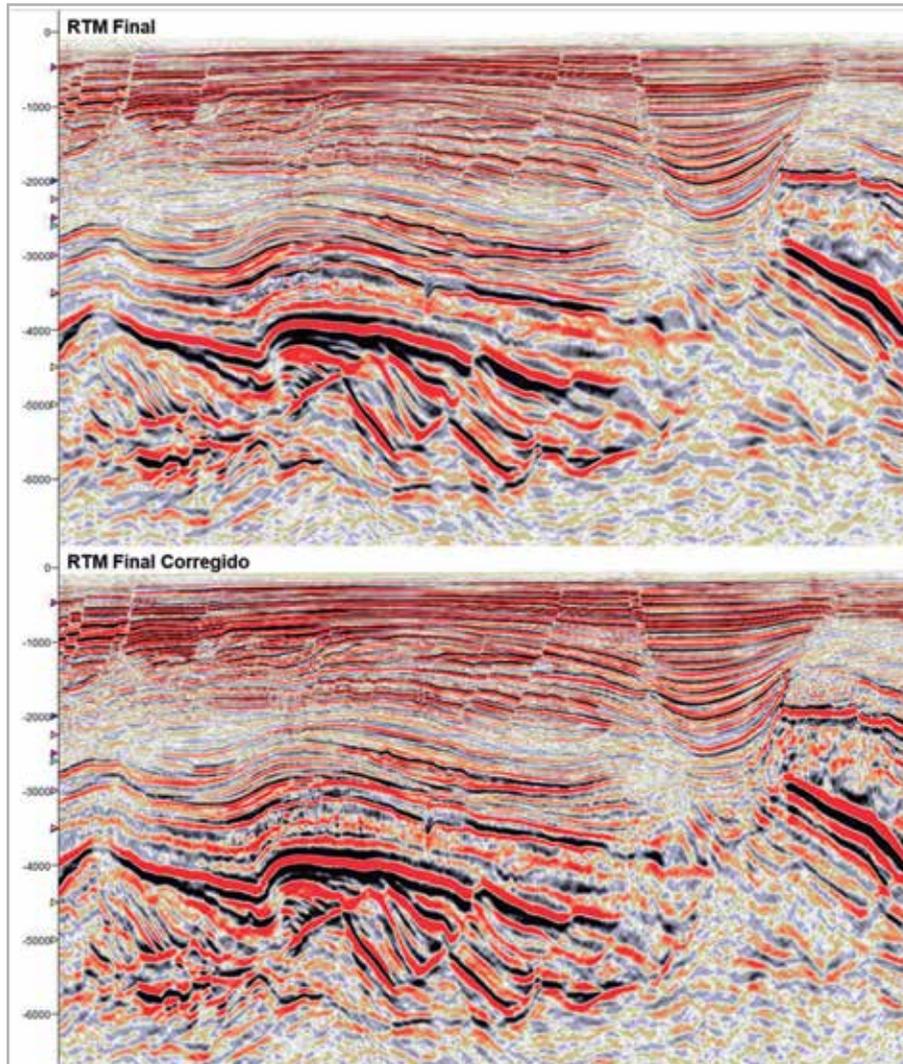


Figura 9. Comparativo de la imagen sísmica, la cual no se ve afectada por la corrección de los parámetros en el proceso.

Durante el análisis del flujo de proceso, se encontró que como entrada a la migración RTM se tenía un tamaño de bin de 12.5x12.5 m y uno de salida de 25x25 m, aplicando un proceso de interpolación posterior al apilado a fin de

dejarlo igual al de entrada, concluyendo que este generó los alineamientos y modificó la resolución de los datos, **Figura 10.**

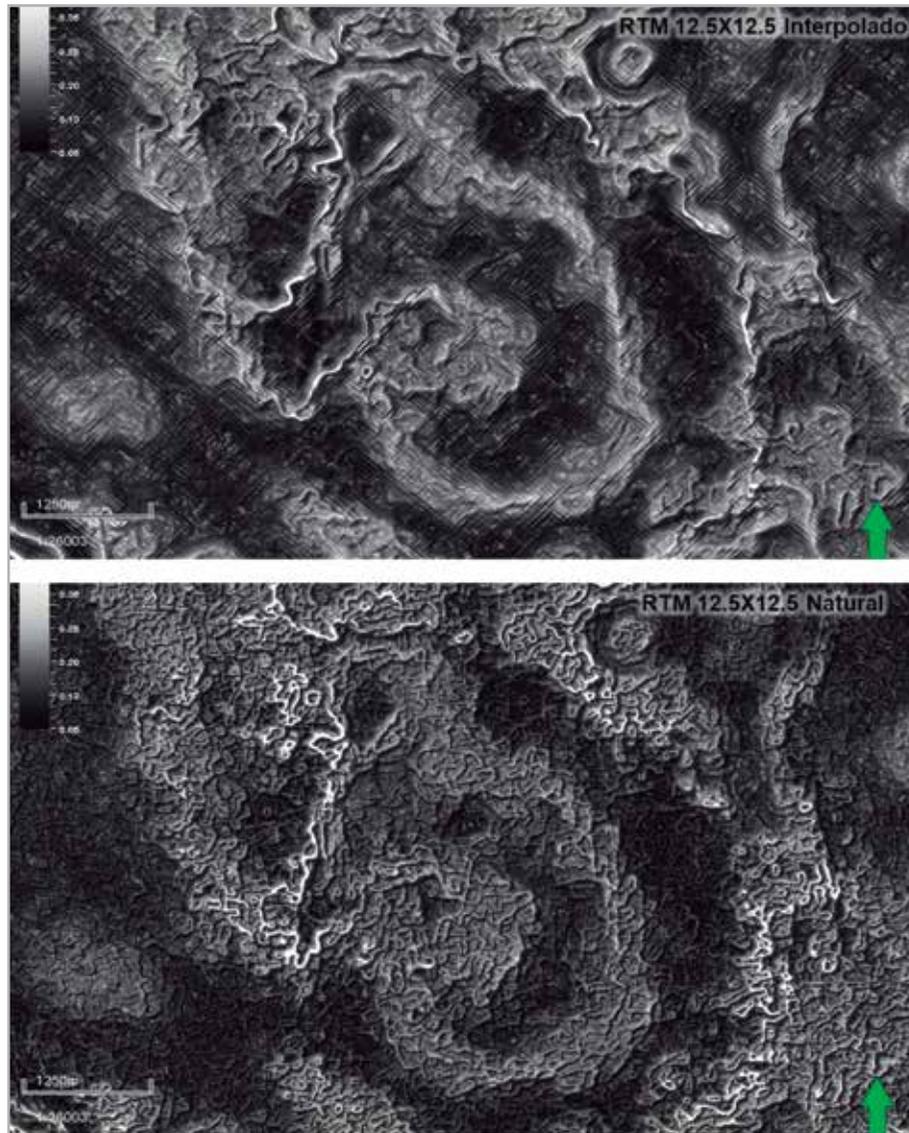


Figura 8. Comparativo de la evolución de los volúmenes obtenidos durante el proceso. Corte en profundidad (3512 m) con el atributo *contraste de amplitudes*.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la comparación de los volúmenes sísmicos y sus diversas versiones, en cada una de las hipótesis planteadas se tienen las siguientes conclusiones:

- El problema se originó solo en los volúmenes del algoritmo RTM después del apilado de la migración, específicamente en el ajuste al tamaño de bin original. La migración Kirchhoff tuvo siempre una imagen sísmica limpia y sin los artefactos encontrados en la RTM.
- La obtención de atributos dependientes de la amplitud inmediatamente después de la entrega de los volúmenes finales de un procesado sísmico permite detectar ruidos no inherentes a la sísmica de manera rápida y eficiente, por lo que debería incluirse como un control de calidad adicional a todo proceso.
- Aunque es de uso común durante las migraciones PSDM emplear un tamaño de bin pequeño en la entrada, migrar y después incrementarlo en los datos de salida, para interpolar después de apilar para igualarlo de nuevo al original, lo cual en general no afecta significativamente la imagen sísmica estructural, si puede generar alineamientos que no están asociados a estructuras geológicas.
- El proceso de interpolación después de apilar es comúnmente usado para reducir tiempos de proceso, pero si no están adecuadamente

parametrizados se corre el riesgo de generar efectos no reales en los resultados.

- Para lograr la eliminación de los artefactos aquí presentados se migró nuevamente el volumen sísmico completo usando el mismo tamaño de bin en la entrada y la salida.
- El oportuno análisis de este tipo de ruidos permitirá corregirlos durante el proceso y no posteriormente.

Agradecimientos

La autora agradece al Activo de Producción Cantarell por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización del trabajo y por supuesto también agradecer al coautor, por los conocimientos y la experiencia que ha compartido.

Referencias

- Aarre Víctor, Donatella Astratti; Sabry Lotfy M., Taha N., et al. 2012 Detección sísmica de fallas y fracturas. Traducción del artículo publicado en Oilfield review verano 2012: 24, no. 2.
- Chopra Satinder, Kurt J. Marfurt. 2007 Influence of Data Acquisition and Processing on Geometric Attributes. En Seismic Attributes for Prospect Identification and Reservoir Characterization (pp. 153-185). Tulsa OK U.S.A. SEG Geophysical Developments No. 11.
- Taner, T. (2001). Seismic Attributes. CSEG Recorder, 26(7), pp. 48-56.

Semblanza de los autores

Diana Stephanie Ayala Rodríguez

Ingeniera Geofísica egresada de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Del 2012 a la fecha ha laborado en Pemex en grupos multidisciplinarios, realizando el análisis sísmico-estructural de perforaciones y reparaciones menores y mayores; así como, de nuevas oportunidades exploratorias. Se desarrolló como intérprete sísmico-estructural en proyectos de caracterización de yacimientos. Actualmente colabora en el seguimiento sísmico-geológico de pozos en la Coordinación de Administración de Yacimientos en el Activo de Producción Cantarell.

Edgar Serrano Casillas

Ingeniero Geofísico con Maestría en Ingeniería Petrolera y Gas natural, ambas en la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.

Laboró en el Instituto Mexicano del Petróleo en la Gerencia de Exploración como analista de datos sísmicos de 1991 a 1996. Desde 1997 a la fecha ha laborado en Pemex, tanto en las áreas de Exploración como de Producción, realizando actividades de supervisión en adquisición, procesamiento e interpretación de datos sísmicos marinos. Principalmente enfocado a procesos en profundidad con datos multicomponentes (ondas PP y PS), así como en la caracterización estática de yacimientos.