

# Re-exploratory Results in the Caipe Field, Barinas - Apure Basin, Venezuela.

E. CHACÍN & P. ALVAREZ

*Petróleos de Venezuela S.A., Exploración & Producción, Barinas, Venezuela.*

## ABSTRACT

Caipe Field was discovered in 1967 by drilling of the well C-1X. During the completion operations the zones corresponding to Gobernador Formation of the Eocene were tested successfully, nevertheless the "O" Member of the Escandalosa Formation of the Cenomanian – Turonian, mainly composed by a mix of carbonates and siliciclastic rocks, was not evaluated due to little economic interest at that time. As a consequence of this evaluation, the target of the wells drilled herein, was the Eocene Gobernador Formation. The geologic review and the exploratory activity in nearby areas by means of the use of 3D Seismic Visualization skills allowed to plan and to drill successfully a reexploratory well in this field. This perforation penetrated the Gobernador Formation in the attic of the structure, and helped to investigate the oil-bearing potentiality of the Cretaceous zones in depth. The evaluations performed in the Cretaceous units of the Caipe field led to the discovery of oil of 28° API in the "O" and "P" of members of the Escandalosa Formation, in addition to the oil found in Gobernador Formation. The recoverable reserves of oil associated with this discovery are around: 164 MBP and 0,31 MMMPCG for the calcarean "O" Member, and 4,731 MMBIs and 0,766 MMMPCG (estimate) for the "P" Member. These volumes and the vision of a faulted anticline structure allow recommending the deepening average of 700 feet for well to reach the Escandalosa Formation.

## INTRODUCCIÓN

Alrededor de un 70% del petróleo producido en la actualidad proviene de campos con más de 30 años, lo que centra el interés de la industria precisamente frente a los mismos (Ahmed U, 2004). No solo con el objetivo de mejorar el factor de recuperación del yacimiento, sino también para la búsqueda de nuevas oportunidades exploratorias que no se visualizaron cuando fueron explorados inicialmente por ausencia de tecnología de punta (Sísmica 3D, etc.).

El propósito de este trabajo es el mostrar como la Reexploración en el Campo Caipe,

que cuenta con mas de 39 años de producción continua, permitió descubrir en la Formación Escandalosa del Cretáceo dos nuevos yacimientos, uno en la secuencia carbonática y el otro en la secuencia siliciclástica. El campo Caipe esta situado en la Cuenca de Barinas Apure al suroeste de Venezuela, 25 km. al sureste de la ciudad de Barinas, estado Barinas. Colinda al Noroeste con el Campo Torunos, al Sureste con el Campo Obispo y al Suroeste con el campo Maporal, a una distancia promedio de 6 Km., 4 Km. y 10 Km. respectivamente (figura 1).

## ESTRATIGRAFÍA

La figura 2A muestra la columna estratigráfica de Barinas, está representada por cuatro (4) periodos geológicos: El Precretácico está formado por un basamento de naturaleza ígnea-metamórfica, el cual representa una extensión del escudo de Guayana (Osuna S., 1990). El Cretácico está representado por cuatro formaciones: 1) Formación Aguardiente (Albiense Medio); 2) Formación Escandalosa (Cenomaniense - Turoniense), subdividida a su vez en cuatro miembros informales que, de base a tope, son: S, R, P y O; 3) Formación Navay (Coniaciense - Campaniense) dividida en los miembros: La Morita y Quevedo y por ultimo la Formación Burgüita del Maastrichtiense. El Terciario comprende las formaciones Gobernador y Pagüey (Eoceno Medio - tardío), Parángula y Río Yuca (Mioceno - Plioceno) y finalmente el Cuaternario constituido por la Formación Guanapa del Pleistoceno (Kiser G., 1992). En esta columna los yacimientos petrolíferos se encuentran concentrados en formaciones de origen siliciclástico y carbonático. Las formaciones de origen siliciclástico contienen la mayoría de las reservas de petróleo de la cuenca lo que representa un 83 % y lo conforman en su gran mayoría las Formaciones Gobernador y el Miembro "P" de la Formación Escandalosa. Las de origen calcáreo pertenecen exclusivamente al Miembro "O" de la Formación Escandalosa, el cual esta ubicado estratigráficamente en el tope de dicha Formación. También es conocido como Caliza de Guayacan (Osuna S., 1990). Este intervalo productor de petróleo, de 25 metros de espesor como promedio,

tiene una producción acumulada superior a los 60 millones de barriles de petróleo (mayo, 2006), está compuesto de litología calcárea y siliciclástica mezcladas que han sido sometidas a diferentes procesos diagenéticos (Kupcz J. et al., 1997).

## **GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

Durante el año 1996 la compañía EXGEO llevo a cabo el levantamiento y procesamiento de 628 Km<sup>2</sup> de datos sísmicos 3D aplicándoseles migración en tiempo post-apilamiento.

La interpretación de estos datos, permitió definir una estructura en el área de estudio, la cual fue controlada por los pozos. El resultado de esta interpretación permitió tener una nueva imagen de la configuración estructural del subsuelo del Campo Caípe y los campos vecinos que difiere de la previamente obtenida a partir de sísmica 2D existente. La figura 4, muestra una visualización sísmica 3D integrada con el atributo coherencia para el tope del Miembro "O" de la Formación Escandalosa. En esta imagen el color azul representa las zonas de altos valores del atributo sísmico coherencia, mientras que las zonas de color rojo indica zonas de bajos valores, asociados principalmente a la presencia de fallas. Dos diferentes grupos de fallas pueden ser distinguidos en esta imagen, el primero representado por fallas inversas de rumbo N20°W, con un salto promedio de 40' y buzamiento al sureste, y el segundo grupo representado por fallas normales con buzamiento al Suroeste de rumbo N40°E, y salto de falla de aproximadamente 150'. La formación de este sistema de fallas puede ser explicado por un esfuerzo máximo horizontal orientado en dirección NE, que permitió la formación de fallas inversas de rumbo perpendicular al máximo esfuerzo y fallas normales de rumbo paralelo al mismo. Estas dos familias de fallas que se cruzan entre sí de forma aproximadamente oblicuas, permitieron la creación de varias trampas estructurales genéticamente similares. Entre las que destacan las trampas asociadas a los campos Torunos y Obispos, ubicados al noroeste y al sureste del Campo Caípe respectivamente, como se evidencia en la figura 4.

## **ACTIVIDAD EXPLORATORIA EN EL CAMPO CAÍPE Y CAMPOS VECINOS.**

Desde que se inició la explotación petrolífera en el Estado Barinas (figura 3), desde 1948 hasta 1967, las reservas de petróleo eran conocidas solamente en rocas

de origen siliciclástico. Fue por primera vez en 1967, cuando se realiza la primera completación comercial en rocas de origen carbonático, (Miembro "O"), en el campo Palmita, a 15 Kms. al suroeste del Campo Caípe, con resultados altamente positivos con una prueba de 456 BPPD de 28,6° API. Con el descubrimiento de petróleo en el Miembro "O" se emprende una campaña de trabajos a pozos que estuvieran orientados a este miembro, los cuales fueron acompañados con perforaciones de pozos exitosos en los campos Maporal y Silvan (figura 1). Previo a este descubrimiento, en 1967, se perfora el primer pozo exploratorio del campo Caípe, probándose solamente en la Formación Gobernador, por desconocerse a la fecha la prospectividad del Miembro "O", y haberse interpretado mediante registros eléctricos 100% agua el miembro "P". Por este motivo el resto de los pozos del Campo Caípe se perforaron con un solo objetivo, la Formación Gobernador, es decir no llegaron a penetrar la Formación Escandalosa (figura 2B). En abril de 1993, se inicia la segunda campaña exploratoria en el estado Barinas con la perforación del primer pozo del Campo Torunos (figura 1 y 4). Este pozo recuperó 25 Mtrs de núcleos continuos en el Miembro "O" donde se observó la presencia de fracturas y vacuolas saturadas de petróleo (Kupcz J. et al., 1997), y adicionalmente mostró prospectividad en el Miembro "P". En mayo de 1994 se reactiva la perforación al norte del Campo Caípe con el pozo de avanzada C-9, descubriendo petróleo en el Miembro "O" con una prueba de 641 BPPD de 26,4° API. Estos resultados indicaban que el Campo Caípe tradicional tenía alta probabilidad de poseer hidrocarburo a nivel de la Formación Escandalosa, por encontrarse esta área buzamiento arriba, con respecto al C-9 (figura 2B). Por esta razón Corpoven, S.A., Distrito Barinas elaboró una propuesta técnica preliminar para profundizar un pozo del campo Caípe hasta la base del Miembro "O", con la finalidad de confirmar esta hipótesis (Monsalve J., 1994). En 1995, se perforan dos pozos el C-10 y C-11 con objetivo primario el Miembro "O" con resultados poco alentadores y totalmente diferentes al descubridor. Por tal motivo la propuesta técnica no se materializó. En 1997, Corpoven, S.A., perfora el pozo exploratorio O-1X del campo Obispo (figura 4), descubriendo petróleo en los Miembros "O" y "P" con pruebas de: 209 BPPD de 24° API y 152 BPPD de 23,5° API, respectivamente. En el 2005, PDVSA reinicia la actividad exploratoria y perfora el O-3X al norte del campo Obispo (figura 4), descubriendo

petróleo en el Miembro "O" con los siguientes resultados: 632 BPPD de 25° API (Gerencia Exploración Centro Sur, 2005). Con estos descubrimientos se comprueba la prospectividad de la Formación Escandalosa a ambos lados de la falla y en áreas circunvecinas al Campo Caipe.

## POZO EXPLORATORIO EN PROFUNDIDAD

Tomando en cuenta los resultados exploratorios positivos a nivel del Cretácico en las trampas circunvecinas al campo Caipe, las cuales son trampas cuya formación responde al mismo sistema de esfuerzos, así como también considerando el hecho de que en el mapa estructural de la Formación Gobernador (figura 5), obtenido de los resultados de la interpretación sísmica 3D, evidencia la presencia de un ático estructural no perforado, se planificó la perforación de un pozo exploratorio en profundidad (**C-12X**) con el fin de investigar la prospectividad petrolífera del Cretáceo, de tal forma que atravesará la Formación Gobernador en el ático de la estructura, y continuará hasta alcanzar los objetivos Cretácicos. La configuración de este pozo permitiría drenar el petróleo remanente de la Formación Gobernador, el cual no pudiera ser extraído por los pozos ya existentes en la trampa, hecho que garantizaría la rentabilidad de la inversión, aún cuando no resultará prospectivo el Cretácico. La perforación de este pozo permitió descubrir dos yacimientos con petróleo de 28° API en los Miembros "O" y "P". Las reservas recuperables de petróleo estimadas a este descubrimiento están por el orden de 164 MBP y 0,031 MMMPCG para el Miembro "O" (no flujo a superficie, tomó muestra en reversa de crudo); 4,731 MMBIs y 0,766 MMMPCG para el Miembro "P".

## PLANES FUTUROS

Los planes futuros de expansión del campo Caipe a corto y mediano plazo prevé la profundización de 700 pies como promedio de alguno de los pozos existentes con una producción promedio de 400 BIs /Pozo. Lo que representa desde el punto de vista económico, altos índices de rentabilidad por cuanto el escenario de precios promedio que rige el mercado petrolero se ubica sobre los 50\$/Bl. Es importante destacar que para obtener la volumetría asociada a esta actividad, los niveles de inversión son relativamente bajos, ya que la actividad de profundización no contempla la construcción de un nuevo pozo. Esto quiere decir que la suma de poca

inversión más la alta volumetría esperada aseguran teóricamente altos niveles de eficiencia y eficacia financiera.

## CONCLUSIONES

La revisión geológica mediante el uso de visualización sísmica 3D conjuntamente con los resultados obtenidos en la actividad exploratoria en campos vecinos, permitió diseñar y perforar un pozo exploratorio en profundidad (**C-12X**) que penetró el ático de un yacimiento de edad Terciaria previamente descubierto y facilitó investigar en profundidad el potencial petrolífero del Cretácico, permitiendo descubrir dos nuevos yacimientos, uno en la secuencia carbonática y el otro en la secuencia siliciclástica de la Formación Escandalosa, posibilitando extraer el hidrocarburo remanente que se encuentra en la Formación Gobernador. Las reservas recuperables estimadas de petróleo por someter ante el MENPET (Ministerio de Energía y Petróleo) asociado con este descubrimiento están por el orden de 164 MBP y 0,031 MMMPCG para el Miembro "O" (no flujo a superficie, tomó muestra en reversa de crudo), para el Miembro "O"; 4,731 MMBIs y 0,766 MMMPCG para el Miembro "P".

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a PDVSA por permitir la publicación del trabajo.

## REFERENCIAS

- Ahmed, U.**, 2004, Máximo aprovechamiento de los campos petroleros maduros. Oilfield review, Schlumberger.
- Gerencia Exploración Centro Sur**; 2005, Oficio de la completación oficial del pozo O-3X. # DGERT/DERH/020.
- Kiser, G.**, 1966, Geología de la Cuenca de Barinas. No publicado. Corpoven, S.A.
- Kupecz, J.**, 1997, Caracterización sedimentológica y petrofísica del Miembro "O" Fm. Escandalosa Area Barinas Flanco Sur Andino. Reporte Interno de Intevep – Corpoven, S.A.
- Monsalve, J.**, 1994, Avance de la propuesta de profundización del pozo C-6, campo Caipe con coiled tubing. Reporte Interno de Corpoven, S.A.
- Osuna, S.**, 1990, Estudio Geológico de la Cuenca Barinas-Apure. Gerencia General de Geología de Corpoven.
- Proyecto Reexploración Barinas**; 2006, Informe de sometimiento de reservas del pozo C-12X, Campo Caipe PDVSA ante MENPET.

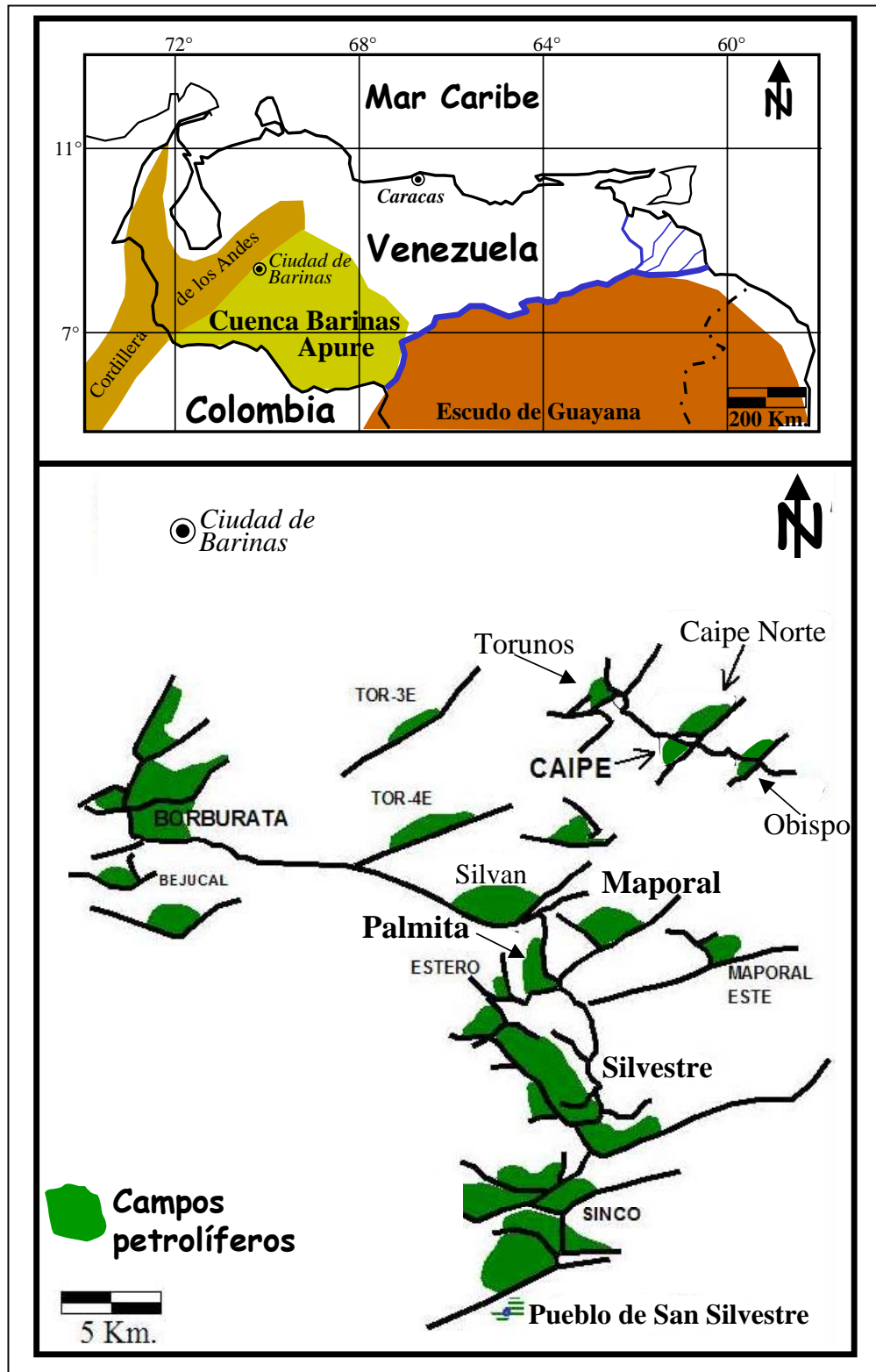


Figura 1. Ubicación del Campo Caípe.

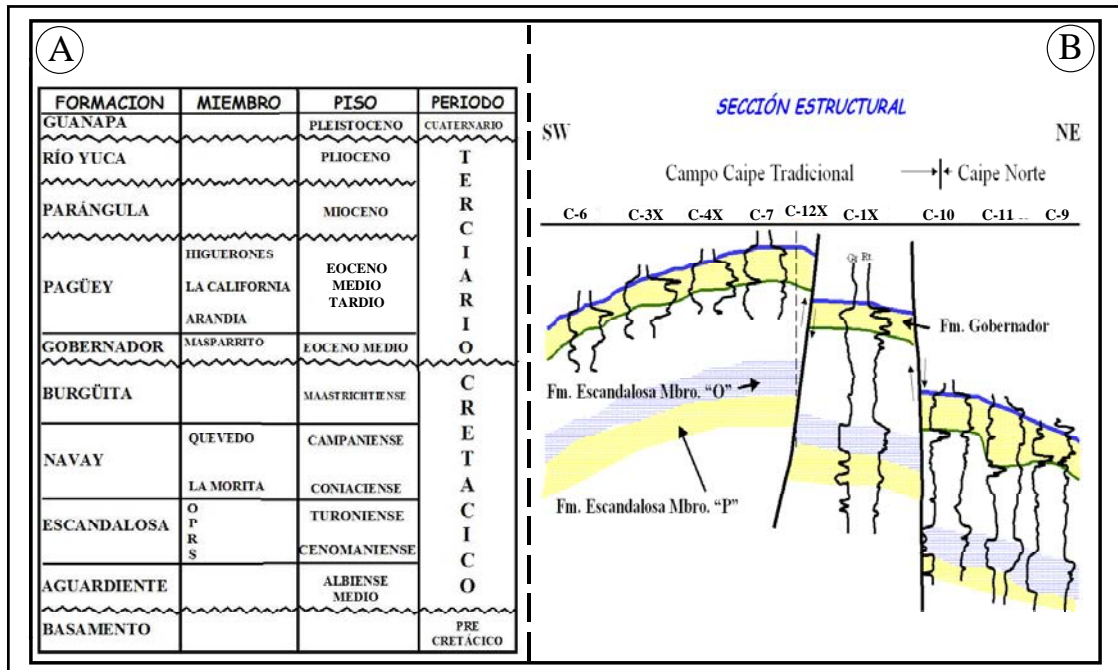


Figura 2A) Columna Estratigráfica del Campo Caípe, 2B) Sección estructural del campo Caípe.

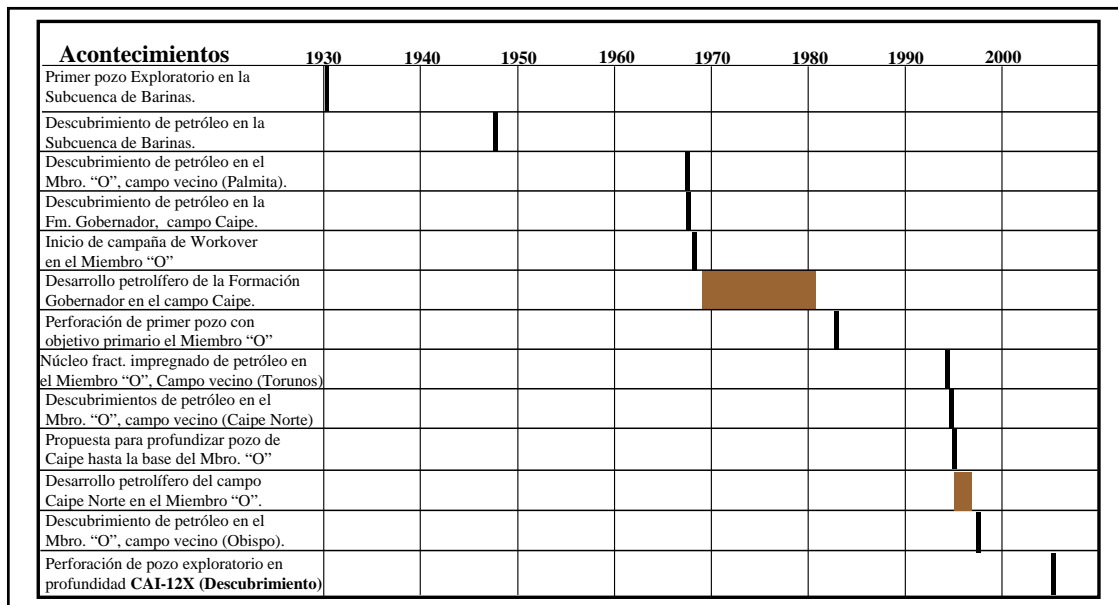


Figura 3: Síntesis histórica de la actividad petrolera en la Subcuenca de Barinas.

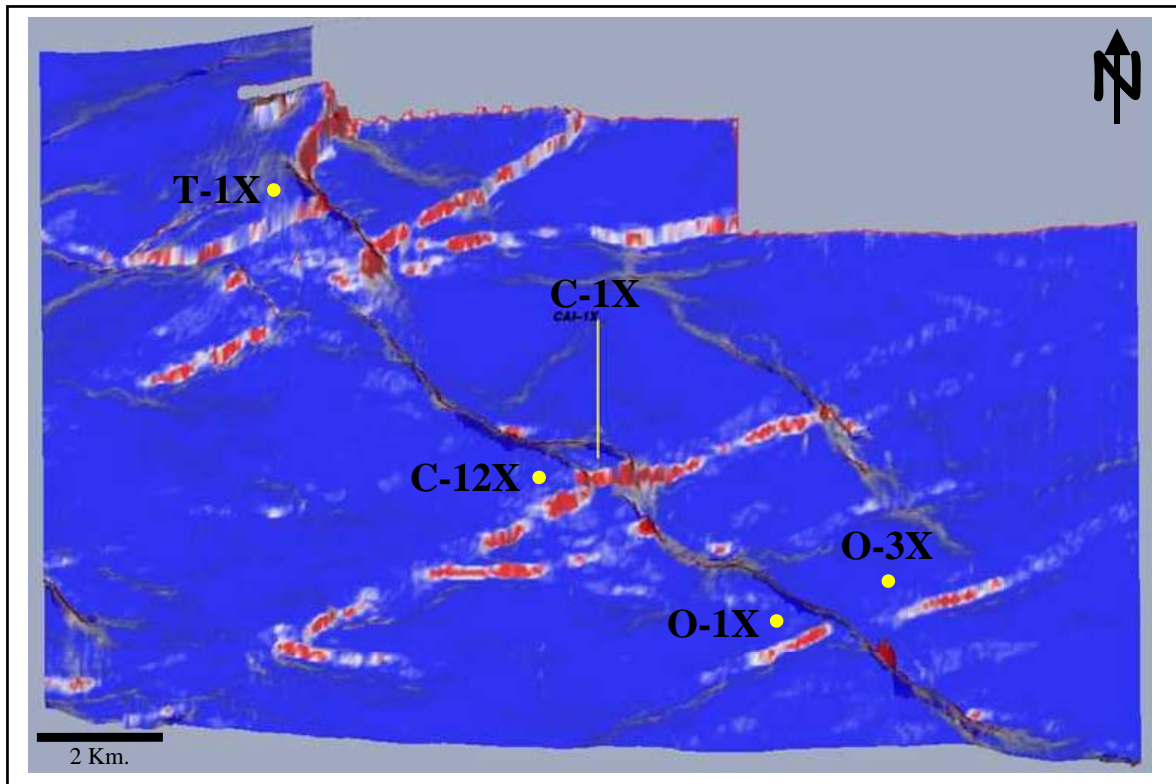


Figura 4. Visualización Sísmica 3D Integrada con el Atributo Sísmico Coherencia.

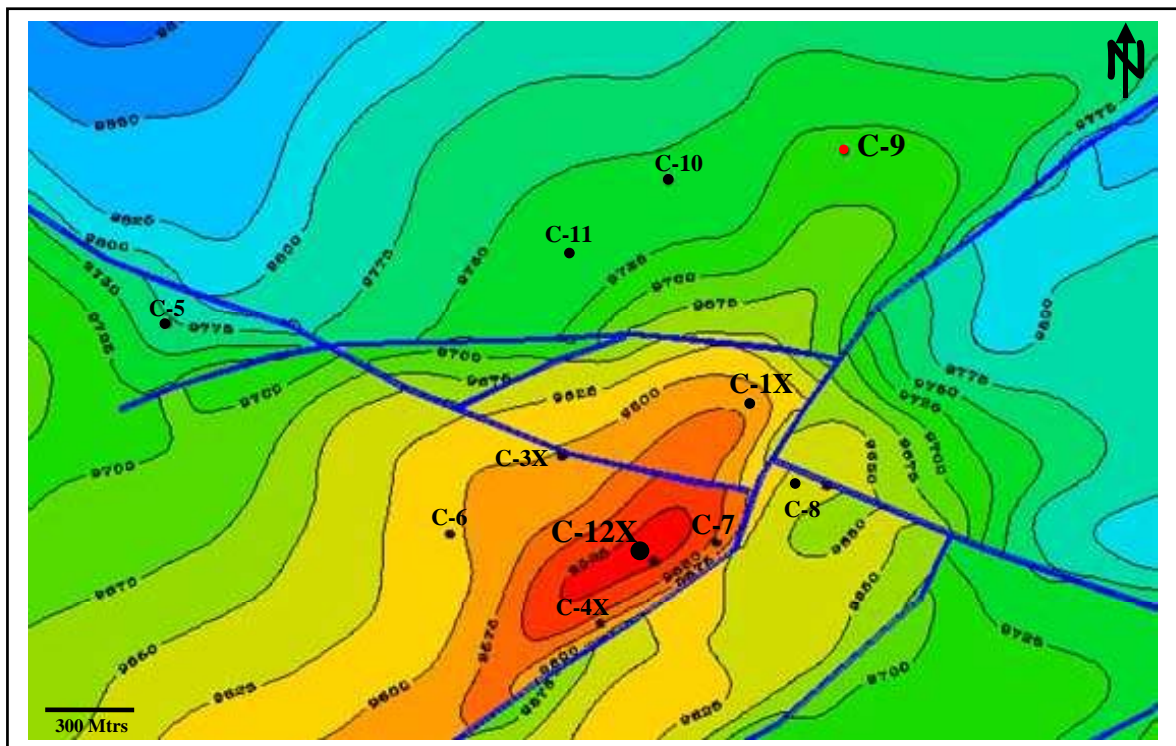


Figura 5. Mapa Estructural del Tope de la Formación Gobernador.