

EVOLUCION TECTONOESTRATIGRAFICA DE LA CUENCA DE TUMBES-PROGRESO-OFFSHORE PERÚ.

Kraemer, Pablo
Weiner, Gabriel
Alvarez, Percy
Pérez Compans S.A. (Neuquén – Argentina)

ABSTRACT

The goal of this work is to present the preliminary tectonostratigraphic analysis of the offshore portion of the Tumbes-Progreso basin, NW Perú. Our interpretation is based on the analysis of 800 km of 2D marine seismic data and 18 exploratory wells. We identified three main tectonostratigraphic stages separated by regional unconformities since Oligocene to present time and at least 8 seismic sequences.

- The initial stage (Oligocene-Early Miocene) corresponds to the deposition of fluvial and marine deposits of Mancora, Heath and Zorritos sequences in a narrow unstable platform open to the NW.
- The second stage (Mid to Early Late Miocene) begins with a regional unconformity produced by a deep erosion of the former platform and generation of valleys filled and covered by the marine marginal and deltaic Cardalitos, Tumbes and Mal Pelo sequences. During this stage an episode of open folding produced a general tilting of the deposits toward the NNW.
- The third stage (Late Miocene to Present) begins with the onset of normal faulting dipping to the NW and the deposition of growth strata of the Mal Pelo and La Cruz sequences covered by Recent deposits. This stage is still active in parts of the basin.

This tectonostratigraphic framework combined with thermal maturation profiles and the analysis of migration pathways allow us to identify two main groups of traps.

1. Stratigraphic unconformity traps formed at the beginning of the second stage.
2. Structural roll-over traps produced by normal growth faulting of the third stage.

INTRODUCCIÓN

La cuenca de Tumbes-Progreso, se ubica costa afuera en la región noroeste de Perú, adyacente al límite con Ecuador y a 150 km al norte de Talara (Figura 1). La región analizada en este trabajo posee una superficie de 2700 km² y en ella se distingue un sector Oeste con profundidad de agua mayor que 150 m (500') y un sector Este con profundidades menores, habiéndose perforado en este último 17 pozos de los cuales 8 han tenido producción de hidrocarburos (Figura 2). Se contó con 1850 km de sísmica 2D adquirida en diciembre de 1992 por Geco-Prakla para American Petroleum International Petroleum Corporation (API). El objetivo de este trabajo es presentar los resultados preliminares del análisis tectonoestratigráfico de la cuenca de Tumbes.

TECTÓNICA REGIONAL

Los límites tectónicos de la cuenca de Tumbes-Progreso son al Oeste el banco Perú y la zona de subducción de la placa de Nazca, al norte la falla Chongón-Colonche y al este y sur la zona de falla Guayaquil-Romeral y los cerros Amotapes (Figura 1). La región de antearco del noroeste del Perú y sur de Ecuador, que incluye las cuencas de Tumbes – Progreso y Talara-Sechura (2°S - 4°S), son resultado de una compleja evolución tectónica durante el Terciario. Tanto los períodos de fuerte subsidencia y apertura de cuencas como los episodios de deformación y reactivación de las áreas de aporte, habrían sido controlados esencialmente por las variaciones en la velocidad y dirección relativas de convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana (Pardo Casas y Molnar, 1987; Jaillard et al, 1995) y la colisión de terrenos oceánicos, arcos de islas y terrenos continentales (Feininger, 1987; Mourier et al, 1988; Jaillard, 1993; Jaillard et al, 1995; Jaillard et al, 1997). Si bien las cuencas de antearco Paleógenas de Talara-Sechura se establecen sobre corteza continental del bloque Amotapes-Tahuín (Mourier et al, 1988), al norte y oeste de la falla Guayaquil-Romeral las cuencas se habrían desarrollado sobre basamento oceánico claramente expuesto en el antearco Ecuatoriano (Jaillard et al, 1997). El límite sur del basamento oceánico es impreciso, sin embargo a juzgar por la elevada densidad de las rocas que forman el banco Perú y la interrupción en la zona de altos gradientes gravimétricos que se observa a la latitud de Cabo Blanco (Shepherd y Moberly, 1981) es probable que gran parte de la cuenca de Tumbes-Progreso se haya desarrollado sobre corteza oceánica y continental transicional.

ESTRATIGRAFÍA

El relleno sedimentario de la cuenca de Tumbes se inicia con depósitos de edad Oligocena, los que apoyan discordantemente sobre unidades mas antiguas. Por encima siguen depósitos Neógenos y Cuaternarios, los que constituyen el intervalo estratigráfico mas potente en el sector central de la cuenca. Estos depósitos se adelgazan hacia los márgenes, representados por el alto de Zorritos al este y sudeste y el banco Perú al oeste (Figura 1). En este trabajo se definieron 8 secuencias sísmicas limitadas por discordancias o paraconcordancias correlativas (Figuras 3 y 5). Las edades asignadas a cada secuencia se establecieron en base a estudios micropaleontológicos y abarcan del Oligoceno al Cuaternario.

Reciente (Pleistoceno-Holoceno, 2-0 Ma)
Secuencia La Cruz (Plioceno, 5-2 Ma)
Secuencia Malpelo (Mioceno sup, 6-5 Ma)
Secuencia Tumbes (Mioceno sup, 10-6 Ma)
Secuencia Cardalitos (Mioceno medio, 16-10 Ma)
Secuencia Zorritos (Mioceno inf, 24-16Ma)
Secuencia Heath (Oligoceno-Mioceno inf, 30-24 Ma)
Secuencia Máncora (Oligoceno, 36-30 Ma)

EVOLUCIÓN TECTONOESTRATIGRÁFICA

La evolución tectoestratigráfica de la cuenca puede sintetizarse en al menos tres etapas:

I.Etapa inicial (Oligoceno-Mioceno inferior)

Los primeros depósitos de la cuenca son de ambiente de plataforma de edad Oligoceno-Mioceno inferior. En esta etapa se depositan sedimentos fluviales, litorales, deltaicos y neríticos en una plataforma estrecha, inestable y abierta que se profundiza al oeste (Aliaga et al, 1976, Chirinos, 1983). El tope de las secuencias Máncora y Heath está definido por discordancias marcadas por reflectores con buena amplitud y terminaciones de reflectores, aunque difíciles de mapear hacia el Oeste, en los sectores mas profundos de la cuenca (Figura 3) Las secuencias Máncora y Zorritos contienen areniscas reservorio de buena calidad, en tanto la secuencia Heath es considerada la principal roca generadora de la cuenca con un contenido medio de carbono orgánico de 1.6 %

II.Etapa de erosión, plegamiento abierto y relleno (Mioceno medio a Mioceno superior)

Se inicia en el Mioceno medio al producirse una importante caída relativa del nivel del mar que produce una profunda erosión de la secuencia Zorritos. El paleorelieve positivo genera uno de los tipos principales de trampas del área (Figura 3). Posteriormente se produce la primer fase de plegamiento abierto evidenciado por la supresión de las secuencias de relleno posteriores por onlap hacia el Sur y Sureste, contra capas de la secuencia Zorritos buzantes hacia el norte (Figura 4) Las secuencias Cardalitos, Tumbes y Mal Pelo se depositan en el Mioceno superior rellenando la topografía generada por la discordancia erosiva de la etapa anterior (Figuras 3 y 4)

III.Etapa de fallamiento normal y plegamiento rollover (Plioceno -Pleistoceno-Actualidad)

En las últimas etapas de sedimentación de la secuencia Mal Pelo, localmente se produce una segunda fase de plegamiento abierto y erosión seguido de la depositación en onlap de la secuencia La Cruz sobre la secuencia Mal Pelo (Figura 3) En esta etapa se erosiona la cresta de algunas estructuras y se genera una discordancia erosiva importante que alcanza a eliminar localmente los niveles superiores de la secuencia Mal Pelo. Cuando la etapa de plegamiento abierto aún sigue activa, se inicia el fallamiento lístrico normal y comienza la sedimentación sintectónica (estratos de crecimiento o growth strata) de la secuencias Plio-Pleistocenas de La Cruz y depósitos recientes (Figura 5) En esta etapa se producen pliegues tipo rollover y bloques rotados que constituyen el segundo grupo de trampas de la región.

CONCLUSIONES

Se establecen tres etapas principales en la evolución tectonoestratigráfica de la cuenca de Tumbes (Figura 6). La Etapa I (Oligoceno-Mioceno inferior) corresponde a la apertura de la cuenca y depósito de sedimentos de ambiente de plataforma. En la etapa II (Mioceno medio a Mioceno superior) se produce una discordancia regional en el tope de la secuencia Zorritos, seguida de plegamiento abierto y sedimentación de relleno. La etapa III (Plioceno -Pleistoceno-Actualidad) se caracteriza por fallamiento normal buzante al norte, asociado a espesos depósitos sintectónicos. Este estudio estructural-estratigráfico preliminar, combinado con perfiles de maduración termal, permitió establecer tanto los

tipos de trampas principales, como los criterios para analizar los procesos de generación, migración y entrapamiento de hidrocarburos en la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA CITADA EN EL TEXTO

- Aliaga, E., A. Ochoa ., C. Gaviño, 1976, Evaluación geológica preliminar del área Punta Bravo-Zorritos-Tumbes. Zocalo continental. PETROPERU-Investigación y Desarrollo. Departamento de tecnología. División Exploración.
- Chirinos, L., 1983, Análisis secuencial y evolución de la cuenca de Tumbes al noroeste del Perú: D.E.A. thesis, Universite de Pau et des Pays de L'Adour.
- Feininger, T., 1987, Allochthonous terranes in the Andes of Ecuador and northwestern Perú: Canadian Journal of Earth Sciences, v. 24, p. 266-278.
- Jaillard, E., 1993, L'évolution tectonique de la margen peruvienne au Senonien et Paleocene et ses relations avec la geodynamique: Bulletin De La Societe Geologique De France, v. 164, p. 819 - 830.
- Jaillard, E., S. Benitez, and G. H. Mascle, 1997, Les déformations paléogènes de la zone d'avant-arc sud équatorienne en relation avec l'évolution géodynamique: Bulletin De La Societe Geologique De France, v. 168, p. 403-412.
- Jaillard, E., M. Ordoñez, S. Benitez, G. Berrones, N. Jimenez, G. Montenegro, and I. Zambrano, 1995, Basin developmen in an acretionary, oceanic floored fore-arc setting: Southern coastal Ecuador during lata Cretaceous-Late Eocene time., in A.J.Tankard, R. Suarez, and H. J. Welsink, eds., Petroleum basins of South America: AAPG Memoir, p. 615-631.
- Mourier, T., F. Mégard, L. Reyes Rivera, and A. Pardo Arguedas, 1988, L'évolution des Andes de Huancabamba (nord Pérou-sud Ecuateur) et l'hypothese de l'acretion du block Amotape-Tahuin: Bulletin De La Societe Geologique De France, v. 4, p. 69-79.
- Pardo Casas, F., and P. Molnar, 1987, Relative motion of the Nazca (Farallon) and South American Plates since late Cretaceous time: Tectonics, v. 6, p. 233- 248.
- Shepherd, G., and R. Moberly, 1981, Coastal structure of the continental margin, northwest Perú and southwest Ecuador, Geological Society of America-Memory, p. 351-391.

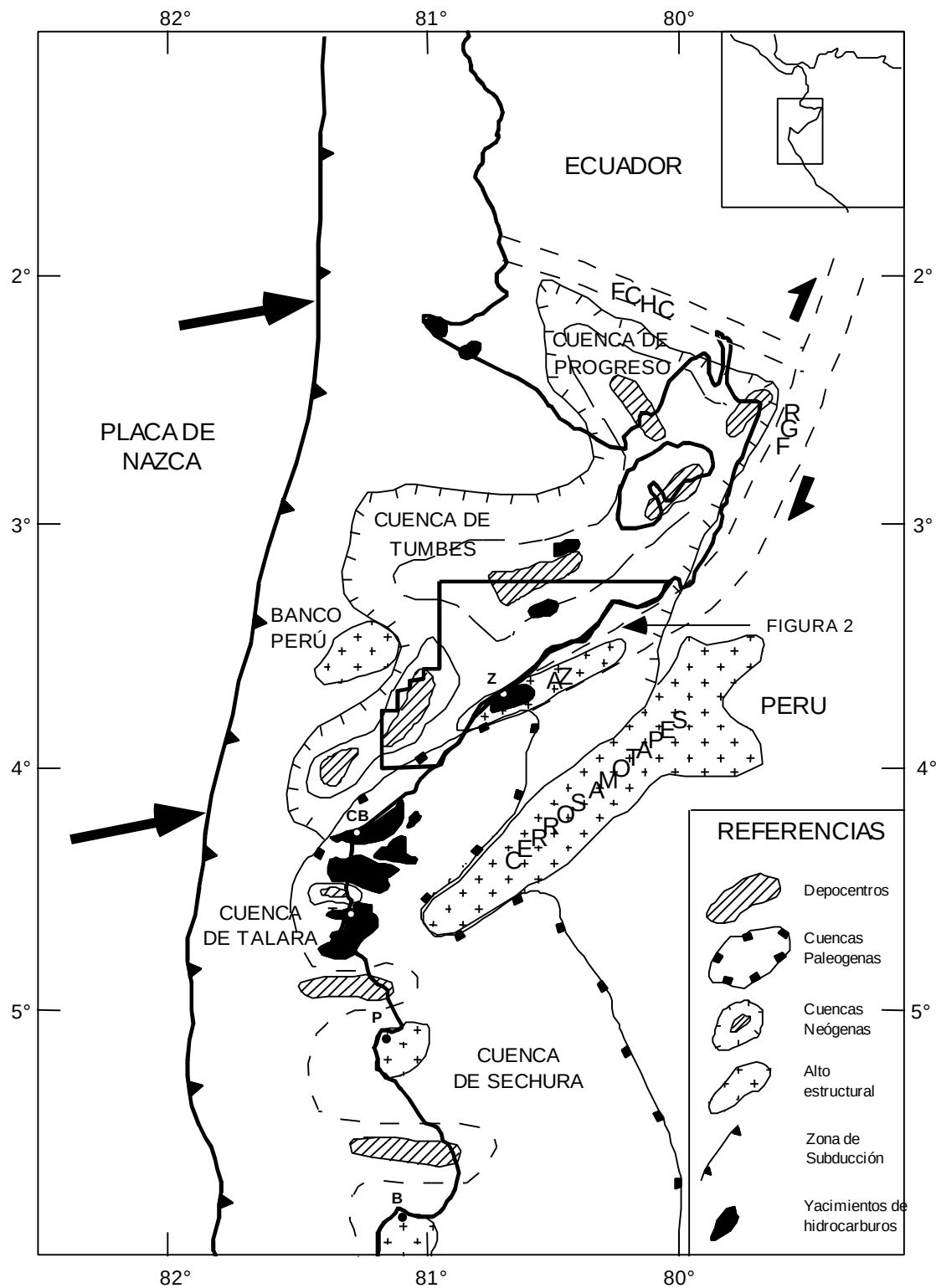


Figura1. Mapa de ubicación de la cuenca de Tumbes-Progreso con los principales elementos tectónicos
 FCHC: Falla Chongón-Colonche FGR: Falla Guayaquil Romeral Z: Zorritos CB: Cabo Blanco P: Paita B: Bayovar T: Talara AZ: Alto de Zorritos

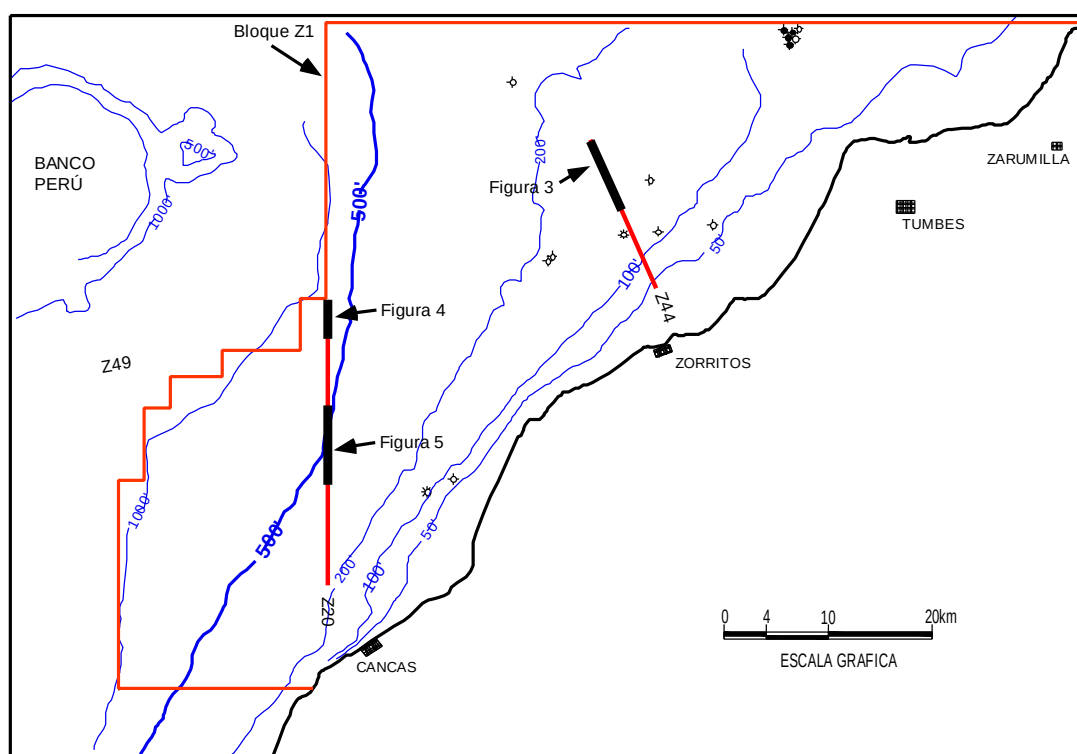


Figura 2. Límites del Bloque Z1, batimetría en pies y ubicación de las líneas sísmicas descritas en el texto.

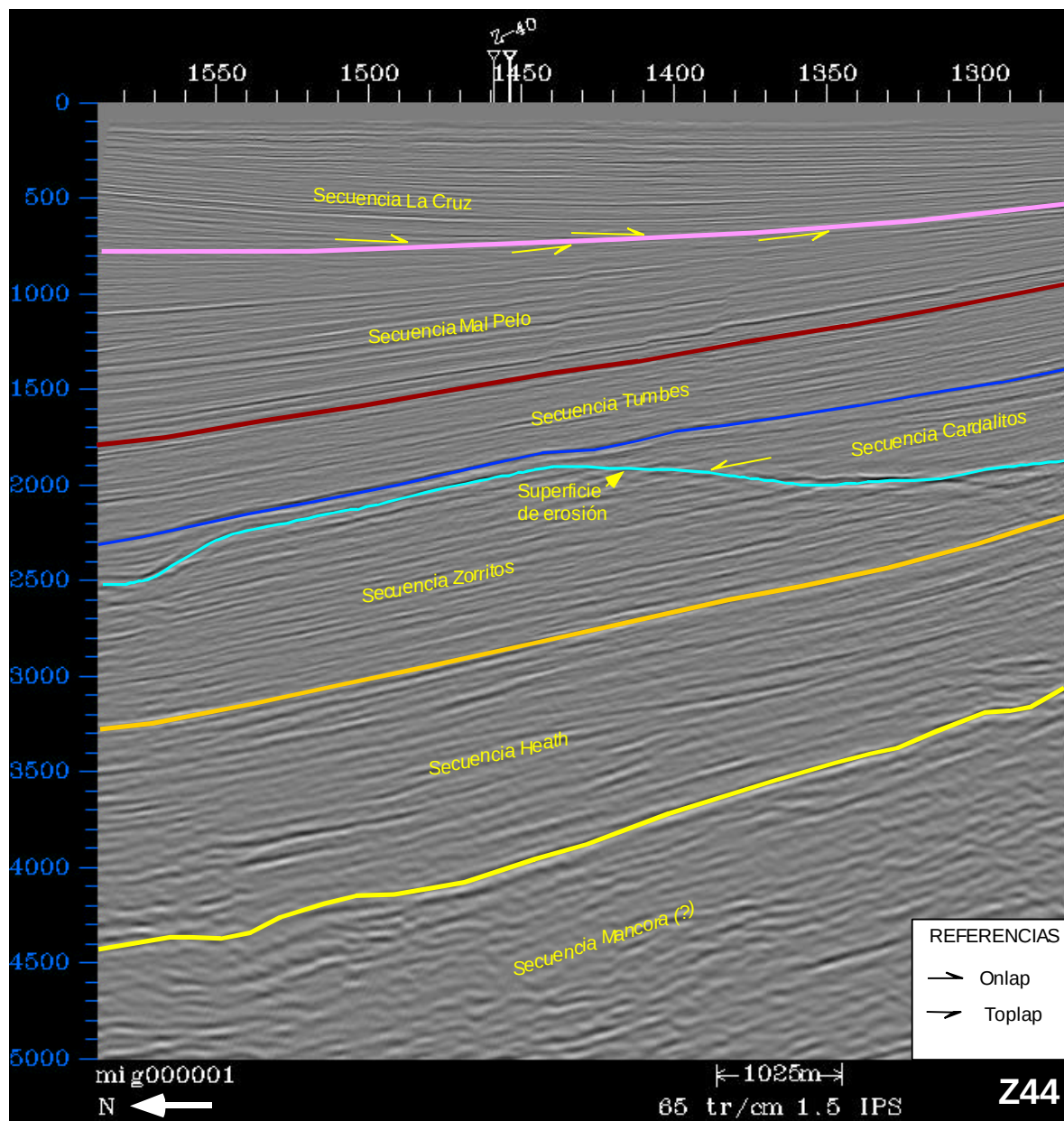


Figura 3. Secuencias sísmicas identificadas en la región estudiada. Se muestra uno de los tipos principales de trampas producido por la discordancia erosiva en el tope de la secuencia Zorritos. Ver ubicación en Figura 2.

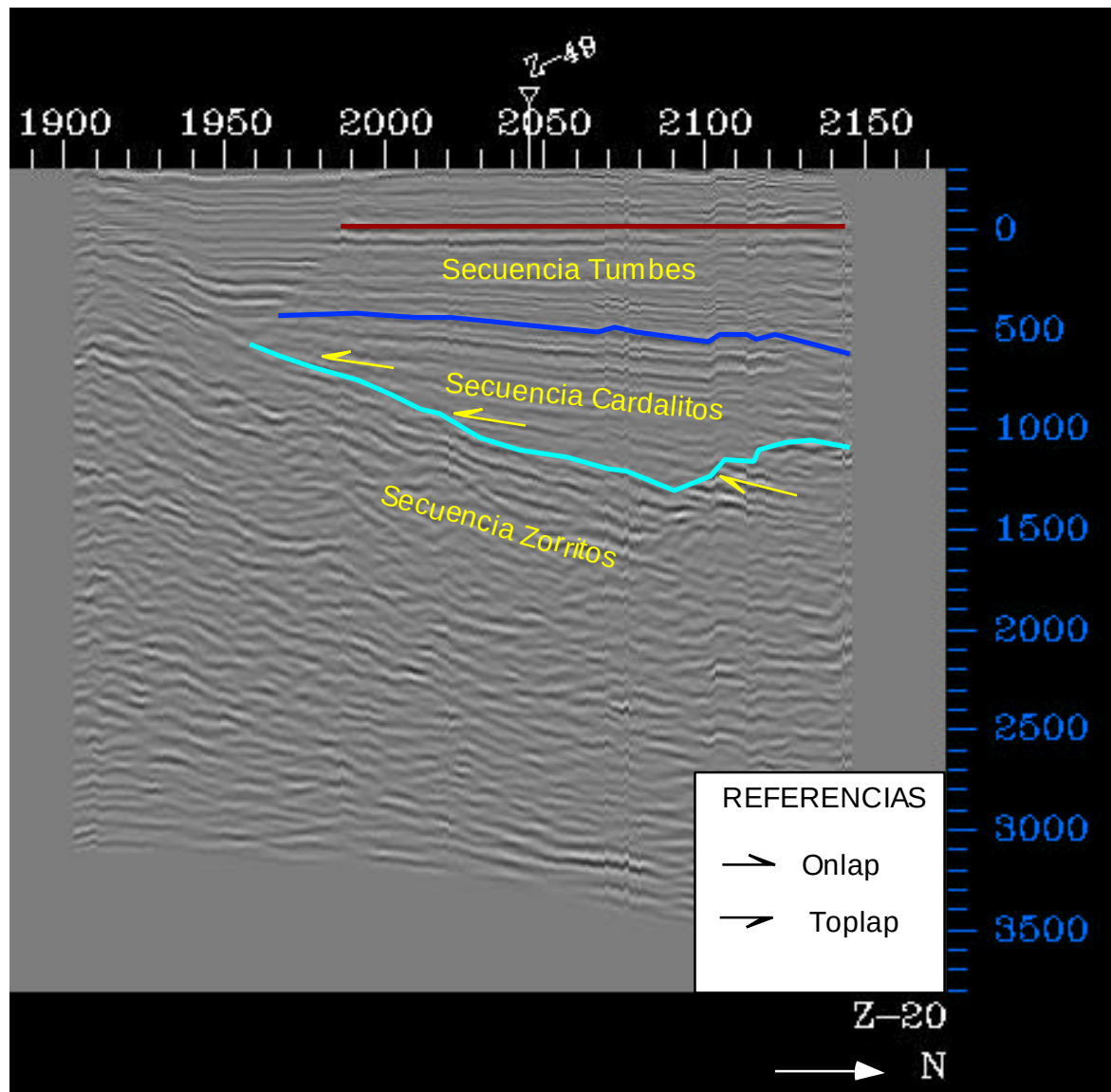


Figura 4. Horizontalización de reflectores referidos al tope de la secuencia Tumbes. Las secuencias de relleno (Cardalito y Tumbes) se depositan haciendo onlap sobre la secuencia Zorritos previamente plegada. Ver ubicación en Figura 2.

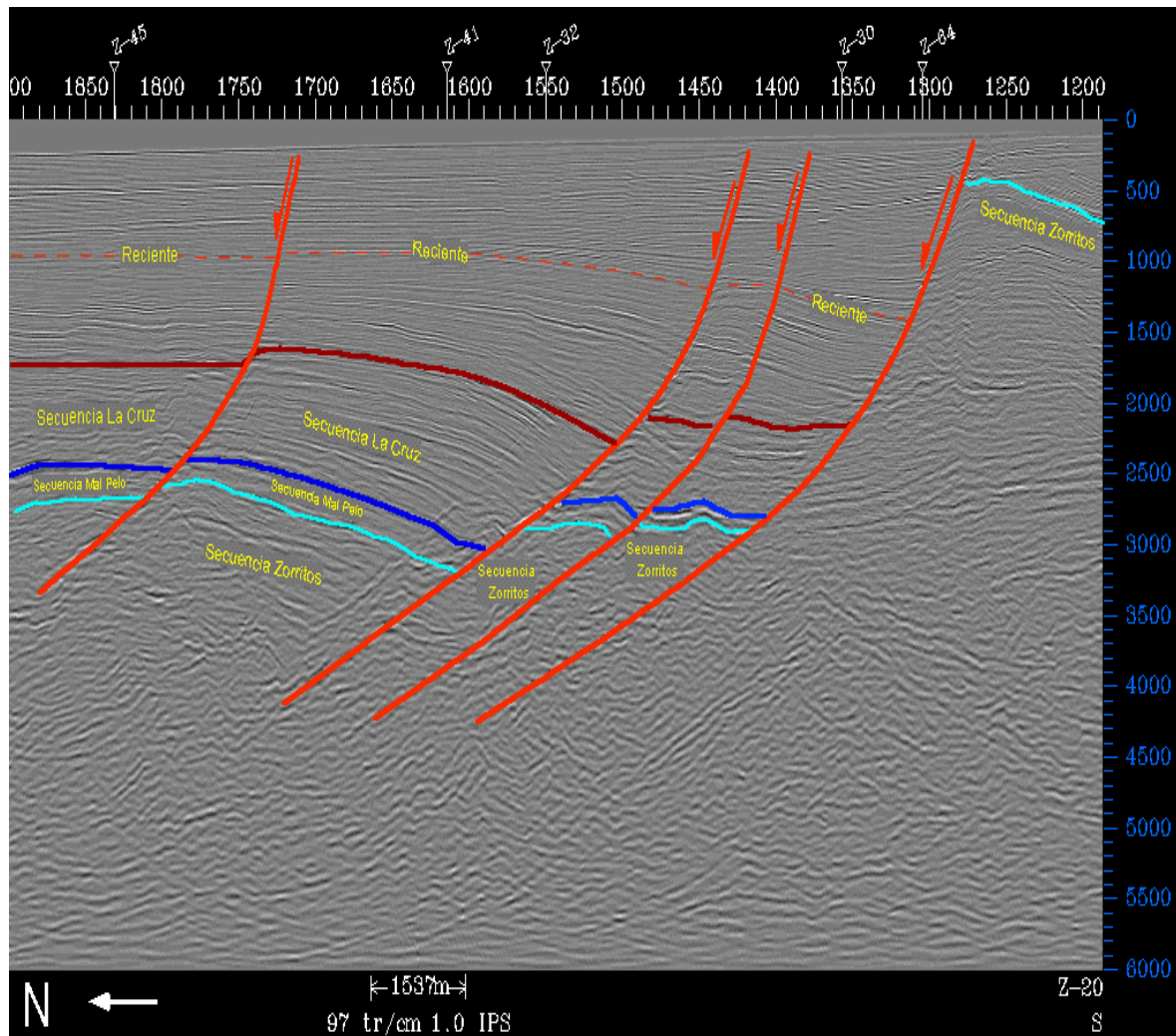


Figura 5. Línea sísmica mostrando fallamiento lístrico normal con bloque norte hundido. Nótese como los estratos de crecimiento se inician en la secuencia La Cruz alcanzando el máximo de espesor en los sedimentos recientes. Ver ubicación en Figura 2.

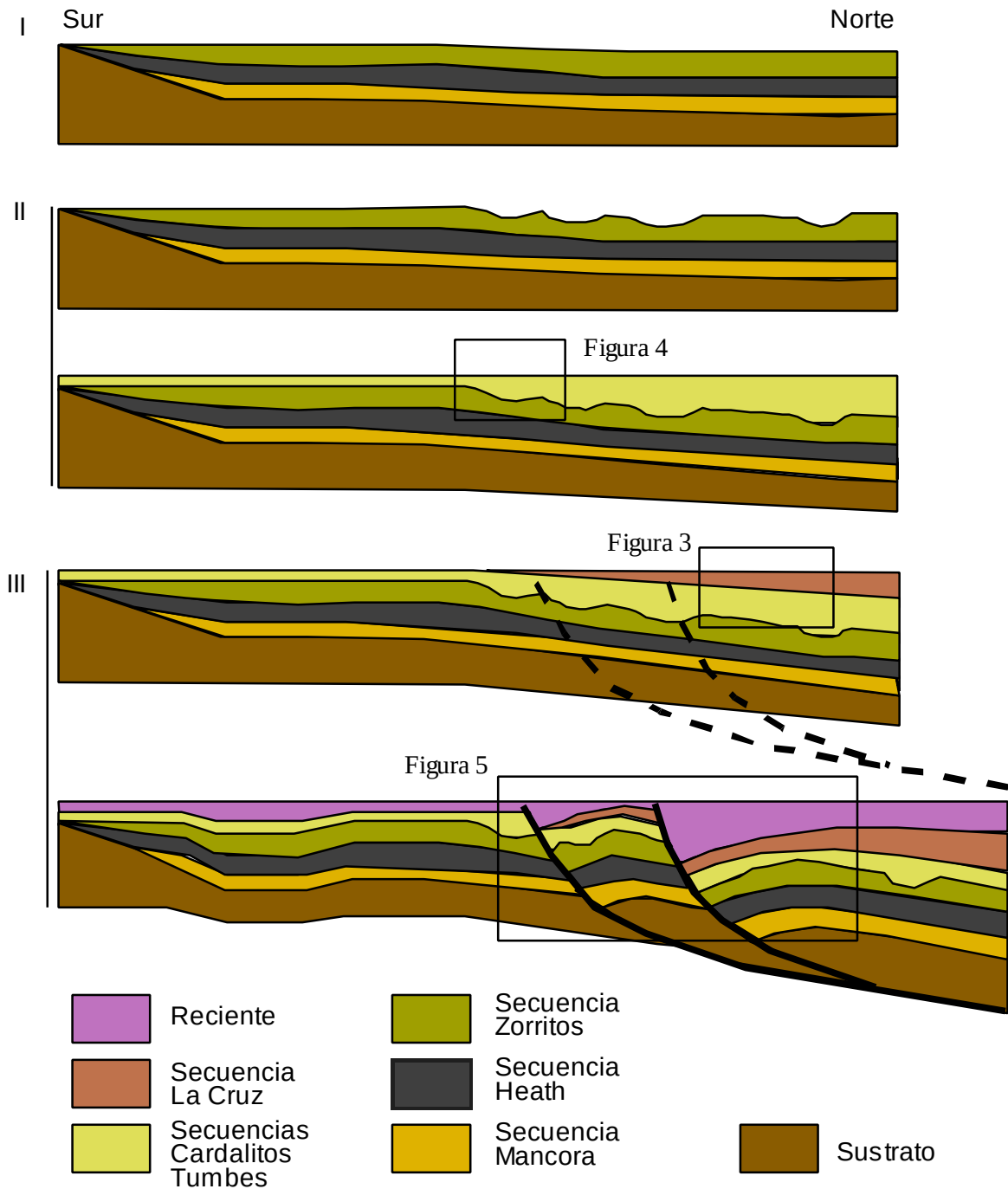


Figura 6. Esquema mostrando las etapas principales en la evolución tectonoestratigráfica de la cuenca de Tumbes. I Etapa inicial; II Etapa de erosión, plegamiento y relleno y III Etapa de plegamiento, fallamiento normal, plegamiento rollover y sedimentos sintectónicos asociados.