

NUEVO MODELO SEDIMENTARIO Y ESTRATIGRAFICO PARA LAS FORMACIONES AGRIO Y HUITRIN EN EL YACIMIENTO PUESTO HERNANDEZ, PROVINCIAS DE MENDOZA Y NEUQUEN.

Gustavo Vergani¹; Marcelo Barrionuevo¹; Hector Sosa¹

¹ Perez Companc S. A.

Abstract

The Upper Member of the Agrio Formation and the Chorreado and Lower Troncoso Members of the Huitrín Formation (Early Cretaceous) are three of the main hydrocarbon producing units at the Puesto Hernández Field in the Neuquén Basin.

Reservoirs, composed of clastic units with some calcareous components, are associated with litoral sandstones and conglomerates deposited during retrogradational cyclic events that mark the transition from a shallow marine to a coastal plain environment (Upper Agrio and Chorreado Members). These units are covered by continental sandstones deposited in a fluvial - eolian environment (Lower Troncoso Member).

Cyclic events display vertical and horizontal heterogeneity. They start with a calcareous transgressive basal lag which pass upsection into platform shales indicative of a maximum flooding episode. Shales in turn are overly by litoral sandstones, shales, and conglomerates which are finally capped by coastal plain deposits.

A facies association analysis allowed for the definition of a new depositional and stratigraphic model for the Puesto Hernández Field. This analysis was constrained within a stratigraphic scheme elaborated after correlating data from a large number of wells with drill core information and 3D seismic data.

The new model presented here permits to correlate equivalent productive units, to better define existing in-situ reserves, and to optimize the design of secondary recovery operations for these reservoirs.

Introducción

El yacimiento Puesto Hernández se encuentra ubicado a 220 km. al noreste de la ciudad de Neuquén en el límite de las provincias de Mendoza y Neuquén (Fig. 1).

En la cuenca se ubica en el borde nororiental del Engolfamiento Neuquino (Fig. 2).

En esta parte de la Cuenca Neuquina los principales reservorios productores de hidrocarburos lo constituyen los miembros Avilé y Superior de la Formación Agrio; Chorreado, Troncoso Inferior y La Tosca de la Formación Huitrín; y el miembro Clástico de la Formación Rayoso, todos ellos de edad cretácica temprana (Hauteriviano-Albiano) (Fig.3).

Si bien la mayor producción de hidrocarburos corresponde al miembro Avilé (65 %), el mismo se encuentra totalmente desarrollado por recuperación secundaria, estando los reservorios objeto de este estudio en los comienzos de la misma.

Es importante destacar que desde el comienzo del desarrollo por razones operativas y proximidad vertical se subdividió a los miembros Agrio Sup., Chorreado y Troncoso Inferior en ocho capas de la A hasta la H, con asignación de producción conjunta, siendo la misma el 25 % de la producción total del campo. Para estas capas se implementaron Proyectos Pilotos de recuperación secundaria hacia fines del año 1994, estando al momento en su etapa de ampliación. Sobre las mismas está enfocado el esfuerzo de este trabajo.

El análisis de nuevas coronas, la información Sísmica 3D interpretada y la revisión de la correlación en mas de 150 pozos llevó a la definición de un nuevo marco sedimentario y estratigráfico para las Formaciones Agrio (miembro Sup.) y Huitrín, de relevancia para el estado actual de los Proyectos y de necesaria utilización en balances de materiales o simulaciones numéricas.

Las coronas aquí analizadas fueron descriptas por LCV S. R. L. y reinterpretadas por los autores.

Se agradece a las autoridades de la Gerencia de Exploración, Desarrollo y Tecnología y del yacimiento Puesto Hernández la autorización a la publicación de este trabajo, así como también a los Lic. M. Pedrazzini, O. Berdini, S. Grosso, A. Fernández, los Ing. Luis Palazzesi y D. Díaz Peralta y los Sres. C. Montesino, G. Pascal y O. Almendra por su colaboración en este trabajo.

Estratigrafía y marco estratigráfico secuencial

El yacimiento Puesto Hernández se encuentra en el dominio oriental o área de "Engolfamiento" en el borde noreste de la Cuenca Neuquina, área asociada principalmente a sedimentos marinos litorales y continentales para las unidades en estudio.

El intervalo bajo estudio comprende a las formaciones Agrio y Huitrín definidas en la cuenca de edad cretácica temprana, las cuales han sido analizadas por diversos autores (Legarreta y Gulisano, 1989; Vergani et al, 1995, Groba et al, 1998; Comeron, 1990; Gutierrez Pleimlig, 1991; Pereyra y Márquez, 1984, etc.).

La formación Agrio está integrada por dos miembros de origen marino, entre los que intercala el miembro Avilé de origen continental. Los dos miembros marinos están compuestos de facies lutíticas y carbonáticas relacionadas a una plataforma somera que hacia el sudeste gradan a facies clásticas arenosas y conglomerádicas de ambiente costero en transición a un medio eminentemente continental, conocido con el nombre de formación Centenario, y desarrollado principalmente en el este y sudeste de la cuenca. Para la zona del yacimiento únicamente el miembro Superior se encuentra en la transición de ambos ambientes reconociéndose una progradación cíclica que agrupa a las capas A+B, C, D y E (Fig. 3).

La formación Huitrín comprende una unidad compuesta de facies mixtas, clástico-carbonáticas y evaporíticas dividida en tres miembros. Inicia con el miembro Chorreado, compuesto de facies clásticas arenosas de origen marino costero y carbonáticas relacionadas a una rampa (Gutiérrez Pleimling, 1991). Las capas F y G se incluyen en este miembro.

Se superpone el miembro Troncoso mediante una discordancia erosiva, el cual se divide en una parte inferior clástica de origen fluvio-eólico, conocida como capa H, y otra superior evaporítica que constituye el sello de carácter regional para estos reservorios. La formación Huitrín finaliza con los carbonatos del miembro La Tosca, de menor importancia como reservorio en este yacimiento.

Las capas A hasta G definidas en el ámbito del yacimiento corresponden a la Mesosecuencia Mendoza Superior, descritas por Legarreta y Gulisano (1989) a partir del análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina, y que abarca el intervalo de tiempo entre el Hauteriviano inferior y el Aptiano inferior. La capa H marca el inicio de la Mesosecuencia Huitrín de edad Aptiano inferior y superior (Fig. 4).

Definición y descripción de facies

La siguiente es una síntesis de las principales facies definidas por coronas para las Formaciones Agrio y Huitrín (Fig. 5a, 5b y 5c)

-Miembro Superior de la Formación Agrio (Fig. 5a)

Areniscas (AAS1): Areniscas feldespáticas sublíticas, finas a muy finas, con estratificación y laminación cruzada planar a tangencial. Intercalan niveles finos conglomerádicos tamaño grava en la base de los sets. Presencia de material carbonoso en planos de laminación.

Areniscas (AAS2): Areniscas feldespáticas muy finas a limolitas, calcáreo carbonáticas, con bioclastos. Presentan laminación cruzada planar con valvas de pelecípodos y bioclastos orientados en planos de laminación.

Areniscas (AAS3): Areniscas feldespáticas muy finas en parte vaques y limolitas, con laminación cruzada planar de bajo ángulo, horizontal planar de alto régimen y estructuras "hummocky". Se observan briznas en planos de estratificación y clastos pelíticos orientados.

Areniscas (AAS4): Areniscas feldespáticas muy finas, en parte limolitas, calcáreo carbonáticas. Intensa bioturbación y laminación flaser. Hacia la base a veces presentan niveles de conglomerados con bioclastos.

Areniscas (AAS5): Areniscas feldespáticas finas a muy finas, en parte vaques y limolíticas. Estratificación cruzada planar, clastos pelíticos en planos de estratificación, laminación lenticular y ondulítica. En parte laminación ondulítica escalonada. Restos carbonosos: Se reconocen ciclos granodecrecientes.

Carbonatos (RAS1): Rudstones arenosos bioclásticos a grainstones arenosos. Estratificación cruzada planar, laminación convoluta, estilolitas, posibles vugs y clastos de gravas redondeados y dispersos. Fauna de pelecípodos.

Conglomerados (CAS1): Conglomerados líticos, matriz y clasto sostén, con clastos redondeados, principalmente equidimensionales de menos de 1 cm a mas de 3 cm. La matriz grada a areniscas líticas muy gruesas. Estratificación planar horizontal.

Arcilitas (LAS1): arcilitas a limolitas finas. Escasas intercalaciones de vaques muy finos. Laminación horizontal y bioturbaciones visibles en las intercalaciones samíticas.

-Miembro Chorreado (Fig. 5b)

Areniscas (ACH1): Areniscas feldespáticas finas a medianas, con laminación paralela horizontal y cruzada de bajo ángulo correspondientes a alto régimen de flujo. Clastos pelíticos en las bases erosivas de los sets. Laminación convoluta y ondulítica escalonada. Clastos subordinados tamaño grava y alineados en planos de estratificación. Escasas bioturbaciones dominando los tubos verticales inclinados (*Ophiomorpha nodosa*).

-Miembro Troncoso Inferior (Fig 5c)

Areniscas (ATI1): Areniscas sublíticas feldespáticas, muy finas a finas subredondeadas con laminación cruzada planar de alto ángulo, estratificación en cuña y láminas con gradación inversa.

Asociación de facies y ambientes depositacionales

-Miembro Superior de la Formación Agrio

Los testigos coronas de los pozos PH-1044, PH-1143 y PH-1147 reflejan la secuencia de facies vertical y lateral en una posición representativa del área de producción de petróleo, en donde se reconocen hasta 7 parasecuencias dentro del intervalo del ciclo A+B (Fig. 6).

Las facies productivas están integradas por areniscas "limpias" AAS1, que son las que tienen menor contenido de cemento y de matriz arcillosa, y que están depositadas en un ambiente litoral de playa (upper shoreface a foreshore) que gradan rápidamente hacia la cuenca a facies de areniscas AAS2, propios de ambiente por debajo del tren de olas de buen tiempo (lower shoreface) o areniscas AAS3 relacionados a episodios de tormentas. Hacia el continente se acuñan o son reemplazadas por areniscas AAS5 que reflejan deposición supralitoral relacionada a procesos tractivos de planicie aluvial.

Las facies de conglomerados también "limpios" CAS1, la otra unidad productiva de importancia, se apoya generalmente en forma neta y a veces erosiva sobre las areniscas de playa gradando a facies de conglomerados "sucios" hacia el tope y lateralmente caracterizados por abundante matriz arcillosa o matriz de areniscas cementadas entre los clastos. Los mismos se interpretan depositados en una playa y retrabajados por procesos litorales con predominancia de olas.

En las parasecuencias o a escala de sets se reconocen sedimentos carbonáticos RAS1 depositados indistintamente sobre las areniscas AAS1, AAS2, AAS3 o sobre los conglomerados CAS1. Presentan su máximo espesor hacia la cuenca, adelgazándose hacia el continente donde pasan transicionalmente a facies de areniscas AAS4 hasta acuñarse y desaparecer. Sobre estos se depositan facies de arcilitas LAS1 que hacia los bordes lo hace sobre facies de areniscas AAS1 o AAS5.

La interpretación de una parasecuencia tipo como las observadas en el pozo PH-1044 para las capas A+B muestra un patrón de sedimentación que se inicia con carbonatos o facies de areniscas calcáreas equivalentes. Estas marcan el evento transgresivo de un ambiente marino somero con escaso aporte clástico desde el continente y ubicado al sudeste del yacimiento. La línea de costa para este tiempo tenía un rumbo noreste-sudoeste (Fig. 6 y 7).

Los eventos transgresivos desaparecen hacia el continente siendo traslapados por facies finas que representan el máximo avance del mar para esta posición paleogeográfica (maximun flooding surface). Una

situación característica en el sector sudoriental del área es encontrar facies arciliticas marinas de off shore sobre sedimentos de planicie costera (Fig. 6 y 7).

Tanto el evento transgresivo como el de máxima inundación muestran dos órdenes de jerarquía diferentes siendo el de mayor orden el que define los límites de los sets de parasecuencias y por ende de mayor extensión areal con fácil reconocimiento en pozos y sísmica (Fig. 8).

El inicio del evento regresivo, con la aparición de sedimentos clásticos, marca la instalación de una zona costera con procesos dominados por la acción de olas que retrabajan el sedimento aportado desde continente generando cordones litorales de gran continuidad en sentido noreste-sudoeste. La geometría de los depósitos, reflejada en los mapas de facies construidos para cada set de parasecuencias (Fig. 6 y 7) y observados en atributos sísmicos (Fig. 9), avalan esta interpretación caracterizando un ambiente de cordones litorales (strandplain) en rápida transición a una plataforma somera hacia el mar y a una planicie costera dominada por procesos continentales hacia la tierra.

Un evento conspicuo y llamativo lo constituye la aparición de conglomerados de hasta mas de 20 metros de espesor, ubicado por encima de las areniscas litorales. Su base neta y erosiva, documentada por secciones a lo largo del rumbo depositacional (NE-SO), en donde los mayores espesores se localizan a expensas de las facies subyacentes, lleva a interpretarlos como relacionados a eventos espontáneos que marcan la interrupción de la regresión normal presente en las parasecuencias previas y la ocurrencia de una regresión forzada (Walker R. and Plint N., 1992) que marca el último episodio regresivo de cada ciclo.

La distribución de estos conglomerados es similar a la de la areniscas, caracterizados por cordones elongados en sentido noreste-sudoeste posiblemente retrabajados por olas debido a su madurez textural y ordenamiento de los clastos. Su proveniencia tal vez esté ligada a la erosión del material grueso existente en los eventos costeros de las parasecuencias previas.

La descripción realizada de una parasecuencia tipo es extensible a los otros ciclos del miembro Superior de la Formación Agrio (C, D y E). Los sets de parasecuencias muestran un arreglo y distribución similar, siendo el último ciclo (capa E) el que marca la regresión definitiva con predominancia de facies clásticas regresivas.

-Miembro Chorreado

Esta unidad productiva que engloba a las capas F y G marca un cambio paleogeográfico en las condiciones depositacionales que caracterizaron al miembro Superior de la Formación Agrio.

Las facies de areniscas A_{Ch1} representa la acción de procesos costeros regresivos de extensión areal dominados por tormentas, como lo denotan sus facies (Fig. 5b).

Esta sección correlacionable con el miembro terrígeno descrito en afloramientos (Gutierrez Pleimlig, 1991) presenta regionalmente distribución irregular, pero en el ámbito del yacimiento es reconocible en forma continua y por ende ya no como cordones litorales sino orientados en posibles paleovalles de sentido noroeste-sudeste. El ciclo se caracteriza por una sección somerizante de origen clástico rematado por un evento carbonático ligado a una rampa.

-Miembro Troncoso Inferior

La separación de esta arenisca productiva, de gran importancia petrolera en el norte de la cuenca y en los yacimientos vecinos a Puesto Hernández, se realiza por la existencia de un límite discordante erosivo que marca la continentalización del área y la desaparición de las facies clásticas asociadas a ambientes marinos.

Un extenso campo de dunas, de orientación este-oeste, son reconocidas y representadas por las facies de areniscas A_{T11} (Fig. 5c). Su apilamiento en sets separados por superficies de truncación permiten interpretar sectores de dunas orientados, separados lateralmente por interdunas o zonas de no deposición. En algunos sectores del yacimiento se reconoce una sección basal de origen fluvial de poca extensión areal. La distribución areal de este miembro es fácil de reconocer con atributos sísmicos (Fig. 10).

Interpretación del arreglo estratigráfico

Los sets de parasecuencias definidos en la Formación Agrio fueron depositados en un sector cercano al borde de cuenca ubicado al noreste con aporte sedimentario desde el sudeste. El origen de los sets están relacionados a procesos alocíclicos como consecuencia de variaciones en el nivel de base.

La regularidad en espesores y apilamiento del conjunto de parasecuencias permite inferir un control ligado a variaciones regulares del nivel de base, ya sea por cambios eustáticos o en la subsidencia. Lo que parece claro y objetivo es que existieron en la zona analizada momentos de sedimentación masiva regulares con depósitos carbonáticos y lutíticos areales, y otros con aporte y sedimentación terrígena, retrabajados por procesos costeros.

Dos escenarios son interpretados. Uno representado por subsidencia constante en donde el avance y retroceso de la línea de costa se debe a cambios en el nivel del mar o interrupción regular del aporte sedimentario a causa de factores climáticos. El otro es representado por cambios regulares de subsidencia ligados a procesos tectónicos en la cuenca con nivel del mar constante y aporte de sedimentos regular. Ambos escenarios resuelven de igual forma el arreglo observado con desplazamiento de los sistemas depositacionales hacia adentro o afuera del continente en forma regular.

El hecho de que las facies conglomerádicas descriptas aparezcan en forma neta y erosiva al tope de los ciclos regresivos normales lleva a relacionar su origen a regresiones forzadas como consecuencia de cambios bruscos en el nivel de base. Del mismo modo, en el tope de los conglomerados, los eventos transgresivos comienzan en forma neta con un marcado contraste de facies.

Nuevo modelo estratigráfico

La nomenclatura utilizada para el intervalo analizado (capas A hasta H) fue tomada de Y.P.F., primera operadora de este campo.

Algunos autores trabajaron sobre testigos coronas para definir el ambiente de sedimentación de las rocas involucradas en estas capas (Sosa y Melli, 1987; Melli, Valenzuela y Limeres, 1991 y 1992). Durante la primera etapa de operación de Perez Companc S.A. dicha nomenclatura y definición ambiental fue de utilidad. Posteriormente se implementaron Proyectos Pilotos de Recuperación Secundaria para estas capas observándose distintos comportamientos dentro de algunos niveles litológicos, razón por la cual se decidió hacer una revisión de las coronas y cutting existentes, extraer mas coronas e incorporar la información aportada por la sísmica 3D.

La ciclicidad observada principalmente en el miembro Superior de la formación Agrio llevó a renombrar a las capas como ciclos A+B, C, D y E (homologados a sets de parasecuencias), subdivididos en subciclos de menor orden definidos como parasecuencias.

Las capas F y G, pertenecientes al miembro Chorreado, muestran otro arreglo sedimentario reflejo de condiciones depositacionales diferentes a las anteriores. Esta nueva paleogeografía es perfectamente homologable a la observada por Gutierrez Pleimlig (1991) en superficie.

Finalmente la capa H del miembro Troncoso Inferior, desvinculada genéticamente de las anteriores, como fue observado por Legarreta y Gulisano (1989) en su trabajo regional, fue mejor definida en su distribución a partir de atributos sísmicos de la 3D realizada.

Conclusiones

La sísmica 3D hizo posible definir en primera instancia la arquitectura mayor de todo el intervalo analizado, permitiendo relacionar lateralmente unidades estratigráficas equivalentes.

La importante información de testigos corona existentes en el yacimiento permitió interpretar los ambientes depositacionales definidos en este trabajo y poder realizar una reconstrucción paleogeográfica de detalle en todo el área con la gran cantidad de pozos existentes.

La sísmica 3D permitió también definir los límites precisos de los intervalos arenosos de las facies terrígenas del miembro Chorreado y de los campos de dunas del miembro Troncoso Inferior, de interés por sus buenas producciones de petróleo primario y mejores respuesta a la inyección de agua en los Proyectos Pilotos.

Todo esto ayudó a definir un nuevo modelo sedimentario y estratigráfico para el miembro Superior de la formación Agrio, y para los miembros Chorreado y Troncoso inferior de la formación Huitrín (Fig. 11).

Si bien este intervalo produce el 25% de la producción total del campo la importancia de este cambio radica en que los Proyectos Pilotos de Recuperación Secundaria se encuentran al presente en su etapa de ampliación a todo el yacimiento.

Referencias

- Bhattacharya J.P., 1993. The expression and interpretation of marine flooding surfaces and erosional surfaces in core; examples from the Upper Cretaceous Dunvegan Formation, Alberta foreland basin, Canada. In Sequence Stratigraphy and Facies Associations. Special Publications Number 18 of the International Association of Sedimentologists.
- Comeron R., 1990. Trampas estratigráficas en sedimentos de origen eólico (Un estudio particularizado del Mb. Troncoso Inferior en el área de Chihuido de la Sierra Negra, Provincia de Neuquén). BIP 1990, YPF.
- Groba C., Mendoza E., Musri D., Quinteros J. y Sosa H., 1998. Application of 3D Seismic Technology in Puesto Hernandez Field, Neuquén Basin, Argentina. Rio Oil & Gas Conference. Brazilian Petroleum Institute.
- Gutierrez Pleimlig A., 1991. Estratigrafía de la Formación Huitrín: un estudio puntual (Sobre la ruta nacional N° 40 - Provincia del Neuquén). BIP 1991, YPF.
- Legarreta L. y Gulisano C., 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (triásico Superior - Terciario Inferior). Cuencas Sedimentarias Argentinas.
- Melli A., Valenzuela M. y Limeres A., 1991. Algunas características de la Formación Huitrín en el Yacimiento Puesto Molina. BIP 1991, YPF.
- Melli A., Valenzuela M. y Limeres A., 1992. Reconstrucción paleoambiental de las Formaciones Agrio Superior y Huitrín en el Yacimiento Puesto Hernández. Cuarta Reunión Argentina de Sedimentología.
- L.C.V. S.R.L., Interpretaciones Paleoambientales de coronas PH-1044, PH-1143, PH-1147 y PH-1150. Informe Interno. P.C.S.A.
- Pereyra C. y Marquez J., 1984. Las Formaciones Rayoso y Huitrín, su importancia geominera en el área de Rincón de los Sauces, Provincia del Neuquén. IX Congreso Geológico Argentino.
- Sosa H. y Melli A., 1987. Estudio de reservorio de la Formación Agrio. BIP 1987, YPF.
- Van Wagoner J.C., Mitchum R.M. Jr, Campion K.M. & Rahmanian, V.D., 1990. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops: concepts for high-resolution correlation of times and facies. American Association of Petroleum Geologists. Methods in Exploration Series, N° 7.
- Vergani G., Tankard A., Belotti H., Welsink H., 1995. Tectonic evolution and paleogeography of the Neuquén basin, Argentina. Petroleum basins of South America, AAPG Memoir 62.
- Walker R. and Plint G., 1992. Wave- and storm- dominated shallow marine systems. In Facies Models (response to sea level change). Geological Association of Canada.

Listado de Figuras

Figura 1: Mapa de ubicación del yacimiento Puesto Hernández

Figura 2: Ubicación del yacimiento Puesto Hernández en la Cuenca Neuquina y campos vecinos

Figura 3: Corte estratigráfico nivelado al tope del miembro Chorreado de la Formación Huitrín en la zona del yacimiento Puesto Hernández

Figura 4: Columna estratigráfica tipo del yacimiento Puesto Hernández (tomado y adaptado de Legarreta y Gulisano, 1989)

Figura 5a: Definición y descripción de facies del miembro Superior de la Formación Agrio, a partir del testigo corona del pozo PH-1044

Figura 5b: Definición y descripción de facies del miembro Chorreado de la Formación Huitrín, a partir del testigo corona del pozo PH-1150

Figura 5c: Definición y descripción de facies del miembro Troncoso Inferior de la Formación Huitrín, a partir del testigo corona del pozo PH-1044

Figura 6: Definición de facies y correlación de parasecuencias del ciclo A+B en los pozos PH-1044, PH-1143 y PH-1147

Figura 7: Mapas paleogeográficos del evento transgresivo, máxima inundación y progradación del ciclo A+B con su ubicación en el pozo PH-1044 y sección esquemática

Figura 8: Sección sísmica noroeste-sudeste nivelada al tope del miembro Chorreado con la indicación de las máximas inundaciones

Figura 9: Mapa de amplitud del ciclo A+B

Figura 10: Mapa de frecuencia del miembro Troncoso inferior y su posición en el pozo PH-1044

Figura 11: Nuevo modelo sedimentario y estratigráfico



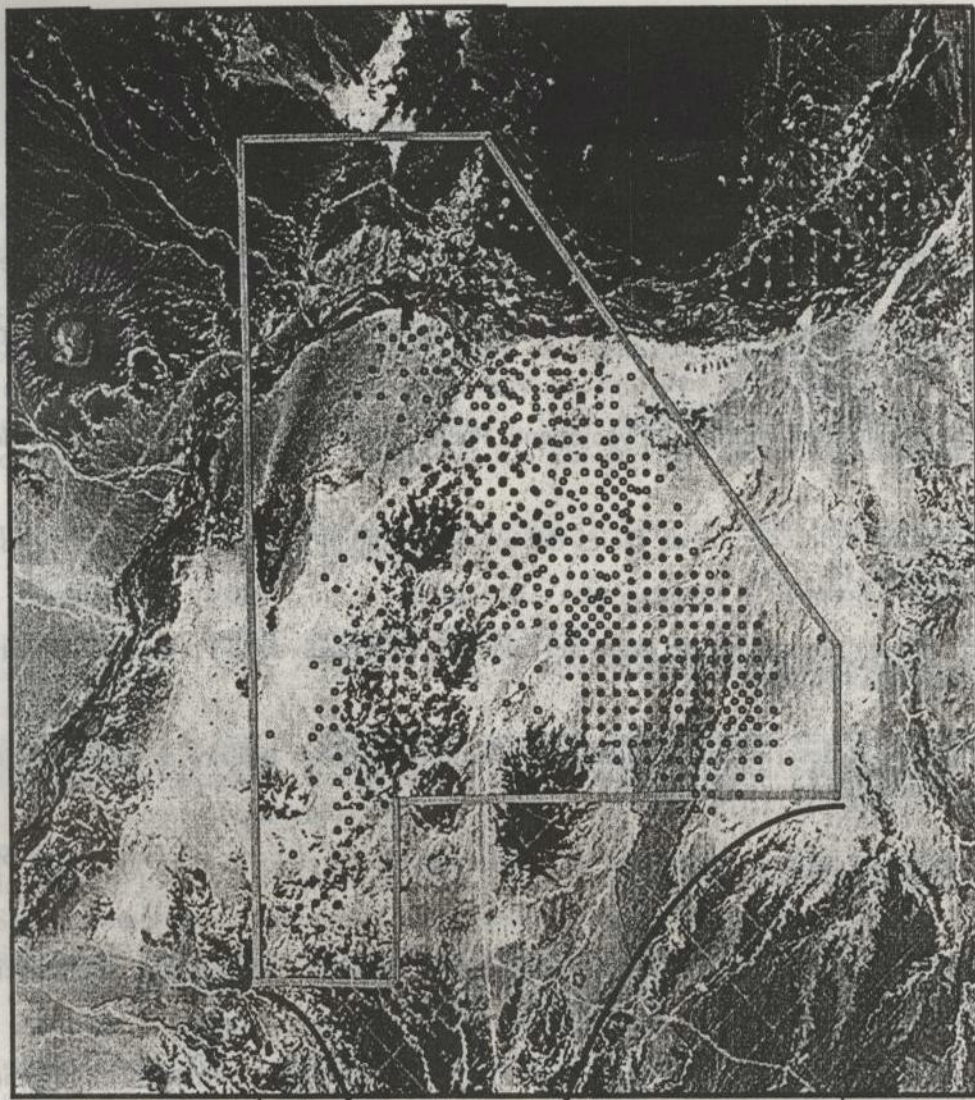
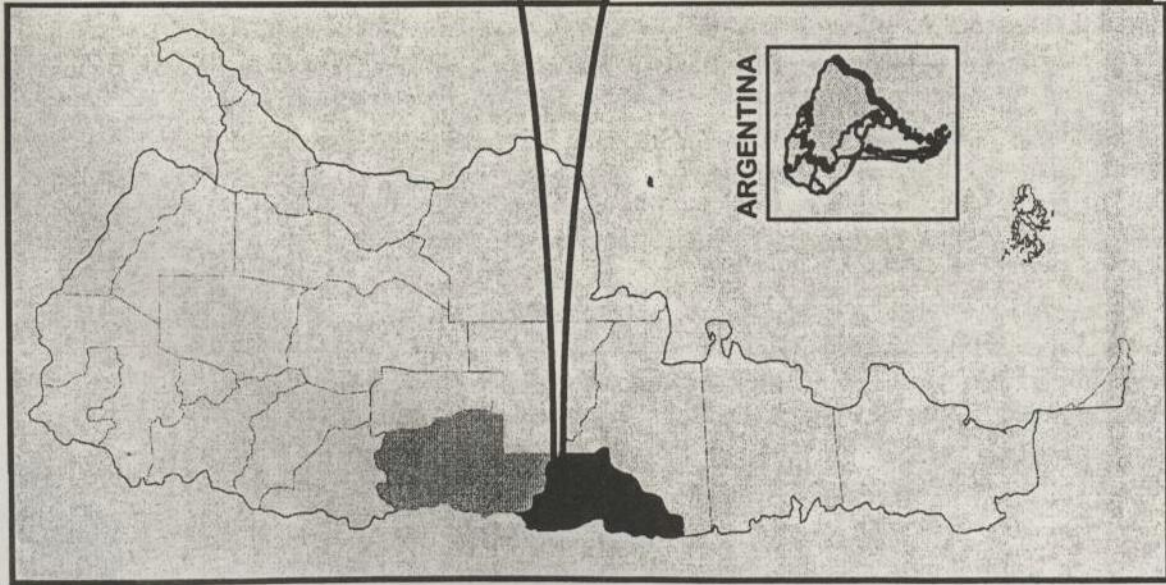
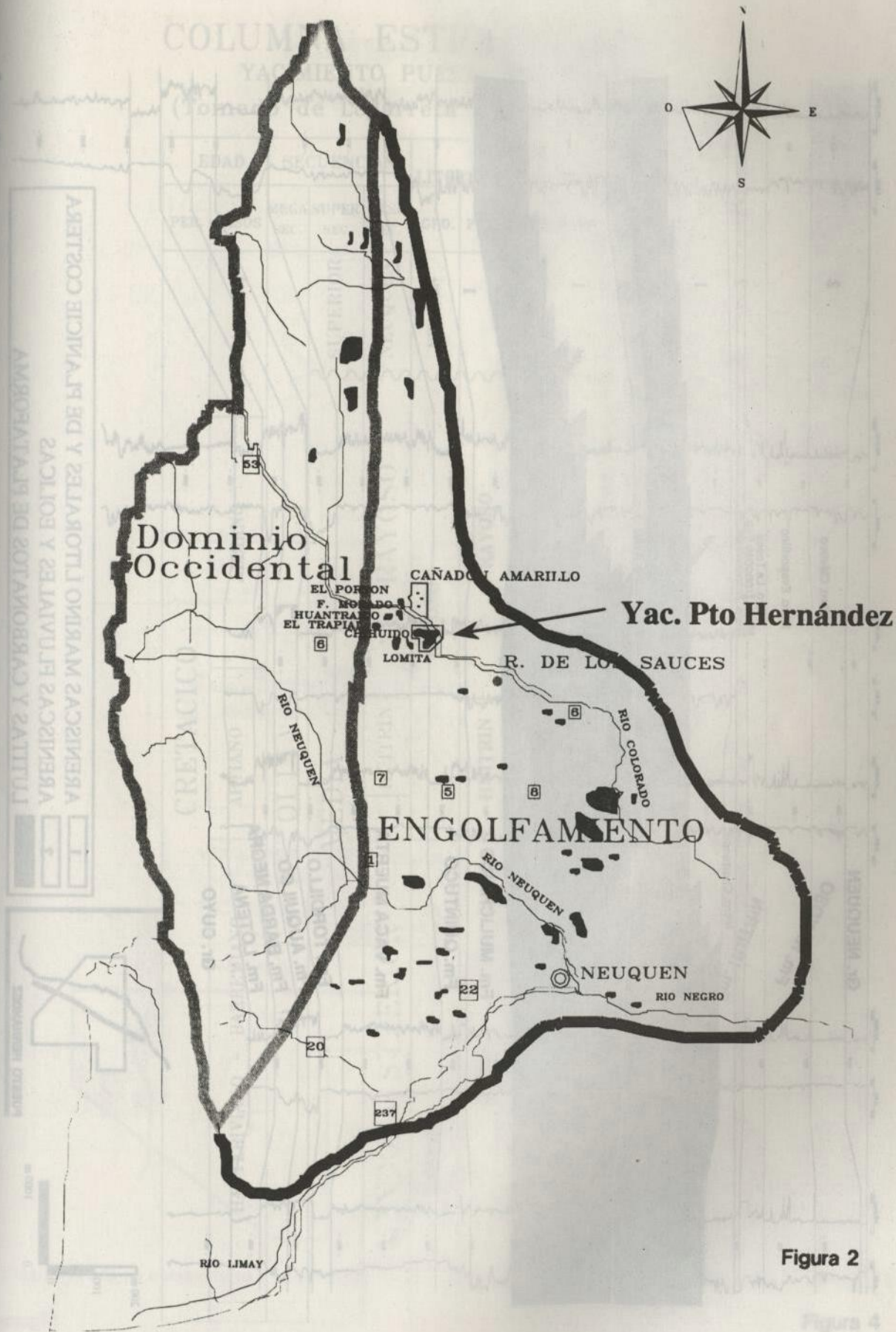


Figura 1



SE

PH-241

PH-242

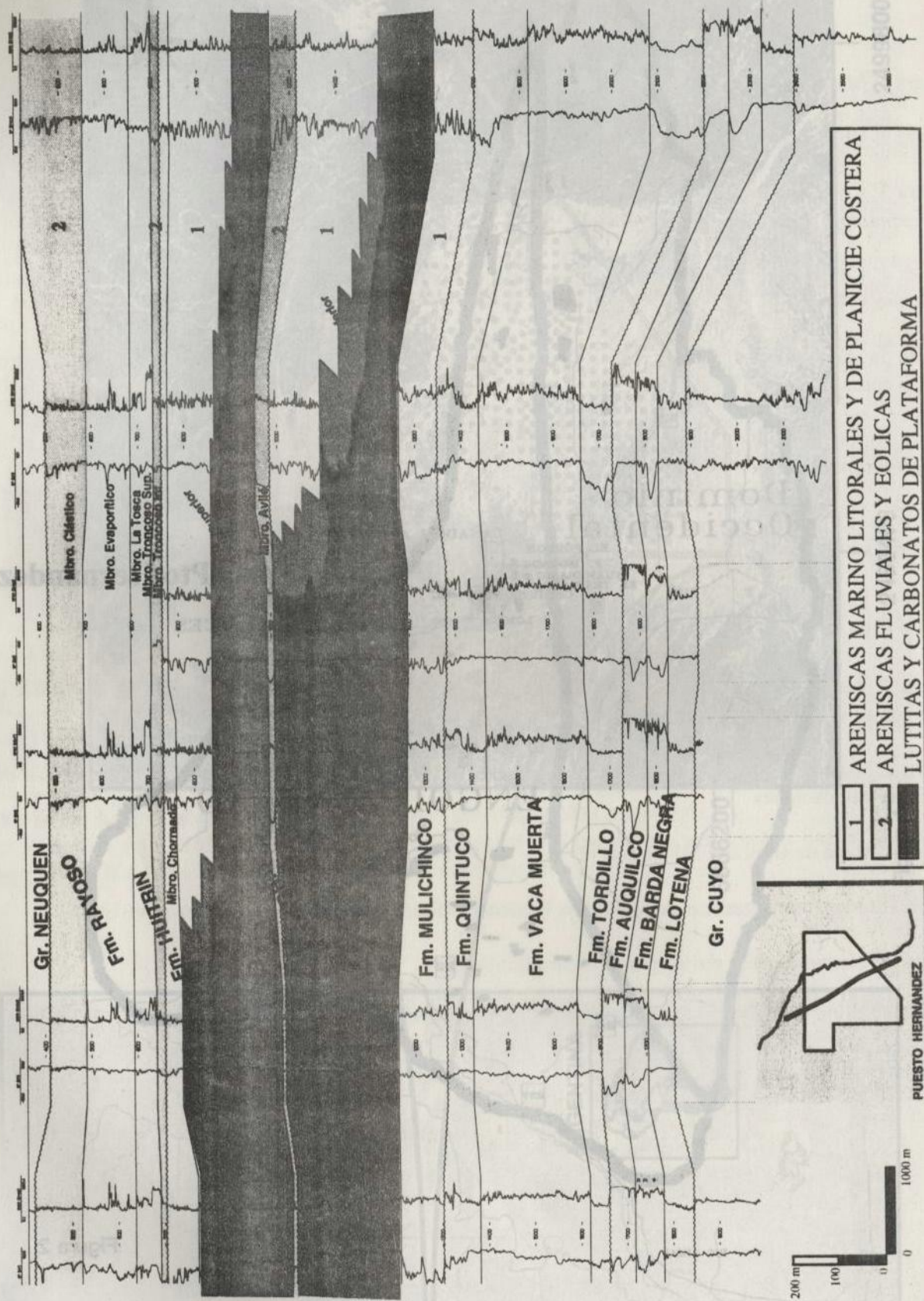


Figura 3

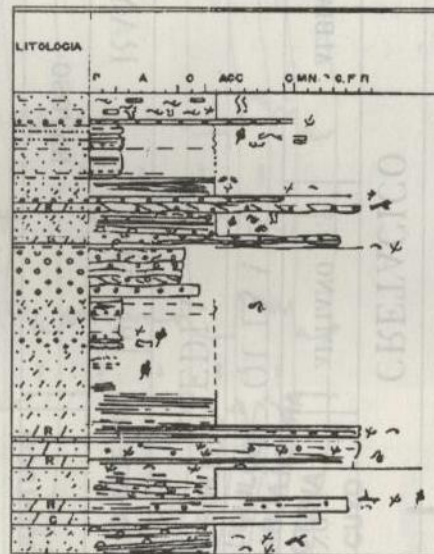
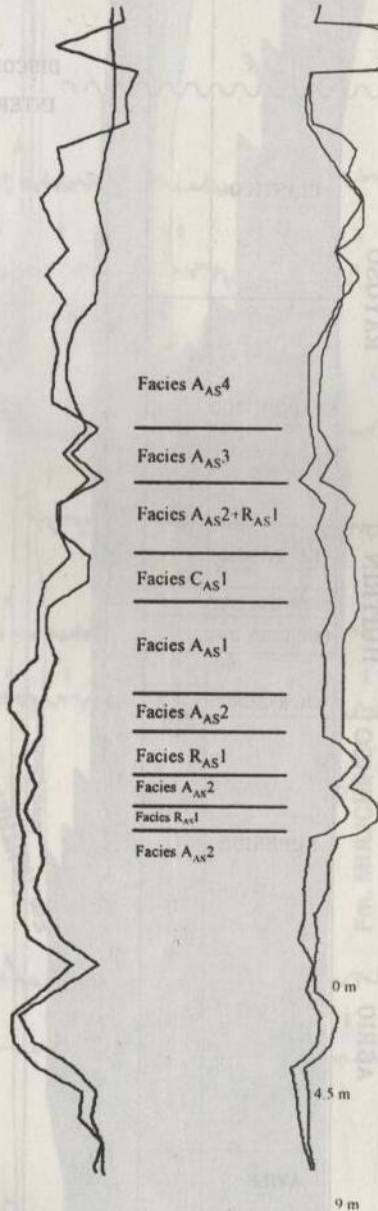
(Tomado de Legarreta y Gulisano, 1989)

Figura 4

Formación Agrio Miembro Superior

PH 1044

-110	SP0	20	0.1	SFLC	100
0	GRC	200	0.1	ILDC	100



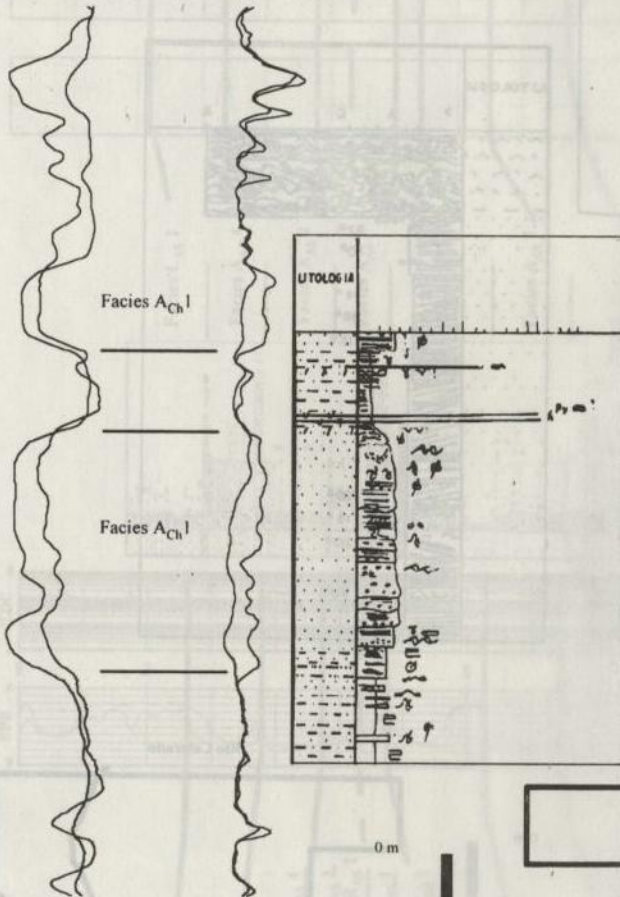
Escala vertical de las coronas y su ubicación en el Yacimiento

Formación Huitrín

Miembro Chorreado

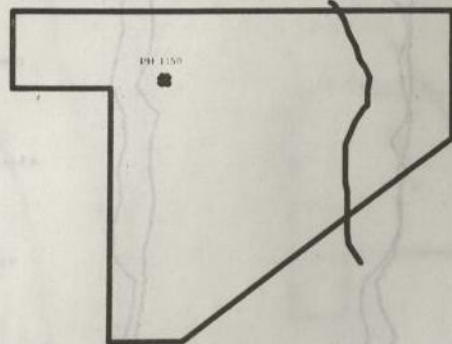
PH-1150

SPB 20 0.1 DFL 100
GR 200 0.1 HDRS 100



Rio Colorado

0 m
4.5 m
9 m



Escala vertical de las coronas y su ubicación en el Yacimiento

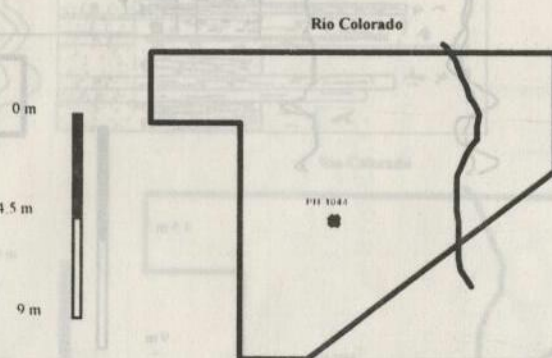
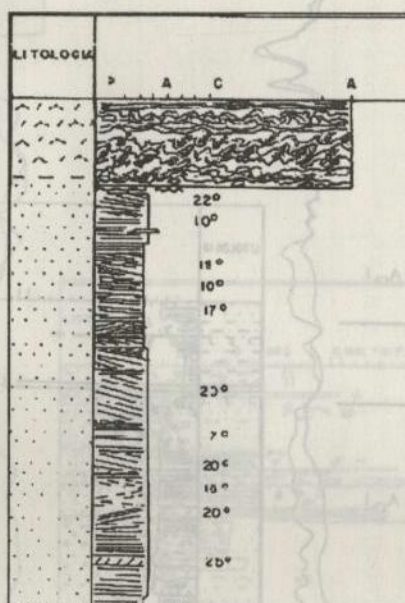
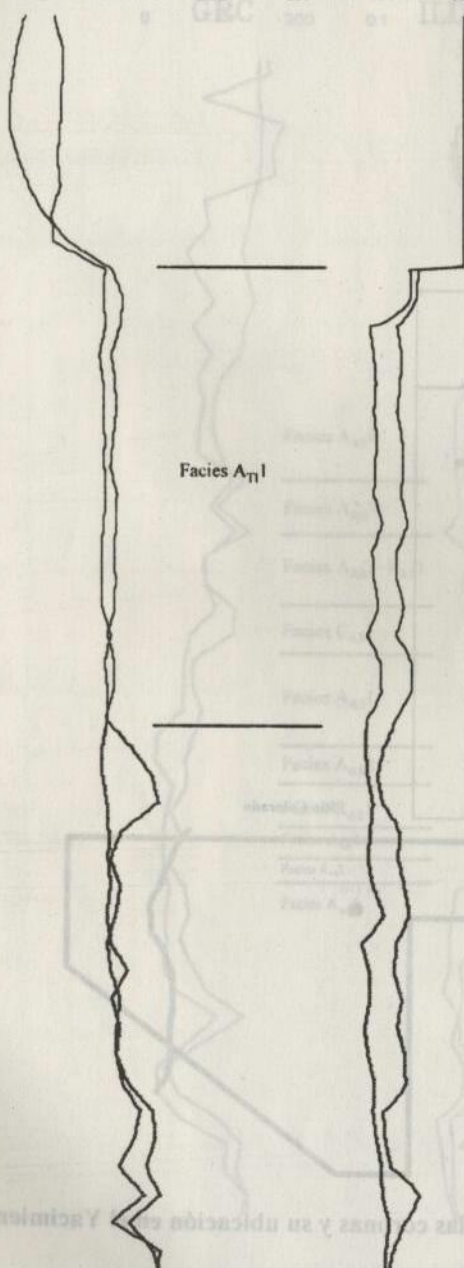
Figura 5b

Formación Huitrín

Miembro Troncoso Inferior

PH 1044

-110 SP0 20 0.1 SFLC 100
0 GRC 200 0.1 ILDC 100

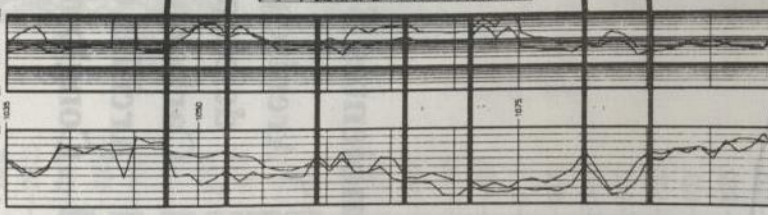


Escala vertical de las coronas y su ubicación en el Yacimiento

Figura 5c

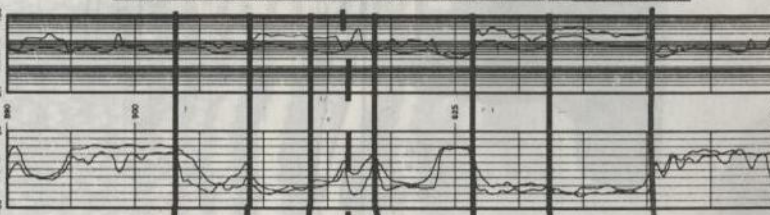
PH 1044

0 GRC 200 0.1 SFLC 100
-10 SPO 20 0.1 ILDC 100



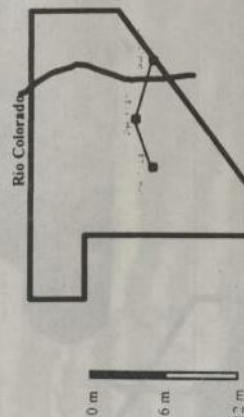
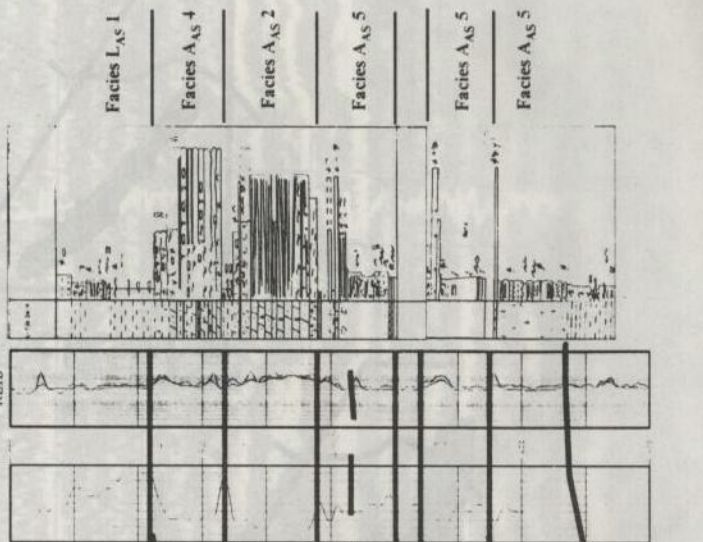
PH-1143

0 GRN 200 0.1 RFOCC 100
-40 SPB 20 0.1 ILDC 100



PH-1117

GR RSFL REID



Escala vertical de las coronas y su ubicación en el Yacimiento

Figura 6

Rio Colorado

que por colores a su aplicacion en el Yacimiento

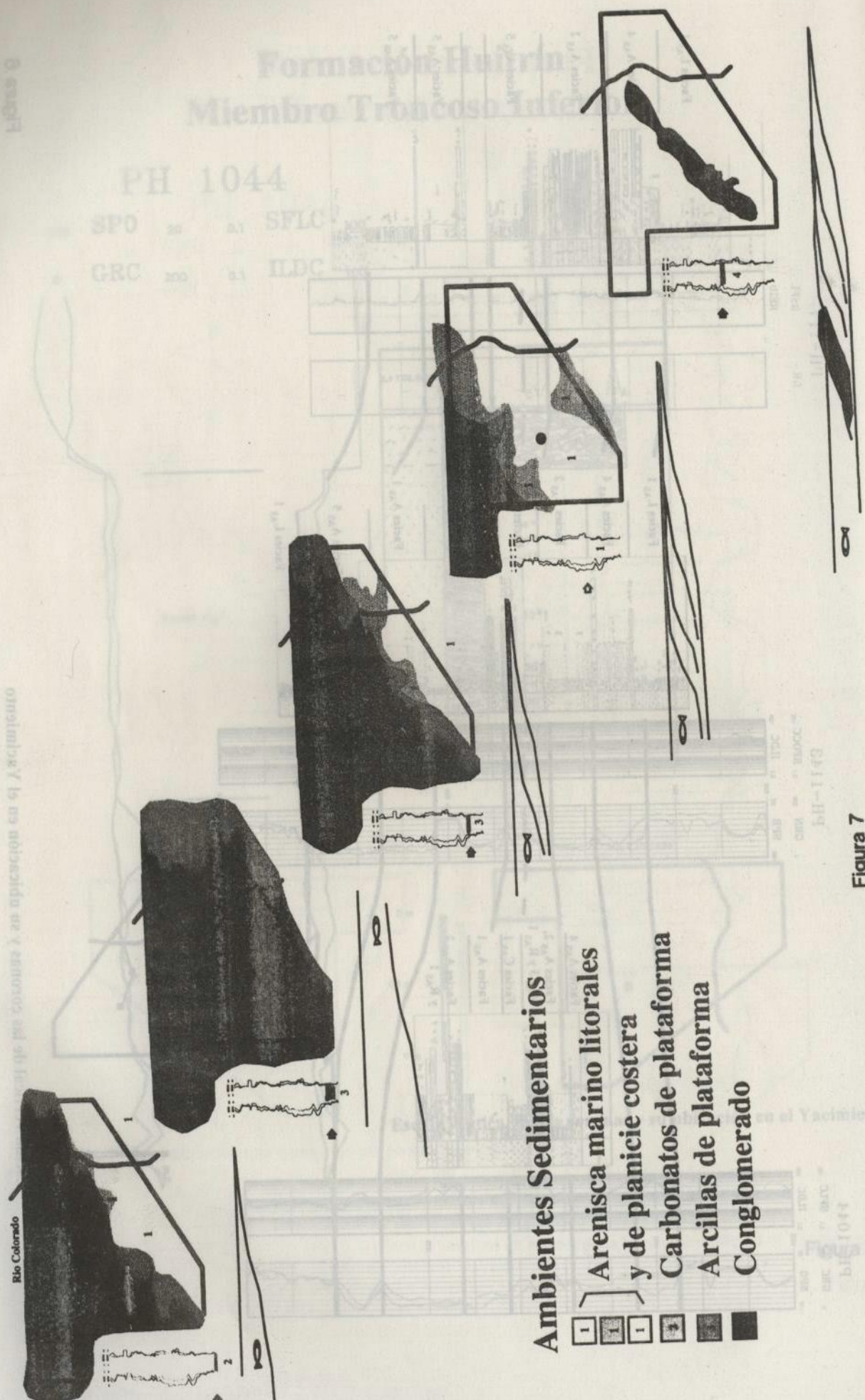
Figura 6

Formación Huilín
Miembro Troncoso Inferior

PH 1044

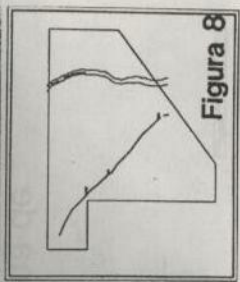
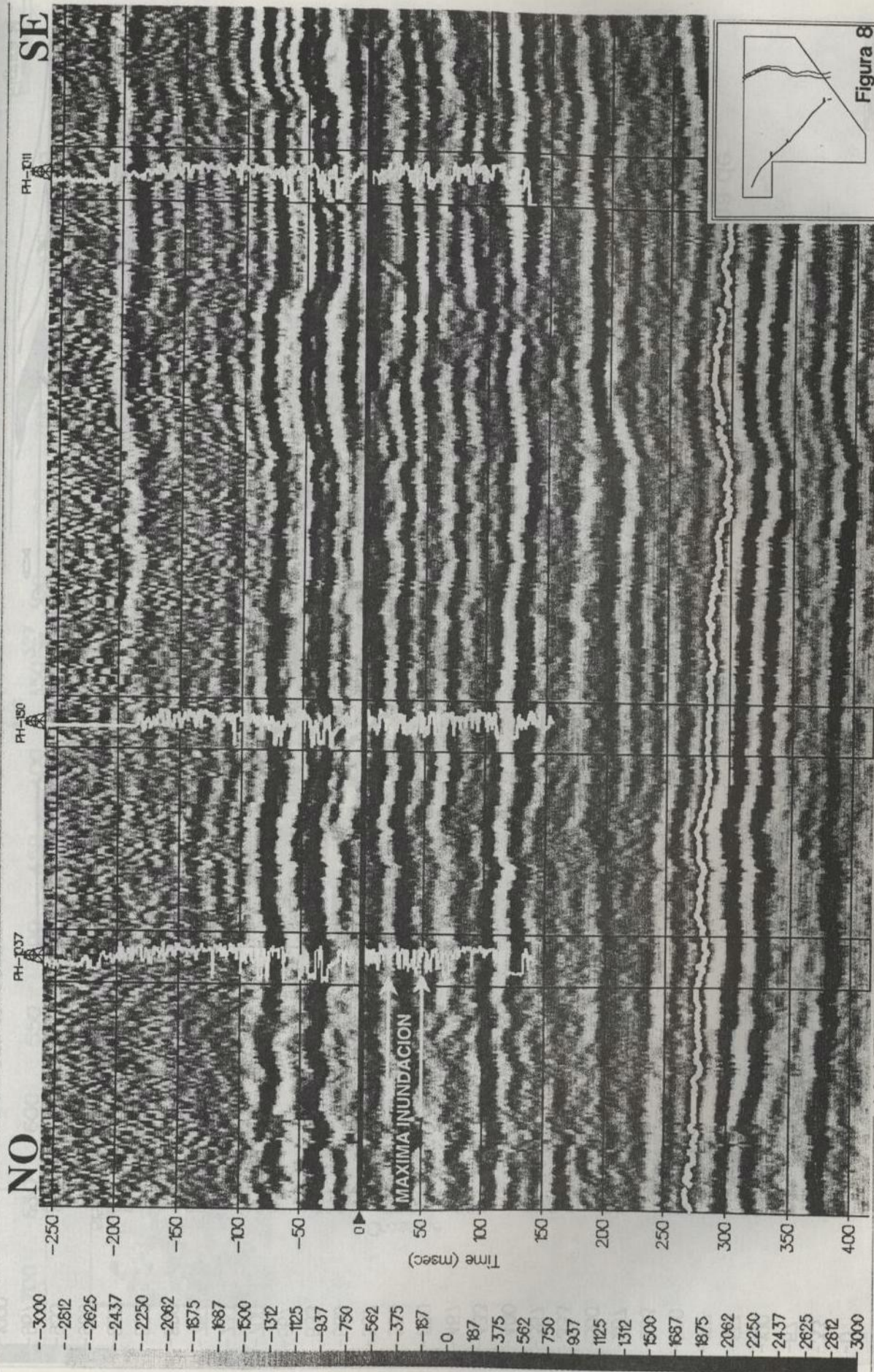
SPO 20 SFLC

GRC 200 ILDC



- Ambientes Sedimentarios**
- 1 Arenisca marina litorales y de planicie costera
 - 2 Carbonatos de plataforma
 - 3 Arcillas de plataforma
 - 4 Conglomerado

Figura 7



Escala Horizontal
0 500 1000 m

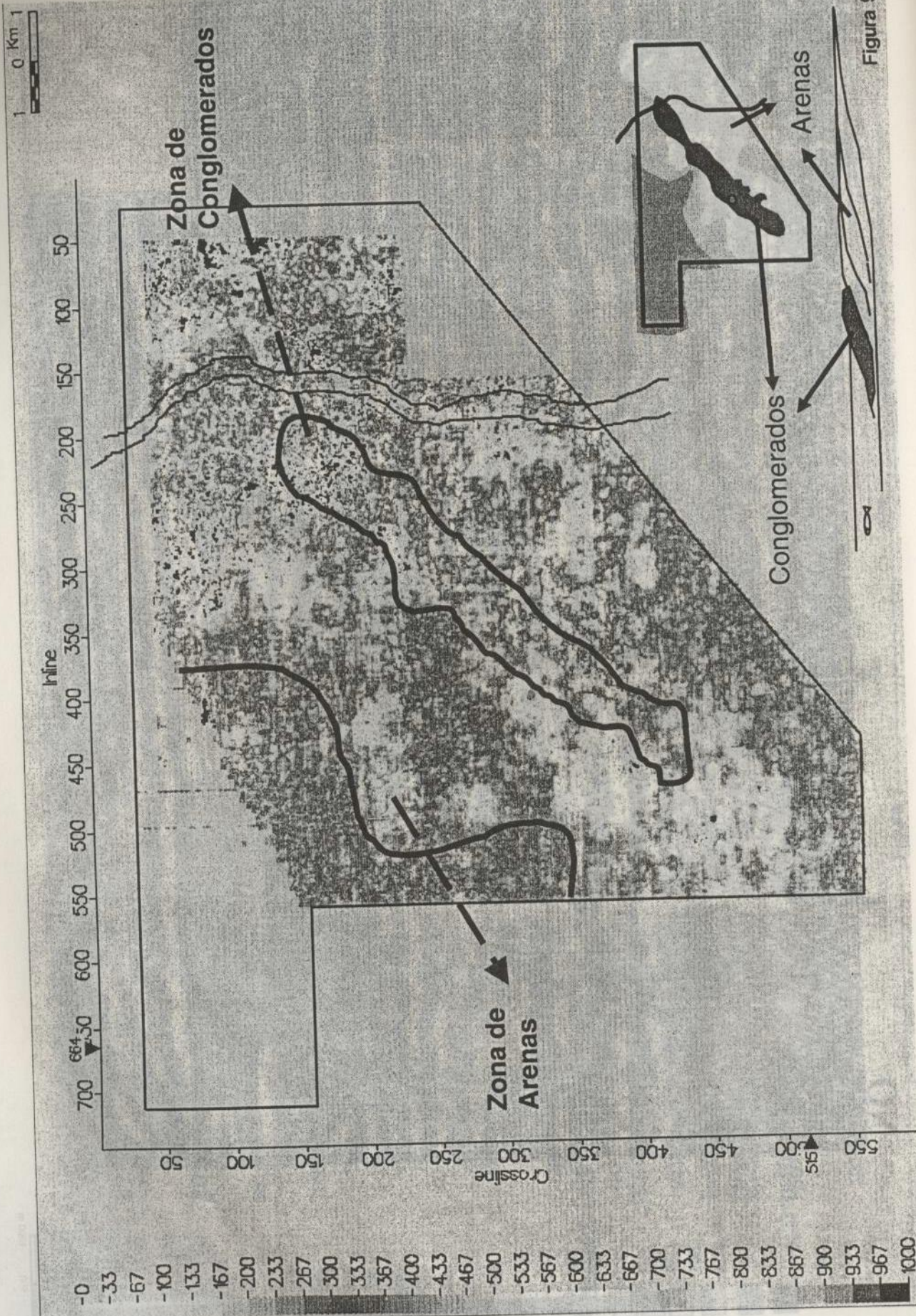


Figura 9

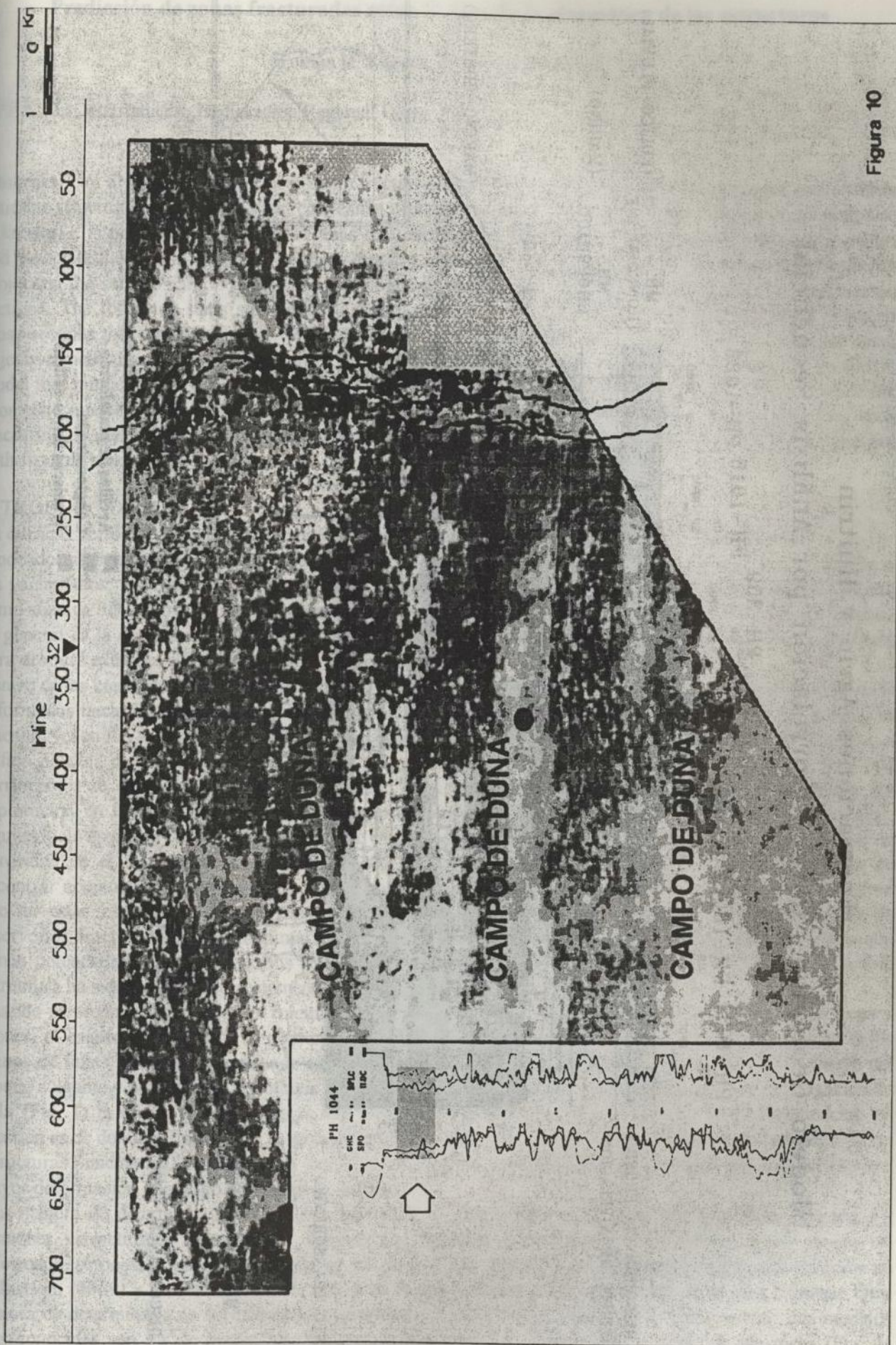


Figura 10

Formaciones Agrio y Huitrin

Modelo Geológico Nuevo - Correlación por Análisis Secuencial

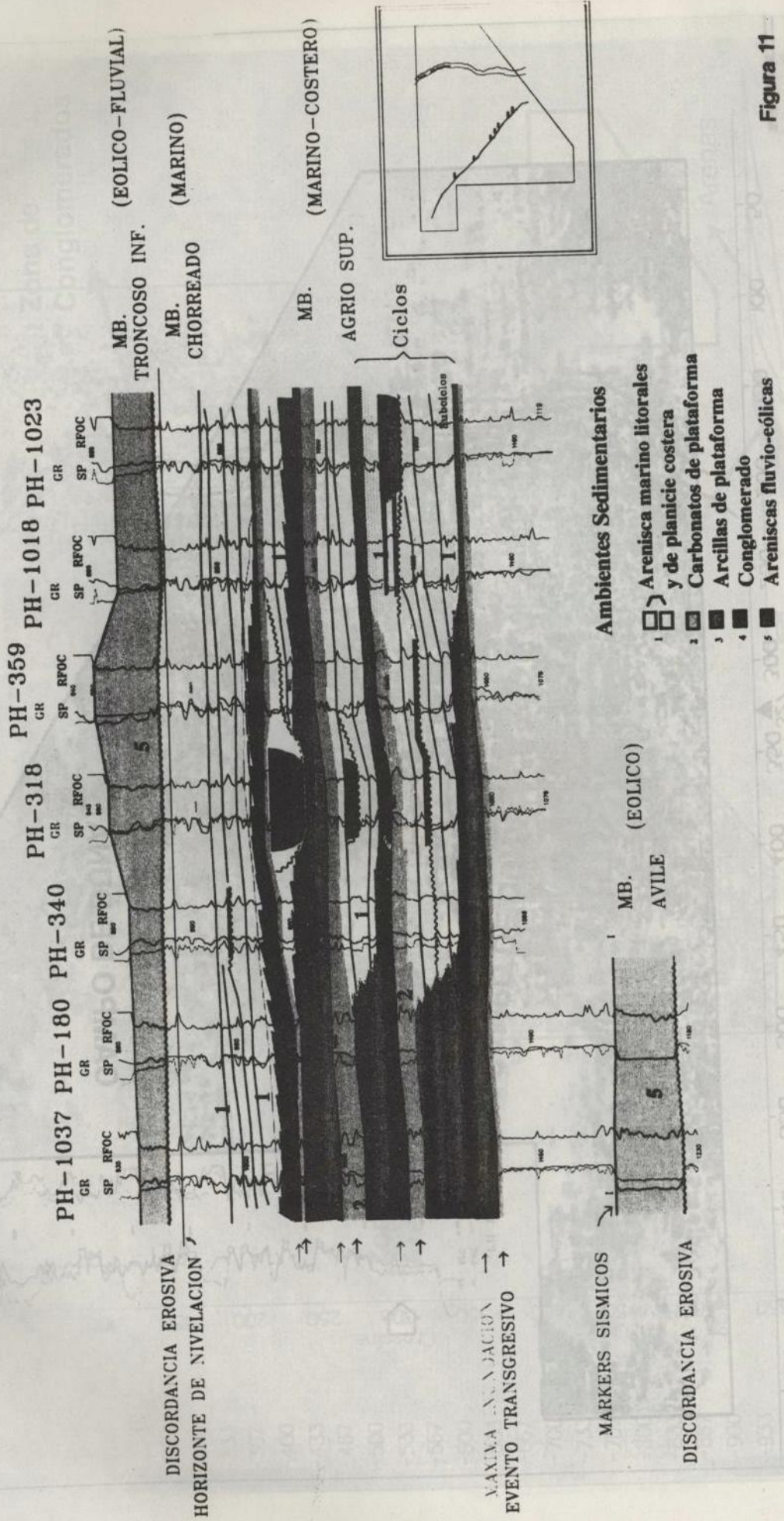


Figura 11