



# Naturalis

Repositorio Institucional  
<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar>

Universidad Nacional de La Plata  
Facultad de Ciencias Naturales y Museo



## Caracterización del reservorio desde los puntos de vista geológico y petrofísico

### Ignomiriello, Facundo

Especialista en Geociencias de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos

Dirección: Melli, Angela

Co-dirección: Rodríguez Schelotto, María Luisa

Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
2018

Acceso en:

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/id/20190528001670>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



# Naturalis

Repositorio Institucional  
FCNyM - UNLP



Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Ciencias Naturales y Museo

# **Caracterización del Reservorio desde los puntos de vista Geológico y Petrofísico**

Lic. Facundo Ignomiriello

Tesina Presentada para la "Especialización en Geociencias de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos".

**Directora:** Lic. Ángela Melli

**Codirectora:** Lic. María Luisa Rodríguez Schelotto

**Codirector:** Sr. Ernesto Daniel Cabello

La Plata, 2017

## **RESUMEN**

El siguiente trabajo “Caracterización del Reservorio desde los puntos de vista Geológico y Petrofísico” tiene como finalidad construir un modelo geológico-petrofísico para poder caracterizar y darle un marco de referencia al reservorio del yacimiento Puesto Touquet ubicado en la Cuenca Neuquina, a partir del análisis de los datos en los testigos corona, muestras de cutting, testigos laterales obtenidos de los pozos Pp.Nq.PTu.a-1001, Pp.Nq.PTu.a-1002, Pp.Nq.PTu.a-1013 e YPF.Nq.PTu.x-1.

## INDICE

<b>1.OBJETIVO</b> .....	4
<b>2.INTRODUCCIÓN</b> .....	5
2.1 Estratigrafía .....	6
2.2 Gupo Cuyo Inferior .....	9
2.3 Yacimiento Puesto Touquet.....	10
<b>3.METODOLOGIA DE TRABAJO</b> .....	13
<b>4.DESARROLLO Y RESULTADOS</b> .....	15
4.1 Descripción de coronas Pozos: Pp.Nq.PTu.a-1001, Pp.Nq.PTu.a-1002, Pp.Nq.PTu.a-1013 e YPF.Nq.PTu.x-1 .....	15
4.2 Descripción petrofísica Pozo: Pp.Nq.PTu.a-1013. ....	55
4.2.1 Petrofísica Básica. ....	55
4.2.2 Petrofísica Especial. ....	57
4.2.2a CVP (Compresibilidad del Volumen Poral). ....	57
4.2.2b Factor de Formación.....	60
4.2.2c Indice de Resistividad .....	63
4.2.2d Puntos Extremos de saturación y Permeabilidades Efectivas. ....	63
4.3 Cuadros de datos geológicos y petrofísicos. ....	67
<b>5.CONCLUSIONES</b> .....	77
<b>6.BIBLIOGRAFIA</b> .....	78

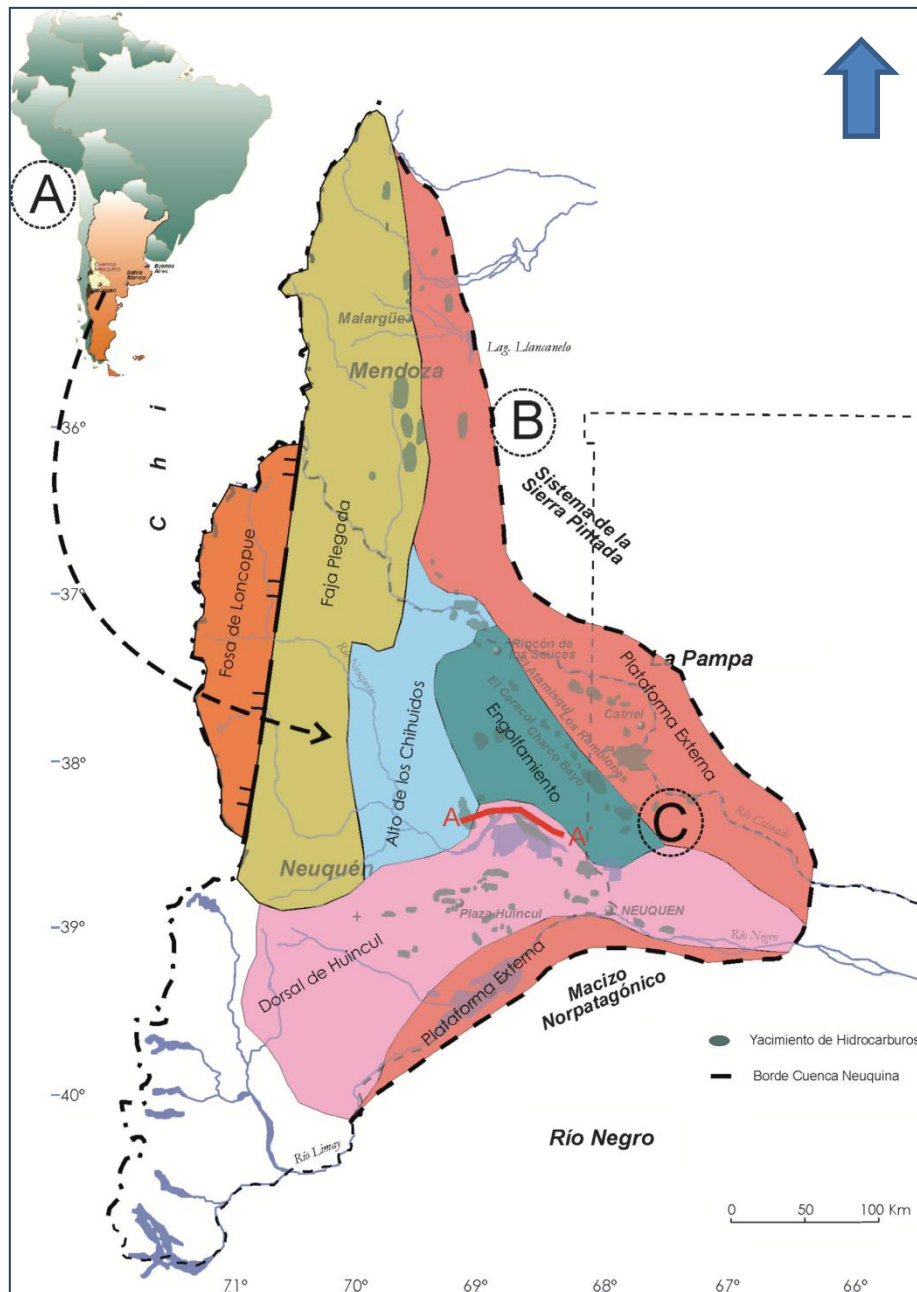
## 1-Objetivo

Utilizando muestras del subsuelo (testigos coronas, muestras de cuttings) se caracterizó el reservorio del Yacimiento Puesto Touquet teniendo en cuenta los siguientes puntos descritos a continuación.

- Realizar el análisis de las rocas, con el objetivo de tener un marco de referencia del esqueleto del reservorio utilizando las muestras disponibles: testigos corona, *cuttings* y cortes delgados.
- Considerar los diferentes procesos diagenéticos que modificaron el sistema poral original.
- Realizar el análisis de los datos disponibles arrojados por los Estudios Petrofísicos (Básicos y Especiales), y generar, de ser necesario, nuevos datos, con el objetivo de tener un marco de referencia de las propiedades del reservorio y la aplicación de la información disponible.
- Realizar una caracterización geológica y petrofísica integrada de las rocas que constituyen el reservorio vinculando propiedades petrofísicas vs características geológicas teniendo en cuenta las litofacies.

## 2-Introducción

La Cuenca Neuquina está localizada al este de la Cordillera de Los Andes entre los 32° y 40° de latitud S en el norte de la Patagonia Argentina, abarcando la totalidad de la provincia de Neuquén, el sector occidental de la provincia de Río Negro, La Pampa y la porción suroccidental de la provincia de Mendoza, cubriendo un área de más de 120.000 Km<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1.** (A) Mapa de ubicación de la Cuenca Neuquina, (B) Mapa de la Cuenca Neuquina con unidades morfoestructurales. (C) Ubicación de la sección analizada (Modificado de Alonso et al. 2011).

Contiene un registro estratigráfico de 6000 metros de espesor, con edades que van desde el Triásico al Paleógeno. La sucesión sedimentaria incluye facies continentales y marinas silicoclásticas, carbonáticas y evaporíticas.

Las características que hacen especial a esta cuenca en el ámbito internacional son la multiplicidad y complejidad de estilos estructurales, calidad y variedad de los afloramientos expuestos al pie de los Andes, la diversidad de paleoambientes sedimentarios presentes (continentales, transicionales y marinos) y abundante información del subsuelo por ser una de las principales cuencas Hidrocarburíferas: El 42% de petróleo y el 55% de gas en Argentina corresponden a yacimientos de la Cuenca Neuquina. Además, los estudios geoquímicos realizados en las formaciones Vaca Muerta, Los Molles y otras, arrojaron valores de COT (contenido orgánico total) mayores de 0,5%.

### 1.1-Estratigrafía

La depositación de la cuenca (Figura 2) comenzó durante tiempos triásicos, sobre un basamento integrado por metamorfitas de bajo grado de edad Si-Dv y plutonitas y vulcanitas del Cb-Tr inf que se han incluido en el Grupo Choiyoi, donde el margen centro oeste de la placa de América del Sur estuvo sometido a procesos tectónicos extensionales asociados al desmembramiento de Pangea. El resultado de dichos procesos fue la formación de hemigrábenes de rumbo noroeste. En la etapa de synrift se intercalan sucesiones volcánicas y facies continentales (Muravchik, 2011). Estos depósitos de carácter continental, que alcanzan hasta el Jurásico Inferior, pertenecen al denominado Precuyano (Schiuma et al, 2002).

Durante el Jurásico Inferior se restableció en el margen occidental de Gondwana un sistema de subducción desarrollando el primer arco magmático Mesozoico. La subsidencia generada en el retroarco originó condiciones de espacio de acomodación para que se produjeran transgresiones desde el Pacífico y depositaron el Grupo Cuyo a través de aperturas en el arco (Spalletti, 2000); (Macdonald, 2003). Esta ingresión marina está bien representada por la Fm Los Molles, seguida por un conjunto de progradaciones clásticas (Fm Lajas) y culmina con sedimentos rojos aluviales (Fm Challacó). Estas últimas son cubiertas por depósitos evaporíticos asignados a la Fm Tábanos.

Luego de una reactivación tectónica (movimientos Intercalovianos) y sobre un contacto discordante, se produjo la depositación de la sucesión correspondiente al Grupo Lotena constituido por sedimentos clásticos y carbonáticos (Fm Lotena y Barda Negra) que representan un ciclo transgresivo-regresivo durante el que se depositaron calizas arrecifales en la base (Fm La Manga) y evaporitas en la parte superior (Fm Auquilco). Este grupo, a diferencia del Grupo Cuyo, no registra depósitos marinos profundos, lo que explicaría la ausencia de rocas madres Hidrocarburíferas.

Luego se produce un importante cambio paleogeográfico producto de la reactivación de arco volcánico en el oeste (movimientos Intraméricos), que anularon las conexiones de la cuenca con el Pacífico. Se forma relieve estructural sobre el eje de la "Dorsal Neuquina". Como consecuencia se deposita un espeso intervalo de clásticos continentales aluviales, fluviales y eólicos (Fm Tordillo) en el Jurásico Superior (Schiuma et al, 2002). Estos depósitos continentales culminan abruptamente en el Tithoniano temprano con la ingesión marina Pacífica y son reemplazados por pelitas oscuras con elevado contenido de materia orgánica (Fm Vaca Muerta). Las rocas de las formaciones Tordillo y Vaca Muerta junto a las que representan progradaciones clásticas-carbonáticas en ambientes proximales (Fm Loma Montosa y Quintuco) constituyen la base del Grupo Mendoza inferior (Tithoniano-Valangiano inferior) (YPF, 2015).

A partir de una importante caída del nivel de mar, se generan importantes depósitos clásticos (Fm Mulichinco). Sobre estos se disponen facies marinas (Fm Agrio y Centenario) que constituyen una importante progradación clástica proveniente del sudeste de la cuenca. Este intervalo abarca el Grupo Mendoza Superior (Valanginiano-Barremiano).

Al Grupo Mendoza le suprayace, en discordancia, el Grupo Rayoso (Aptiano-Albiano) que representa un evento de desecación importante, con la depositación de facies clásticas y evaporíticas (Fm Huitrín y Rayoso) (Schiuma et al, 2002).

Sobre el Grupo Rayoso apoyan discordantemente las sedimentitas del Grupo Neuquén, compuestas por arcillitas y areniscas rojo violáceas continentales del

Cretácico Superior (Schiuma et al, 2002) el cual contiene una de las faunas de dinosaurios más interesantes del mundo.

A principios del Terciario se produce la primera Transgresión Atlántica en la cuenca depositando sedimentitas clásticas y carbonáticas de ambientes marinos someros del Grupo Malargüe.

Completan la columna en el sector mendocino, los registros pertenecientes a depósitos terciarios con gran participación volcánica íntimamente relacionados con las fases diastróficas andinas (Schiuma et al, 2002).

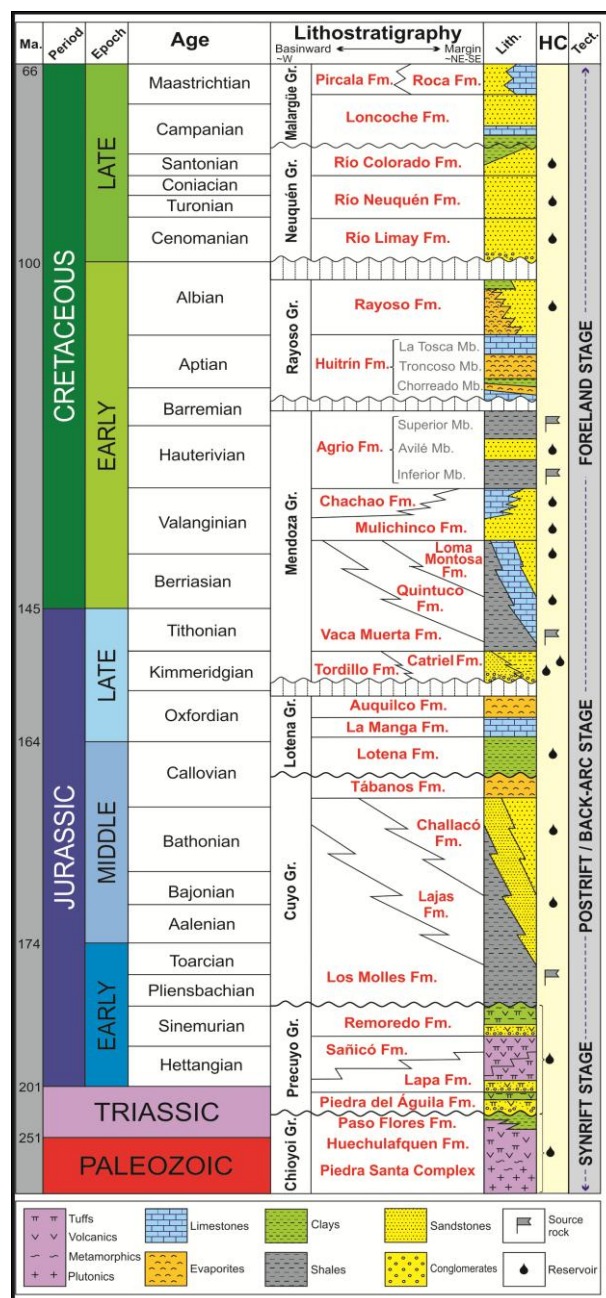
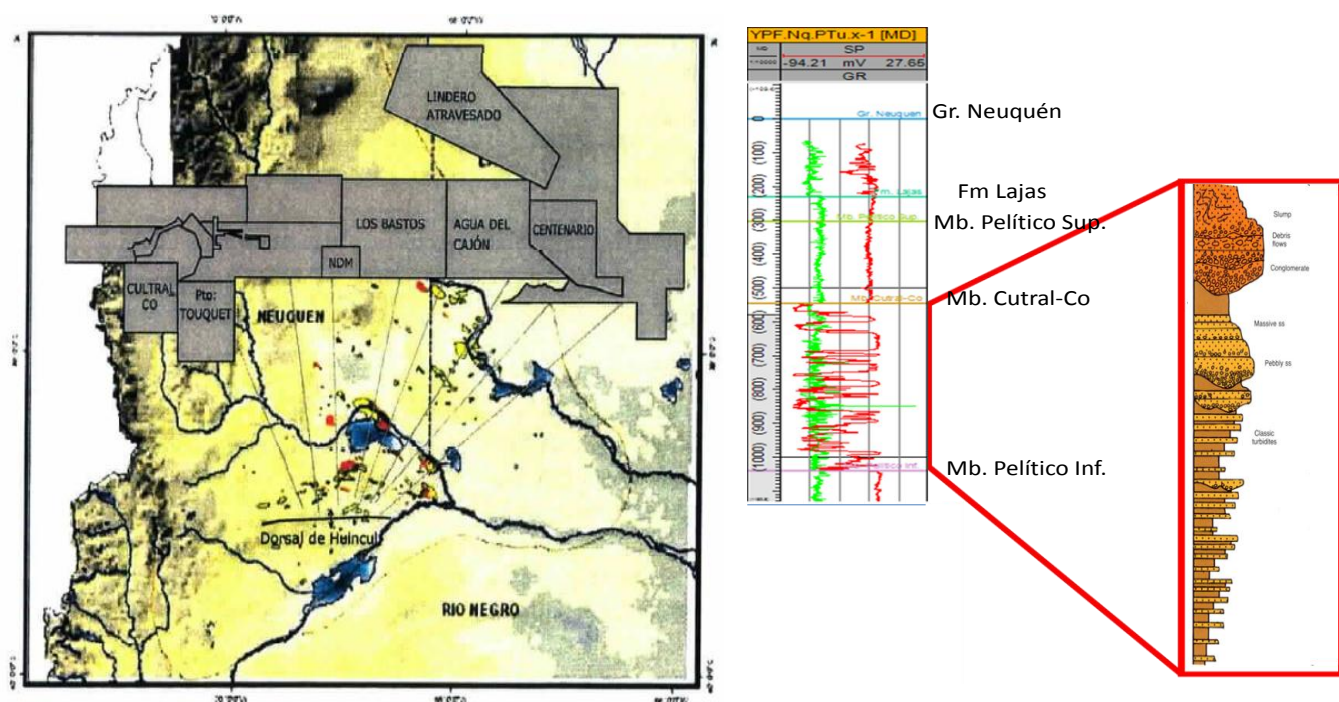


Figura 2. Columna Estratigráfica de la cuenca Neuquina. (Modificado de Sylwan et al. 2011).

## 1.2-Grupo Cuyo Inferior

Las rocas reservorio involucradas en el Jurásico Inferior corresponden a las primeras secuencias deposicionales del Grupo Cuyo y son productivas a lo largo de la “Dorsal de Huincul” (Schiuma et al, 2002) (Figura 3). Estas apoyan en forma discordante sobre las sedimentitas volcanoclásticas Precuyanas o sobre las vulcanitas del Grupo Choiyoi (Gulisano, 1984). Comienza con una sección transgresiva marina de edad Pliensbaquiana, que representa la etapa final de los depósitos de Synrift.



**Figura 3.** Ubicación de la Dorsal de Huincul, Cuenca Neuquina (izquierda). Perfil del pozo YPF.Nq.PTu.X-1 y estratigrafía Miembro Cutral-Có (derecha).

El Grupo Cuyo Inferior está compuesto por conglomerados, areniscas y lutitas de aguas profundas y euxínicas, denominada esta última Fm Los Molles (Weaver, 1931) en Neuquén.

La Dorsal de Huincul es un importante elemento morfoestructural que se extiende por más de 200 km con orientación OSO-ENE. Ha sido interpretado como una falla de desplazamiento lateral de sentido dextrógiro. La existencia de depocentros con subsidencia controlada por fallas y etapas de inversión tectónica, asociada a eventos de transtensión y transpresión, dieron lugar a la presencia de discordancias y truncaciones con fuertes variaciones de facies y de espesor en los depósitos del Grupo Cuyo.

El reservorio productivo del Grupo Cuyo inferior desarrollado en la Dorsal de Huincul, corresponde a secuencias progradantes de conglomerados y areniscas de ambientes de abanicos aluviales y deltaicos para la región de Salitral-Centenario y de abanicos submarinos para la región de Puesto Touquet-CultralCó (Schiuma et al, 2002), (Figura 3). Entre estas dos regiones se encuentra el área Los Bastos, donde en el bloque alto generado por transpresión, se encuentran depósitos de menor espesor y que son considerados trampas estratigráficas y combinadas.

Esta secuencia progradante de edad Toarciana apoya directamente sobre la secuencia transgresiva de la Fm Los Molles de edad Pliensbaquiana. Las rocas de esta unidad corresponden a uno de los reservorios productivos de mayor edad geológica de la Cuenca Neuquina. Son portadores de gas seco y se caracterizan por su baja permeabilidad, alcanzando los 200 metros de espesor permeable (Schiuma et al, 2002).

Para los reservorios clásticos gasíferos del Grupo Cuyo Inferior, en la región oriental de la Dorsal de Huincul, en los yacimientos El Salitral, Centenario y Puesto Touquet, la roca generadora corresponde a la sección inferior pelítica (Fm Los Molles). De acuerdo a los análisis geoquímicos realizados las muestras presentaron valores de MO entre 1% y 2,56% (Schiuma et al, 2002). Tiene un aporte de material continental importante que le confiere características de mezcla de Kerógenos de tipo II (típicamente marinos) y tipo III (típicamente deltaicos).

En el corte estratigráfico E-W que atraviesa la Dorsal se observa en el Este los Yacimientos El Salitral-Centenario y hacia el Oeste, el Yacimiento Puesto Touquet ubicado en un depocentro del grupo Cuyo Inferior, pertenecientes a un ambiente de abanicos submarinos datados por amonites de edad Toarciano (Schiuma et al, 2002).

### 1.3-Yacimiento Puesto Touquet

Este yacimiento (Figura 4) fue descubierto por el pozo YPF.Nq.PTu.x-1, perforado por YPF en el año 1983, donde se extrajeron 4 carreras con corona que serán descriptas a lo largo de este trabajo. Fue el primero en incorporar

dentro de la Cuenca Neuquina al Grupo Cuyo Inferior como unidad productora. La formación aportó bajos caudales de gas seco. Por esta razón y también debido a la falta de gasoductos el yacimiento fue recién desarrollado en 1994 (Schiuma et al, 2002).

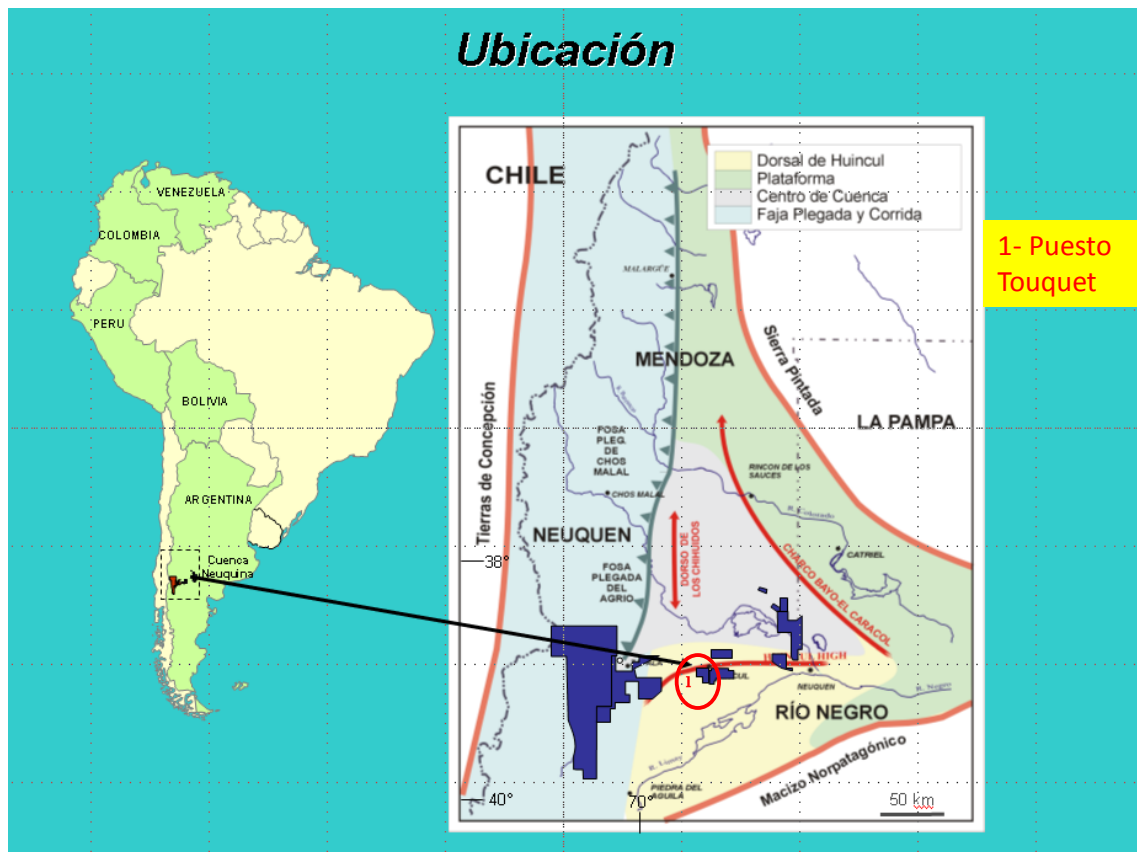


Figura 4. Ubicación áreas Puesto Touquet.

Litología y ambientes depositacionales: El Grupo Cuyo Inferior se divide en dos miembros.

**Miembro pelítico inferior:** Está constituido por arcilitas gris oscura, masivas y areniscas finas con pobres condiciones petrofísicas. En la base se inicia con una caliza arenosa con impregnaciones de hidrocarburos que en el pozo PTu x-1 aportó escaso caudal de petróleo. Su espesor es de 300 metros. Este miembro descansa en forma de Onlap sobre el basamento (Gomez Omil et al, 2002).

**Miembro Cutral Có:** Paquete arenoso de hasta 32 m de espesor, que intercala con bancos de limoarcilita, que ha sido interpretado como depósito de flujos

turbidíticos (Carbone, 1988). Otras interpretaciones no publicadas asignan su génesis a un ambiente de fan-delta. Son productoras de gas seco. La edad de estos niveles es Plienbaquiano Superior a Toarciano Inferior por el hallazgo de un amonite en una corona y por fauna de nanoplancton hallada en el cuttings (Schiuma et al, 2002). La base de este miembro se encuentra en discordancia angular sobre el Precuyo y/o sobre el Miembro pelítico inferior, la cual podría estar erosionada.

El **Miembro pelítico superior** presenta una sección de arcilitas y limonitas gris verdosa con restos carbonosos. Este posee abundante fauna de foraminíferos y nanoplancton de edad Aleniano-Bajociano (Schiuma et al, 2002).

### **3-Metodología de trabajo**

El trabajo final consistió principalmente en el análisis de testigos corona del área Puesto Touquet de las empresas Pluspetrol e YPF que se encuentran guardadas en los depósitos de LCV e YPF respectivamente. Se comenzó con una búsqueda de bibliografía avanzada y continuó con el análisis de coronas que fueron descriptas a ojo desnudo y con lupa binocular para su descripción sedimentológica. Se realizaron perfiles a escala 1:40 donde se tuvo en cuenta la profundidad, la carrera, el número de cajón y trozo, los estudios realizados, el color, la litología, las estructuras sedimentarias, la presencia de hidrocarburo, la porosidad, las facies y el ambiente depositacional. Además se realizó un detallado análisis de las fracturas con ayuda de cartillas comparativas para determinar el tamaño de la apertura de las mismas. El análisis se complementó con observación de cuttings y la toma de fotografías para una mejor descripción.

También se analizaron cortes delgados para el estudio petrográfico de plugs, cuttings y testigos laterales que fueron vistos al microscopio. Las muestras fueron lavadas e impregnadas con resina epoxi azul para observar la conexión de sus poros. También fueron teñidas con Alizarina roja para la distinción entre calcita y dolomita. Los cortes más relevantes fueron microfotografiados. Se utilizó el diagrama de Folk (1970) para su clasificación.

Se realizó la correlación de los 4 pozos: Pp.Nq.PTu.a-1001, Pp.Nq.PTu.a-1002, Pp.Nq.PTu.a-1013 e YPF.Nq.PTu.x-1 con los perfiles eléctricos respetando su posición estructural actual (ver página 55, figura 28).

Para los Estudios Petrofísicos se buscó información previa de los pozos de interés haciendo hincapié principalmente en el Pozo Pp.Nq.PTu-1013 representativo del reservorio, eligiéndose dos muestras para su análisis de estudios básicos y especiales.

La Petrofísica Básica se realizó mediante estudios de Permeabilidad al gas, Porosidad, Densidad Aparente, Real y la Permeabilidad Klinkenberg de cada plug. Para esto se utilizó equipo Soxhlet para lavar la muestra con Metanol, estufa para secado, calibre para medición y balanza electrónica.

La Petrofísica Especial incluyó estudios de Compresibilidad del Volumen Poral con la Celda Triaxial; Factor de Formación medido sobre las muestras saturadas 100 % con agua de formación; índice de resistividad que se determinó desaturando las muestras con flujo de gas y midiendo en cada etapa el valor de resistividad con un resistímetro y los puntos extremos de saturación y permeabilidades efectivas en dichos puntos donde se desplazó el agua de formación con un gas determinado y viceversa.

Se procesó la información geológica y petrofísica que se pudo obtener de los estudios anteriormente nombrados. Los datos geológicos que se usaron fueron porosidad observada en los cortes delgados y las facies determinadas a partir de las coronas, mientras que los valores petrofísicos usados fueron porosidad y permeabilidad al gas, graficándose dos variables: Petrofísica por profundidad y Petrofísica por facies.

En el diagrama Porosidad-Permeabilidad vs Facies se pudo observar las tendencias de cada facies según el dato de porosidad y permeabilidad y así poder obtener una conclusión de cada pozo analizado.

Para finalizar, se sacaron las conclusiones del trabajo, realizando la interpretación aplicada a la industria petrolera.

## 4-Desarrollo y resultados

### 4.1-Descripción de coronas

La Fig. 5, muestra la ubicación del sondeo y de la correspondiente corona.

#### Pozo: Pp.Nq.PTu.a-1001

País: Argentina

Cuenca: Neuquina

Provincia: Neuquén

Localidad: Cutral-Có /Plaza Huincul

Yacimiento: Puesto Touquet

Coordenadas: X= 5.683.251,65 Y= 2.489.400,32

Cota: 586,03 m.r.n.m.

Profundidad (1era carrera con corona): 591,20 a 600,20 mbbp

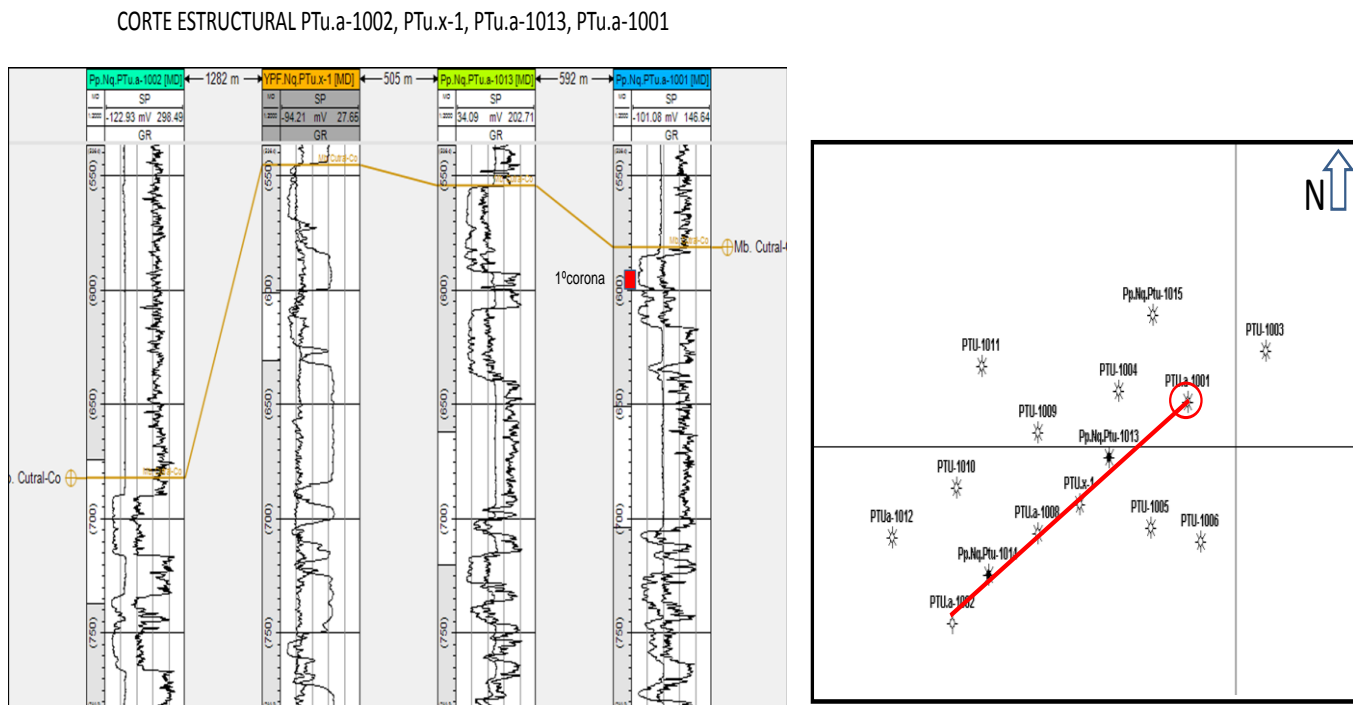
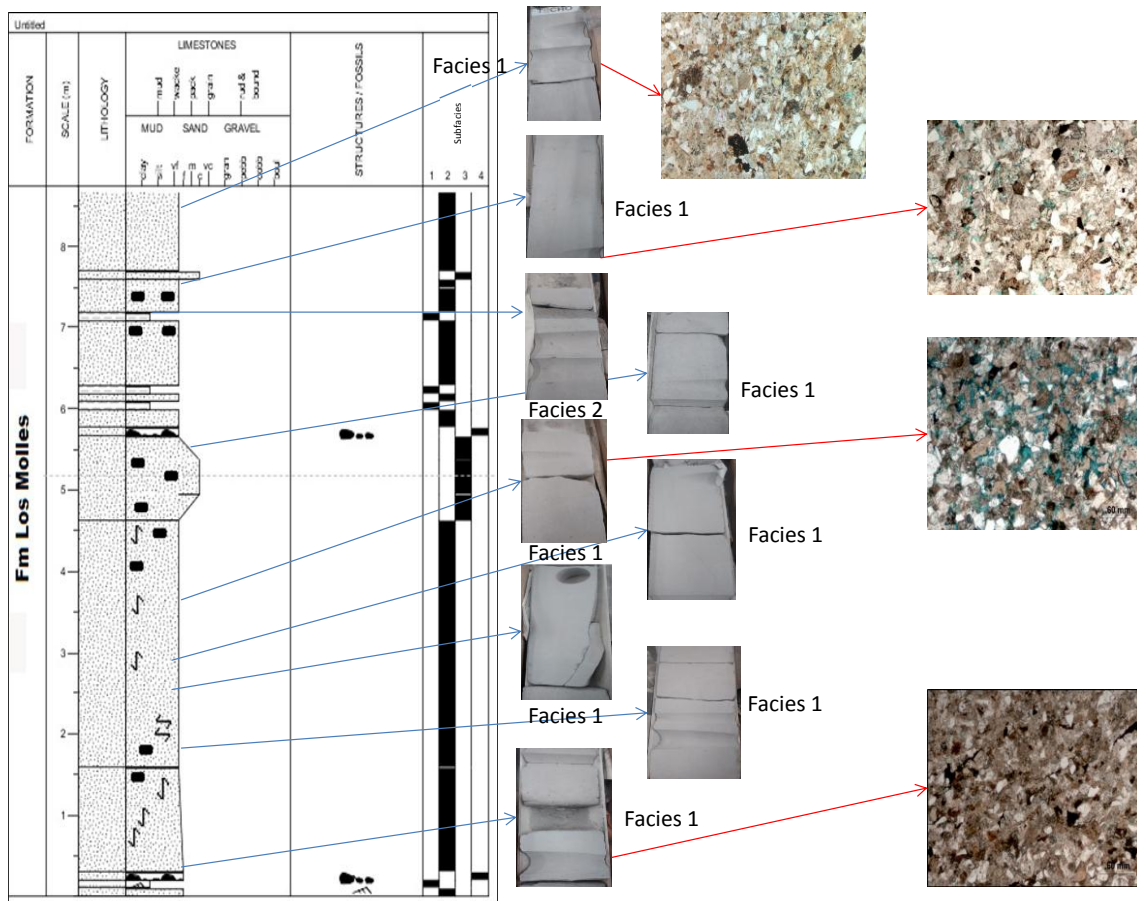


Figura 5. Corte Estructural. Primera carrera con corona (rojo) y ubicación de sondeos. Pozo Pp.Nq.PTu.a-1001.



**Figura 6.** Perfil Selley (izquierda), fotos corona (centro) y fotos microscopio corte delgado (derecha) del Pozo Pp.Nq.PTu.a-1001.

En el perfil Selley (Figura 6) de la primera carrera con corona del pozo Pp.Nq.PTu.a-1001, se pudo observar mayormente areniscas masivas de granulometría fina, subordinada arenisca media y gruesa. Presentan algunos clastos pelíticos de variados tamaños (0,4 a mayores de 4 cm) a lo largo de todo el perfil y fracturas (bandas de deformación) con diferentes longitudes y aperturas, que deforman el material y generan granulometrías más finas. En menor medida se observan areniscas con estratificación ondulosa intercaladas con pelitas de 10 cm aproximadamente.

#### 4.1.1- Análisis de Cutting

En este sondeo se describieron desde los 506 hasta los 959 metros, con la finalidad de diferenciar los cambios litológicos. Encontrándose paquetes arenosos de 35 m con intercalaciones fangolíticas de 70 m. En el anexo se encuentra la descripción completa.

509 m: ARENISCA CALCAREA: color dominante: gris amarillento. Arenisca gruesa a muy gruesa con clastos líticos subredondeados (menor medida). Mucha reacción al HCl, por lo tanto el cemento es carbonático. La selección es moderadamente buena.

512 m: FANGOLITA: color: gris medio (N5). Abundante fangolita, con escasos clastos de cuarzo subredondeados a angulosos, moderadamente bien seleccionados. Se observa material carbonoso.



**Imagen 1.** Cambio litológico 509 m a 512 m.

### **MIEMBRO CUTRAL-CO (581-959m)**

581 m: FANGOLITA: ídem descripción anterior

584 m: ARENISCA: color gris claro (N7). Los clastos de arena son finos a medios y se encuentran recubiertos por un cemento calcáreo, subredondeados a subangulosos, moderadamente bien seleccionados. FANGOLITA subordinada

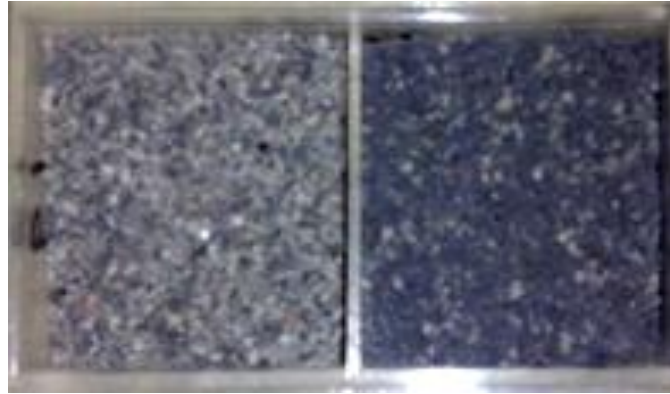


**Imagen 2.** Cambio litológico 581 m a 584 m.

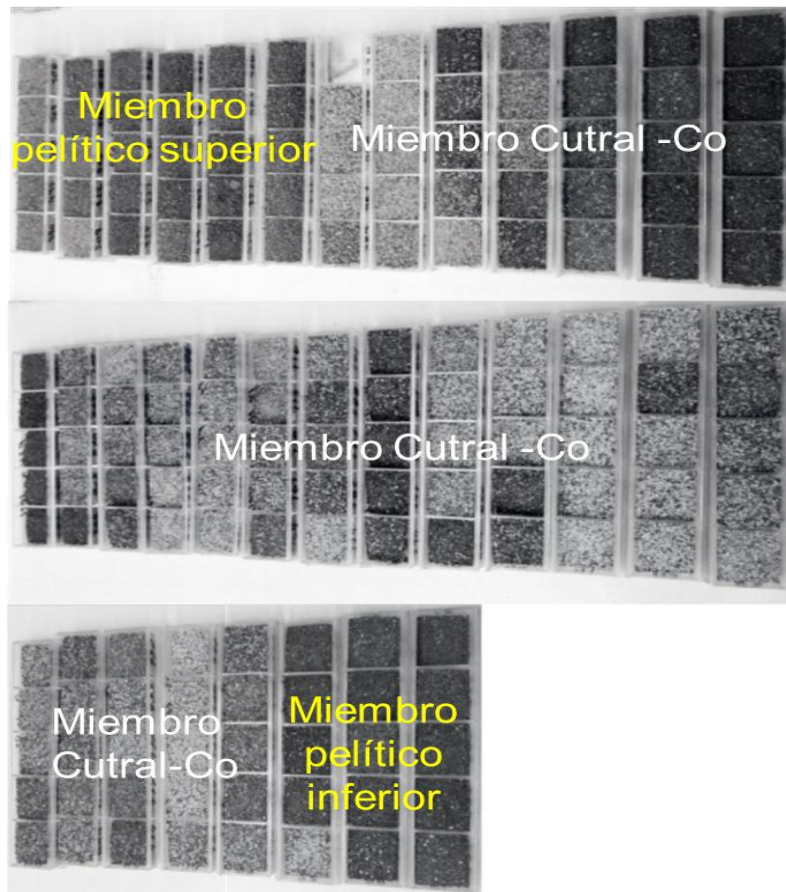
589 m a 598 m: **1er CARRERA CON CORONA.**

598 m a 614 m: ARENISCA: ídem anteriores.

617 m: FANGOLITA: ídem anteriores.



**Imagen 3.** Cambio litológico 614 m a 617 m.



**Imagen 4.** Muestra de cutting desde los 506 m a 959 m.

En la imagen 4 se observa la variación de color del Miembro pelítico inferior y superior (oscuro) con respecto al Miembro Cutral-Co (en su mayoría claros).

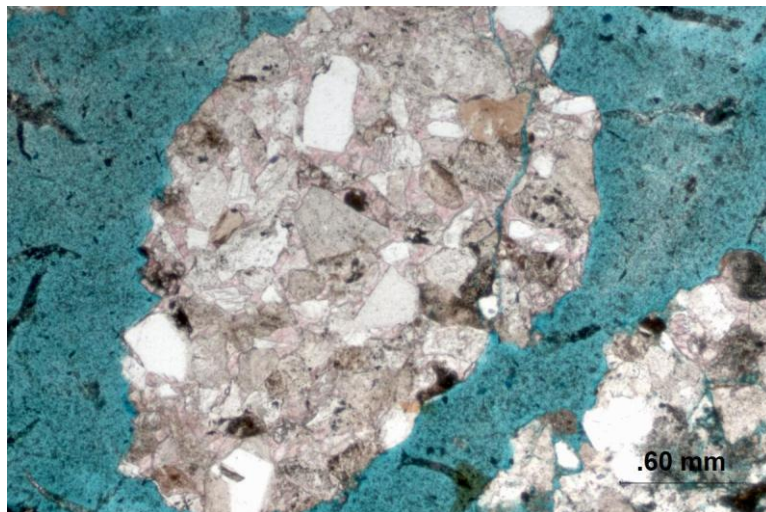
#### **4.1.2- Cortes delgados de Cutting**

C5 (390 m) Miembro Pelítico Superior: se observa arcillita y limolita de color marrón. Algunos elongados con orientación preferencial. Restos de materia orgánica presentes con orientación preferencial (elongados).

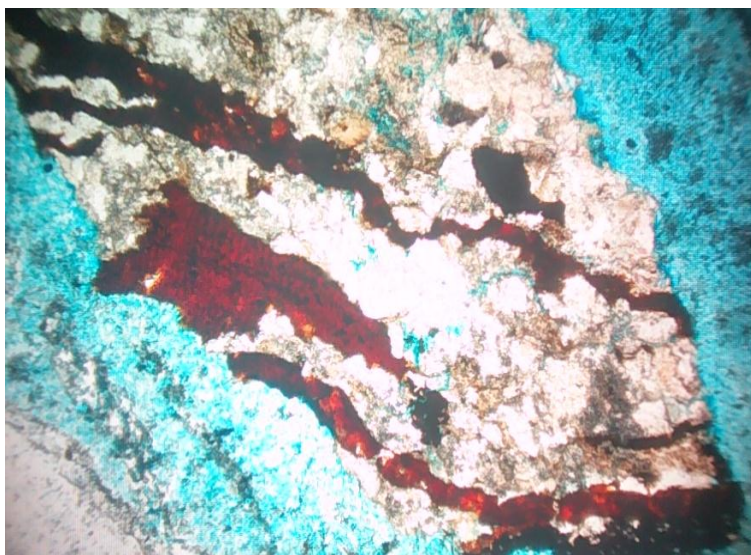
C6 (674 m) Miembro Cutral-Có: se observa arcillita y limolita de color marrón (similar a la muestra C5). Abundantes restos de materia orgánica.

C7 (779 m) Miembro Cutral-Có: se observan clastos tamaño arena fina, líticos volcánicos. En menor proporción feldespatos y cuarzos. Los contactos son netos y puntuales. Presenta un cemento de calcita (teñido de color rojo). La porosidad es buena (intergranular e intragranular)

C8 (812 m) Miembro Cutral-Có: se observan clastos tamaño arena fina líticos volcánicos, cuarzo y menor proporción feldespatos. Los contactos son netos y también se observan puntuales. Cemento carbonático (calcita teñida de rojo) (Imagen 5). Se observa porosidad intergranular. Se observó un fragmento, dentro del corte delgado, con mucha materia orgánica (Imagen 6).



**Imagen 5.** Arenisca lítica con cemento calcítico.



**Imagen 6.** Arenisca lítica con materia orgánica.

C9 (872 m) Miembro Cutral-Có: se observan clastos tamaño arena fina a media, líticos volcánicos, cuarzo y feldespatos con una porosidad intergranular y se llega a observar una intragranular producto de la disolución. Los contactos son netos. Cemento carbonático (calcita teñida de rojo)

C10 (986 m) Miembro Pelítico Inferior: se observa arcillita y algo de limolita (se observan algunos clastos de cuarzo de pequeño tamaño) de color marrón. Materia orgánica en menor proporción.

#### **4.1.3- Cortes de Testigos Laterales**

Muestra TL 10 (597,50 m): la mayoría de los clastos son líticos volcánicos, cuarzo y feldespatos en menor proporción. Arena fina (0,20 a 0,25 mm). Buena selección. Los clastos son subangulosos. La porosidad es moderadamente homogénea y va de buena a regular. Es mayormente intergranular. Los contactos son netos y también se observan puntuales. En menor proporción cóncavos-convexos.

La matriz es arcillosa y el cemento no se llega a observar bien (el único que se aprecia es el cemento en parches carbonáticos). Materia orgánica presente.

(Este testigo lateral fue sacado dentro de los 9 m de corona dentro del pozo)

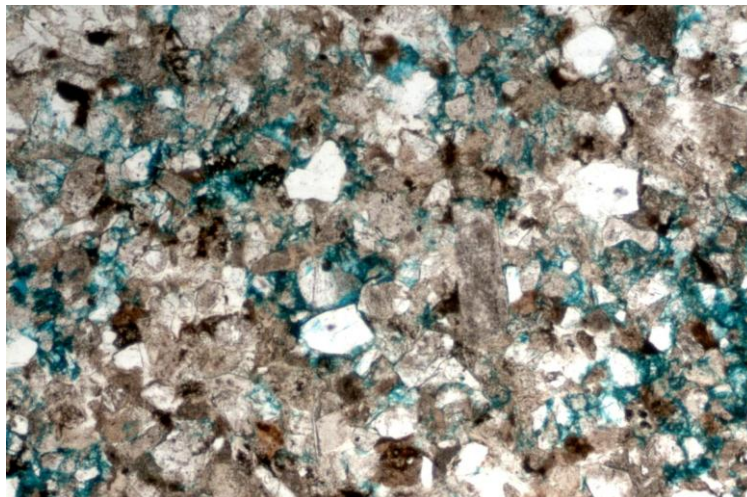
Muestra TL 5: ídem anterior pero se observa mayor porosidad (cerca de 20%) y mayor cemento de calcita.

Muestra TL 9 (707,80 m): similar a la anterior pero con mala selección.

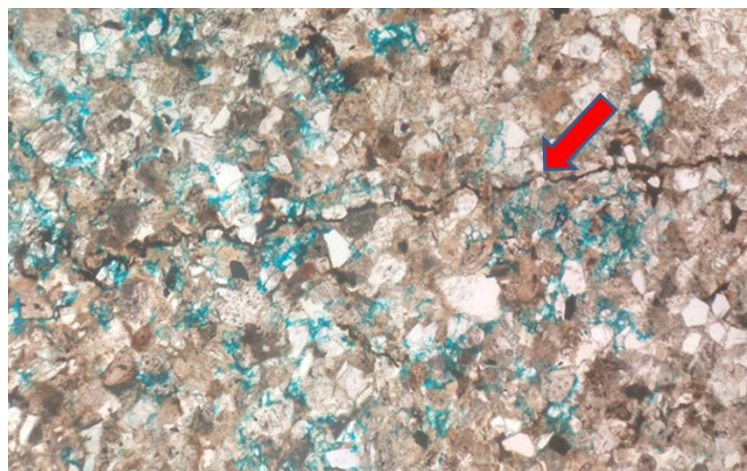
Muestra TL 8 (726 m): similar a la TL 9 pero con granulometría de mayor tamaño y menor cantidad de cemento carbonatico.

Muestra TL 7 (746,30 m): similar a la anterior (pero más cemento carbonático).

Muestra TL 3 (858 m): muy similar a la muestra TL10 (arenisca fina 0,25 mm) pero con excelente porosidad (Imagen 7). Se observa de tipo intergranular e intragranular (fracturas en los clastos). Lámina (que se está plegando) de arcilla con materia orgánica que podría ser una estilolita con poco desarrollo (Imagen 8)



**Imagen 7.** Arenisca lítica con excelente porosidad (azul).



**Imagen 8.** Arenisca lítica con estilolitas (flecha roja).

Muestra TL 1 (946,80 m): arenisca media a gruesa. Moderada selección. Clastos pelíticos con materia orgánica. Muy buena porosidad intergranular, intragranular e intracristalina.

#### **4.1.4- Descripción de facies**

Facies 1: Arenisca masiva (Am)

Descripción: se incluyen dentro de esta facies areniscas tractivas de grano fino y subordinadamente medio y grueso, en ambos casos masivas y con clastos pelíticos de variados tamaños (0,4 a 4cm) y algunos presentan imbricación. Se observan escasas fracturas subhorizontales y subverticales, la mayoría rellenas por material fino arcilloso.

Interpretación: las areniscas masivas se interpretan como una rápida depositación de sedimentos transportados por flujos de alta densidad. Los intraclastos pelíticos son producto de flujos erosivos.

Es una de la facies con mejor condición de reservorio.

Facies 2: Arena/pelita (A/P)

Descripción: comprende delgadas capas (entre 0,5 y 1cm de espesor) de arenas tractivas con estratificación ondulosa, de granulometría fina a muy fina que intercalan con pelitas laminadas generadas por decantación.

Interpretación: la alternancia de arenas y pelitas sugiere flujos tractivos de moderada energía que desaceleran generando depósitos finos dando como resultado depósitos heterolíticos.

Consideraciones paleoambientales generales:

Tanto las facies 1 y como la facies 2 pueden ser interpretadas como generadas por corrientes de turbidez. La generación de este tipo de corrientes puede estar relacionada a una inestabilidad del talud.

La facies 1 podría ser análoga de las “areniscas sin estructura” definidas por Walker (1978).

Por otro lado, siguiendo la clasificación de turbiditas clásicas de Mutti y Ricci Lucchi (1975) las facies 1 y 2 serían equivalentes a la facies C1 definida por estos autores como: niveles arenosos/pelíticos donde la arenisca es media a gruesa bien seleccionada con niveles masivos espesos y laminación ondulítica de poco espesor.

Debido a sus características litofaciales semejantes, los pozos Pp.Nq.PTu.a-1001, Pp.Nq.PTu.a-1013 y YPF.Nq.PTu.x-1 (carrera 1 y 2) se podrían ubicar en el lóbulo interno sector proximal, mientras que los pozos (YPF.Nq.PTu.x-1 carreras 3 y 4) estarían posiciones algo más distales.

#### 4.1.5- Diagénesis

- **Compactación inicial:** se encuentra en los primeros estadios de la diagénesis. Disminuye la porosidad.
- **Alteración de granos:** se pueden observar que los clastos líticos volcánicos y muchos feldespatos se encuentran alterados a arcillas. Pertenecen a las Facies 1 (Am). Disminuye la porosidad.
- **Crecimiento secundario de cuarzo:** en la muestra 3 y 6 se llega a observar, pero es muy escaso. Pertenecen a las Facies 1 (Am). Disminuye la porosidad.
- **Cementación por caolinita:** es muy importante porque se encuentra tapizando los mesoporos disminuyendo la porosidad y la permeabilidad de la roca. Pertenecen a las Facies 1 (Am). Disminuye la porosidad.
- **Cementación por calcita:** es muy importante porque se encuentra tanto en los espacios intergranulares como los intragranulares disminuyendo la porosidad y la permeabilidad de la roca. Facies 1 (Am). Disminuye la porosidad.
- **Disolución:** se observan muchos feldespatos que se encuentran parcialmente disueltos, generando porosidad de tipo secundaria. Pertenecen a las Facies 1 (Am). Aumenta la porosidad.

- **Compactación:** muchos granos, de la muestra 1, se encuentran orientados de manera preferencial que podría ser producto de la compactación. Pertenecen a las Facies 1 (Am). Disminuye la porosidad.

#### 4.1.6- Tabla composicionales y triángulos

Prof. (mbbp)	Muestra	Clasificación	Clastos				Matriz	Cemento	Distribución	Porosidad			
			Líticos	Cuarzos	Feld.	Acc.				Abundancia	Distribución	Tamaño	Textura
599,65	1	arenita lítica	65%	20%	15%	MO y Pi	arcillosa	Caolinita	Heterogenea	0%	X	X	X
598,25	2	arenita lítica	60%	22%	18%	Zr	arcillosa	Caolinita	Homogenea	10 a 15%	Mod. homogenea	Abun. meso y micro	Ig, It e Ic
597,43	3	arenita lítica	65%	20%	15%	MO y Pi	arcillosa	Cao., Qz 2rio y parches carb.	Homogenea	15%	Homogenea	meso y micro	Ig, It e Ic
596,92	4	arenita lítica	55%	25%	15%	MO y Pi	arcillosa	Caolinita y parches carb.	Heterogenea	15%	Mod. homogenea	meso y micro	Ig, It e Ic
596,1	5	arenita lítica	65%	20%	15%	MO y Pi	arcillosa	Caolinita y parches carb.	Heterogenea	20 a 25%	Homogenea	Abun. meso y micro	Ig, It e Ic
593,85	6	arenita lítico-feldespática	60%	20%	20%	MO y Pi	arcillosa	Caolinita y Qz 2rio	Homogenea	15%	Mod. homogenea	meso y micro	Ig, It e Ic
591,8	7	arenita lítica	65%	20%	15%	MO(-)	arcillosa	Caolinita y parches carb.	Homogenea	10%	Mod. homogenea	meso y micro	Ig e It
591,3	8	arenita lítica	65%	20%	15%	MO y Pi	arcillosa	Caolinita	Heterogenea	0%	X	X	X

Ic: intercrystalina  
 It: intragranular  
 Ig: intergranular  
 M: poros mólidos

Figura 7. Tabla composicional del pozo Pp.Nq.PTu.a-1001.

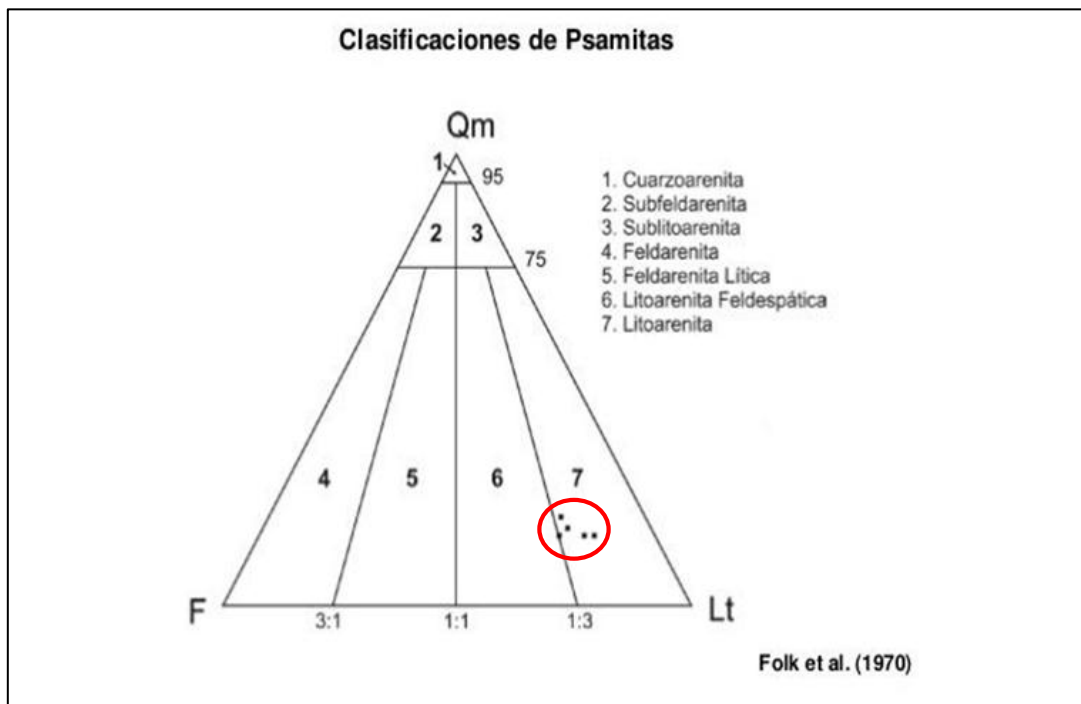
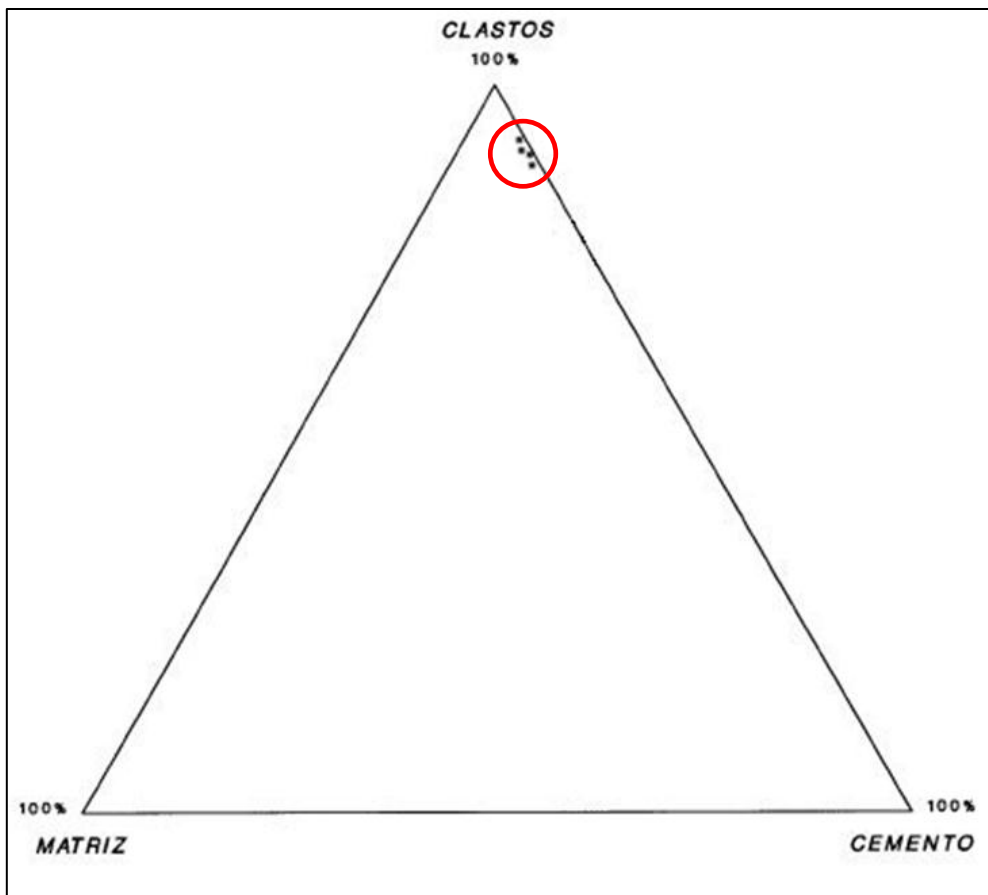


Figura 8. Triángulo composicional de Folk (1970).



**Figura 9.** *Triángulo de los componentes de las psamitas.*

## Pozo: Pp.Nq.PTu.a-1002

La Fig. 10, muestra la ubicación del sondeo y de la correspondiente corona.

País: Argentina

Cuenca: Neuquina

Provincia: Neuquén

Localidad: Cutral-Có /Plaza Huincul

Yacimiento: Puesto Touquet

Coordenadas: X= 5.682.250,03 Y= 2.487.250,11

Cota: 591,29 m.r.n.m.

Profundidad (1era carrera con corona): 737,80 a 747 mbbp

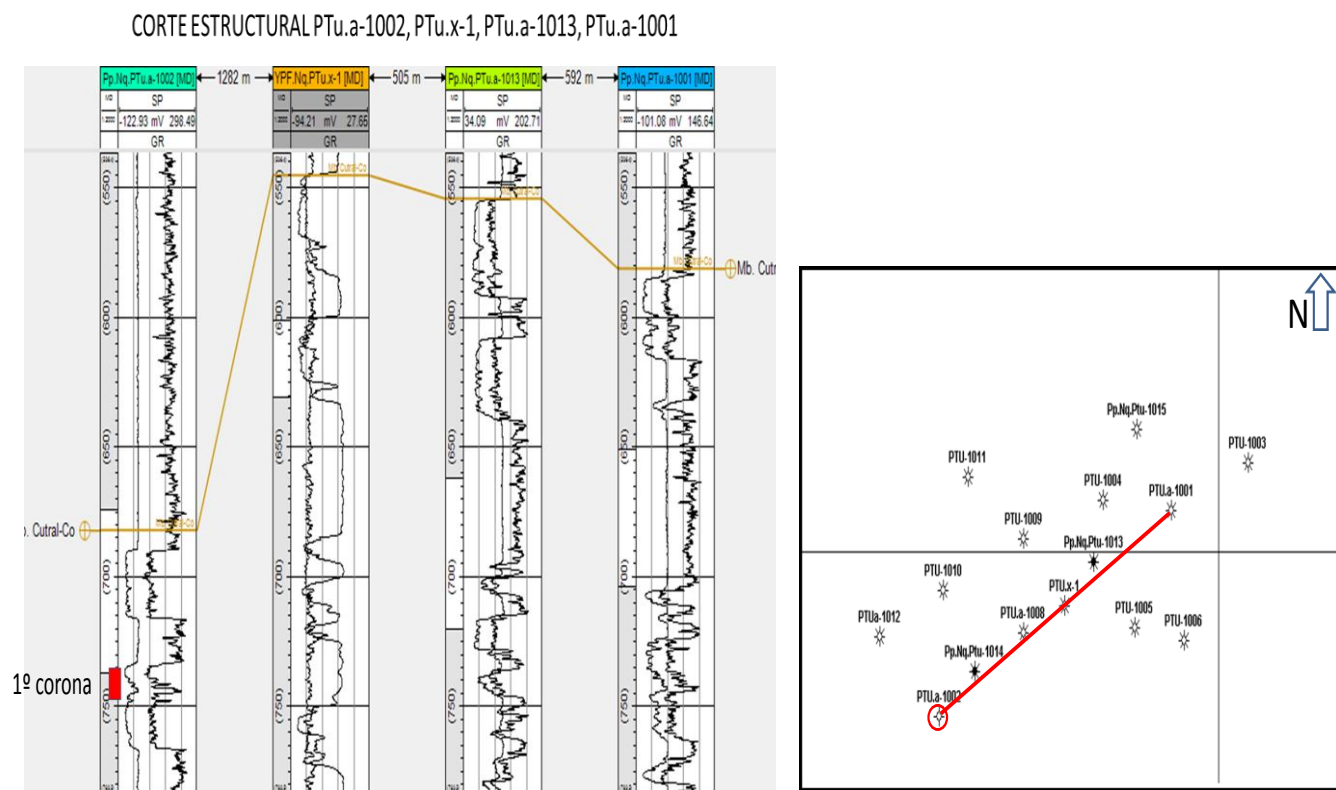
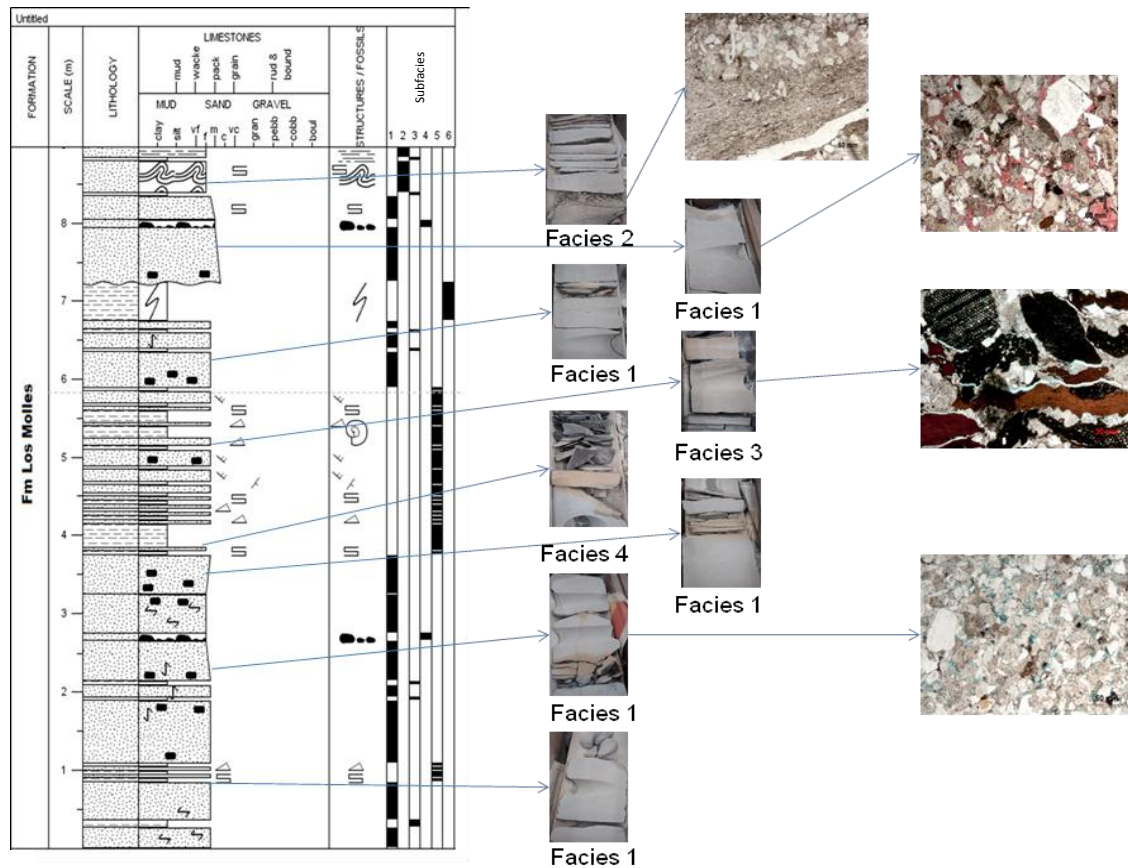


Figura 10. Corte Estructural. Primera carrera con corona (rojo) y ubicación del sondeo. Pozo Pp.Nq.PTu.a-1002.



**Figura 11.** Perfil Selley (izquierda), fotos corona (centro) y fotos microscopio corte delgado (derecha) del Pozo Pp.Nq.PTu.a-1002.

En el perfil Selley (figura 11) de la primera carrera con corona del pozo Pp.Nq.PTu.a-1002 se pudo observar arena masiva fina dominante, arenisca media a gruesa subordinada y, a diferencia con el pozo Pp.Nq.PTu.a-1001, un mayor contenido de areniscas y pelitas intercaladas de un espesor mayor de hasta 0,6 m.

Además, se observaron algunas areniscas laminadas, estratificación flaser, estratificación lenticular, clastos pelíticos de tamaños cercanos a 1 cm, fracturas (bandas de deformación) con diferentes longitudes y un fósil, que por sus características se clasificaría dentro del orden Amonites (Dv medio a K).

#### 4.1.1- Análisis de Cutting

En este sondeo se describieron desde los 605 hasta los 956 metros, con la finalidad de diferenciar los cambios litológicos. Encontrándose paquetes

arenosos de 39 m con intercalaciones fangolíticas a arcillitas de 85 m. En el anexo se encuentra la descripción completa.

#### MIEMBRO CUTRAL-CO (682-926 m)

716 m a 731 m: FANGOLITA a ARCILLITA: dominio de fangolitas. Escasos líticos. Se observaron venillas de cuarzo. Arenisca calcárea muy subordinada.

734 m: ARENISCA CALCAREA: arenisca fina, moderada reacción con HCl. Cemento blanco. Moderadamente bien seleccionada. El color es gris claro (N7).



**Imagen 8.** Cambio litológico 731 m a 734 m.

737 m a 746 m: **1er CARRERA CON CORONA.**

764 m a 794 m: FANGOLITA a ARCILLITA: ídem anterior. Arenisca subordinada.

797m a 806m: ARENISCA CALCAREA: ídem anterior, presencia de micas y líticos.



**Imagen 9.** Cambio litológico 794 m a 797 m.



Imagen 10. Cutting Pozo 1002 de 650 m a 956 m.

#### 4.1.2- Cortes delgados de Cutting

C5 (350 m) Miembro Pelítico Inferior: se observa una granulometría fina (pelita) que podría ser arcillita a limolita. Se observan algunos clastos de cuarzo, feldespatos y calcita (teñida de rojo) (Imagen 11).

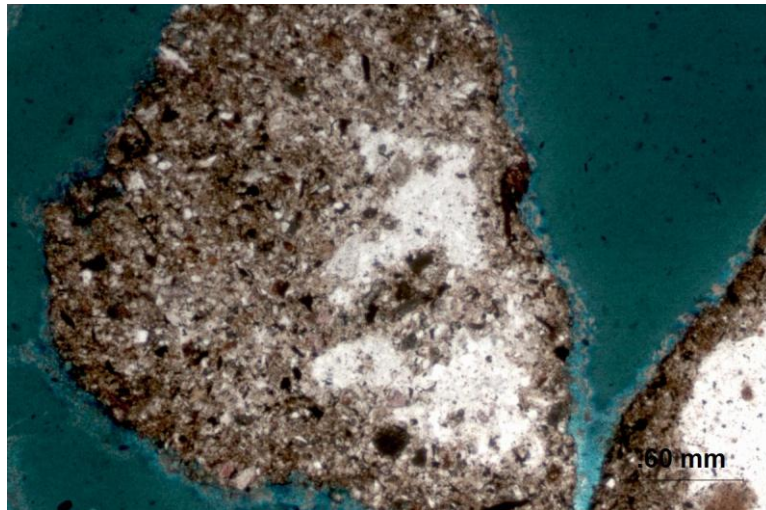
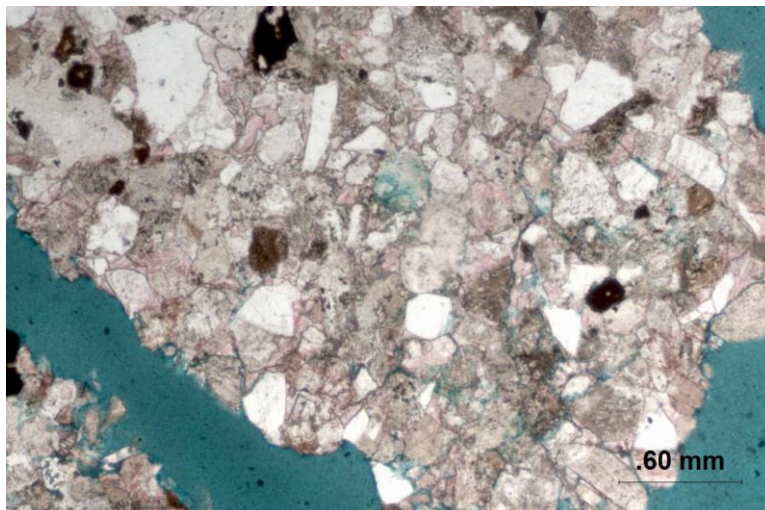


Imagen 11. Muestra de pelita.

C6 (704 m) Miembro Cutral-Có: se observan mayormente clastos tamaño arena fina líticos volcánicos, cuarzo y feldespato. Moderada a buena selección (Imagen 12).

No se observa matriz, cemento de calcita (teñido de rojo). Se observa muy buena porosidad intergranular, intragranular e intracristalina. Poca materia orgánica.



**Imagen 12.** Arenisca lítica con muy buena porosidad y cemento calcítico.

C7 (758 m) Miembro Cutral-Có: ídem anterior

C8 (788 m) Miembro Cutral-Có: pelitas con materia orgánica, arcillosas a limosas. Se observa cemento carbonático en parches.

C9 (806 m) Miembro Cutral-Có: se observan clastos tamaño arena fina, líticos volcánicos, cuarzo y feldespato. La selección es buena. No se observa matriz, cemento de calcita (teñido de rojo). Se observa buena porosidad. No se observa materia orgánica.

C10 (887 m) Miembro Cutral-Có: ídem anterior

C11 (923 m) Miembro Cutral-Có: ídem anterior

#### **4.1.4- Descripción de facies**

Facies 1: Arenisca masiva (Am)

Descripción: se incluyen dentro de esta facies arenisca tractiva de grano fino y subordinadamente medio y grueso, en ambos casos masiva y con clastos

pelíticos de variados tamaños (alrededor de 1cm). Se observan escasas fracturas subhorizontales, la mayoría rellenas por material fino arcilloso.

Interpretación: las areniscas masivas se interpretan como una rápida depositación de sedimentos transportados por flujos de alta densidad. Los intraclastos pelíticos son producto de flujos erosivos.

Es una de la facies con mejor condición de reservorio.

Facies 2: Areniscas laminadas (Al)

Descripción: se incluyen en esta facies areniscas laminadas de granulometría media a fina que presentan laminación convoluta.

Interpretación: las areniscas laminadas se interpretan como una lenta depositación de sedimentos por flujos de baja densidad.

Es una de la facies con mejor condición de reservorio.

Facies 3: Arena/pelita(A/P)

Descripción: intercalación de arenas con una proporción baja de pelitas laminadas. Estratificación flaser.

Interpretación: flujos turbidíticos de baja densidad donde tenemos procesos de tracción-decantación (predominan los de tracción).

Facies 4: Pelita/ arena (P/A)

Descripción: pelitas y en forma subordinada arenas finas. Estratificación lenticular.

Interpretación: flujos turbidíticos de baja densidad donde tenemos procesos de tracción-decantación (predominan los de decantación).

Consideraciones paleoambientales generales:

Al presentar areniscas laminadas, menor espesor de areniscas masivas y espesores considerables de pelitas laminadas comparándolas con los testigos

corona de los pozos Pp.Nq.PTu.a-1001 Pp.Nq.PTu.a-1013 e YPF.Nq.PTu.x-1 (carrera 1 y 2), me indica que estamos en posiciones más distales.

Según Mutti y Ricci Lucchi (1975) estamos en presencia de una facies D1 (el más difundido en los depósitos turbidíticos). La proporción de arenisca es mayor que la de pelitas. Granulometría de fina a muy fina. Se trata de materiales transportados a partir de una corriente de turbidez diluida.

#### 4.1.5- Diagénesis

- **Compactación inicial:** se encuentra en los primeros estadios de la diagénesis. Disminuye la porosidad.
- **Alteración de granos:** se pueden observar que los clastos líticos volcánicos y muchos feldspatos se encuentran alterados a arcillas. Pertenecen a la Facies 1 (Am). Disminuye la porosidad.
- **Crecimiento secundario de cuarzo:** en la muestra 7 se llega a observar este tipo de crecimiento pero no es significativo. Pertenecen a la Facies 1 (Am). Disminuye la porosidad.
- **Cementación por calcita:** es muy importante porque se encuentra tanto en los espacios intergranulares como los intragranulares disminuyendo la porosidad y la permeabilidad de la roca. Pertenecen a la Facies 1 (Am).
- **Cementación por caolinita:** se encuentra tanto en los espacios intergranulares como los intragranulares disminuyendo la porosidad y la permeabilidad de la roca. Pertenecen a la Facies 1 (Am).
- **Disolución:** se observan feldspatos total y parcialmente disueltos. Esto es muy importante porque generan porosidad de tipo secundaria. Pertenecen a la Facies 1 (Am). Aumenta la porosidad.
- **Compactación:** se observa muy marcada en la muestra 6 como la materia orgánica presenta una orientación producto de la compactación. Esto reduce significativamente la porosidad. Pertenecen a la Facies 1 (Am).

#### 4.1.6- Tabla composicionales y triángulos

Prof. (mbbp)	Muestra	Clasificación	Clastos				Matriz	Cemento	Distribución	Porosidad			
			Líticos	Cuarzos	Feld.	Acc.				Abundancia	Distribución	Tamaño	Textura
746,5	1	arenita lítico-feldespática	50%	20%	30%	MO y Pi	No obs.	caolinita	Heterogénea	15 a 18%	Mod. Homogénea	meso y micro	Ig, It, Ic y M
744,9	2	arenita lítico-feldespática	45%	25%	30%	MO	No obs.	calcítico	Heterogénea	15%	Mod. Homogénea	meso y micro	Ig, It, Ic y M
743,9	3	arenita lítico-feldespática	50%	20%	30%	MO	No obs.	caolinita y calcita	Homogénea	15%	Homogénea	meso y micro	Ig, It e Ic
743,2	4	arenita lítica	55%	30%	15%	Pi y MO	No obs.	calcítico	Homogénea	0%	X	X	X
741,8	5	arenita lítico-feldespática	50%	25%	25%	MO+	No obs.	no observado	Heterogénea	0%	X	X	X
740,55	6	arenita lítica	60%	25%	15%	MO+ y Pi	No obs.	calcita y caolinita	Homogénea	12 a 15%	Homogénea	meso y micro	Ig, It e Ic
739,15	7	arenita lítica	60%	25%	15%	MO+ y Pi	No obs.	calcítico y Qz zrio	Heterogénea	0%	X	X	X
738,6	8	arenita lítica	60%	25%	15%	MO+	No obs.	caolinita y calcita	Heterogénea	15 a 18%	Homogénea	meso y micro	Ig, It, Ic y M

Ic: intercrystalina  
 It: intragranular  
 Ig: intergranular  
 M: poros mólidos

Figura 12. Tabla composicional del pozo Pp.Nq.PTu.a-1002.

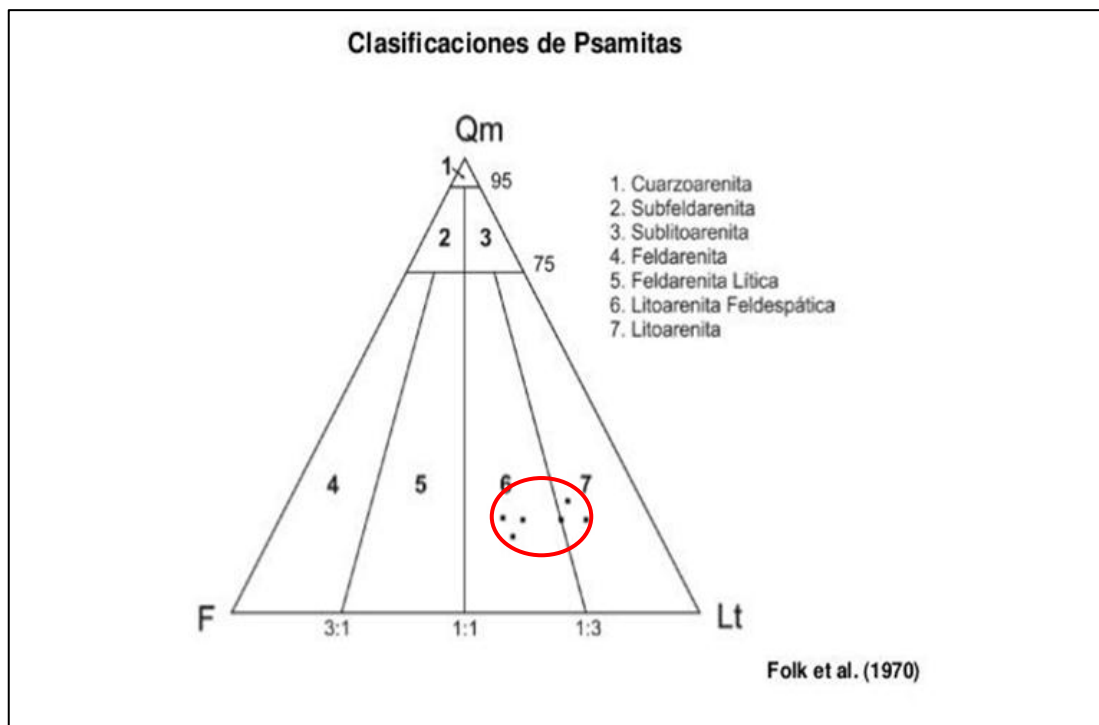


Figura 13. Triángulo composicional de Folk (1970).

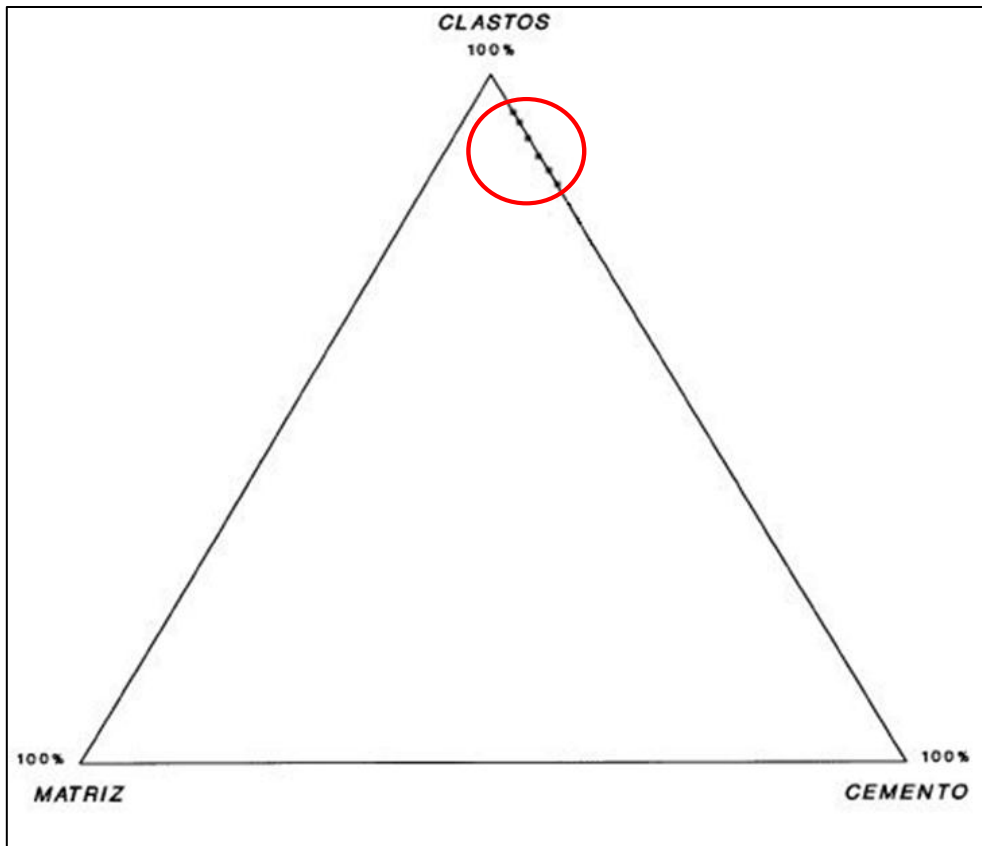


Figura 14. Triángulo de los componentes de las psamitas.

## Pozo: Pp.Nq.PTu.a-1013

La Fig. 15, muestra la ubicación del sondeo y de la correspondiente corona.

País: Argentina

Cuenca: Neuquina

Provincia: Neuquén

Localidad: Cutral-Có /Plaza Huincul

Yacimiento: Puesto Touquet

Coordenadas: X= 5.683.051 Y= 2.488.844

Cota: 582 m.r.n.m.

Profundidad (1era carrera con corona): 613 a 622,22 mbbp

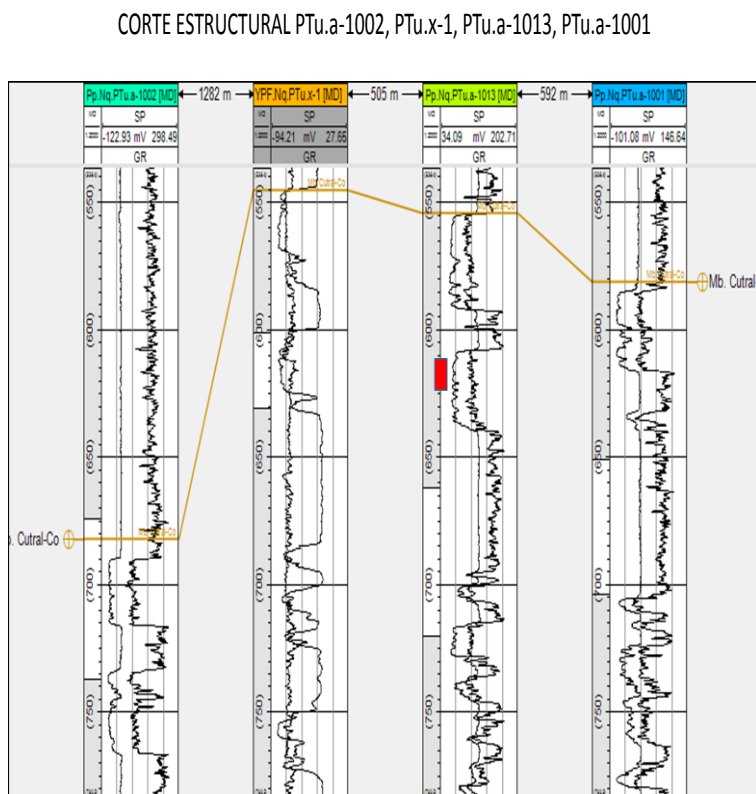
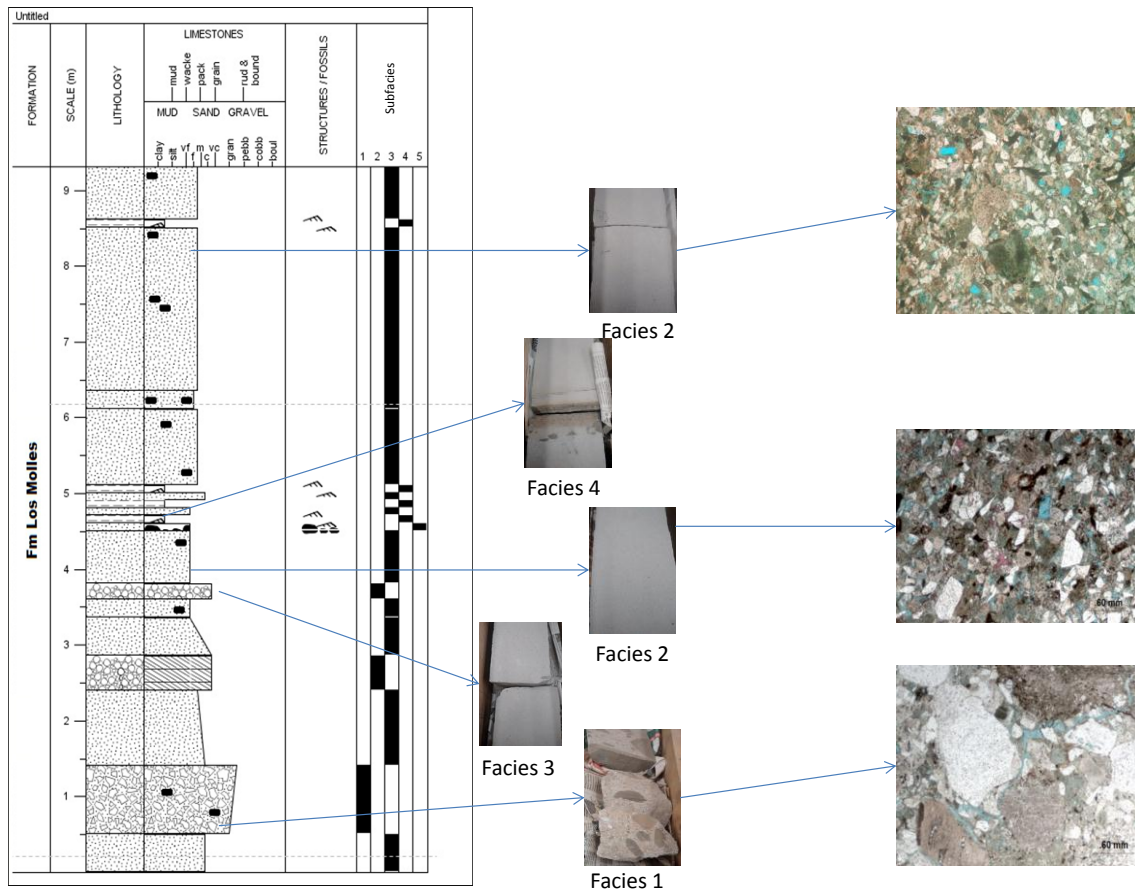


Figura 15. Corte Estructural. Primera carrera con corona (rojo) y ubicación del sondeo. Pozo Pp.Nq.PTu.a-1013.



**Figura 16:** perfil Selley (izquierda), fotos corona (centro) y fotos microscopio corte delgado (derecha) del Pozo Pp.Nq.PTu.a-1013.

En el perfil Selley (figura 16) de la primera carrera con corona del pozo Pp.Nq.PTu.a-1013 se pudo observar un dominio de la arenisca masiva fina subordinada por arenisca media y gruesa (esta última en algunos casos grada a arenisca fina). Cerca de la base, se observa un conglomerado con clastos líticos y pelíticos de diversos tamaños (0,5 a 3cm). Además, en la parte inferior de la columna, la arenisca conglomerádica presenta una estratificación gradada normal con clastos líticos de aproximadamente 0,5 cm.

Las intercalaciones entre pelitas y areniscas con estratificación ondulítica se dan en espesores pequeños alrededor de los 0,5cm.

#### 4.1.4- Descripción de facies

Facies 1: Conglomerado (C)

Descripción: conglomerado clasto-sostén con clastos líticos y pelíticos (0,5 a mayores de 3 cm), algunos de estos laminados. Muy mala selección. Clastos de gran tamaño flotando en una matriz fina.

Interpretación: se interpreta como depósitos de flujo de detritos cohesivos.

Facies 2: Arenisca masiva (Am)

Descripción: se incluyen dentro de esta facies areniscas tractivas de grano fino y subordinadamente medio y grueso, en ambos casos masiva y con clastos pelíticos de variados tamaños (1 a 2 cm).

Interpretación: las areniscas masivas se interpretan como una rápida depositación de sedimentos transportados por flujos de alta densidad. Los intraclastos pelíticos son producto de flujos erosivos.

Es una de la facies con mejor condición de reservorio.

Facies 3: Arenisca conglomerádica (AC)

Descripción: Arenisca conglomerádica con estratificación gradada normal (grada hasta una arenisca fina).

Interpretación: La arenisca conglomerádica se interpreta como el producto de un flujo tractivo de alta energía (la mayor energía observada en las coronas) que va disminuyendo gradualmente hasta convertirse en una arenisca fina transportada por un flujo tractivo de menor energía.

Facies 4: Arena/pelita (A/P)

Descripción: comprende delgadas capas (menor a los 0,5 cm de espesor) de areniscas tractivas con estratificación ondulítica, de granulometría fina a muy fina que intercalan con pelitas laminadas generadas por decantación.

Interpretación: la alternancia de arenas y pelitas sugiere flujos tractivos de moderada energía que desaceleran generando depósitos finos dando como resultado depósitos heterolíticos.

Consideraciones paleoambientales generales:

La facies 1 puede ser interpretada como depósitos de flujos de detritos. Según Mutti y Ricci Lucchi (1975) estamos en presencia de una facies A1 (Conglomerado con matriz arenosa, sin estructura interna).

La facies 3 se interpreta como el producto de un flujo tractivo de alta energía. Comparándola con el resto de las coronas, las areniscas conglomerádicas son las de mayor energía.

Tanto las facies 2 y como la facies 4 pueden ser interpretadas como generadas por corrientes de turbidez. La generación de este tipo de corrientes puede estar relacionada a una inestabilidad del talud.

La facies 2 podría ser análoga de las “areniscas sin estructura” definidas por Walker (1978).

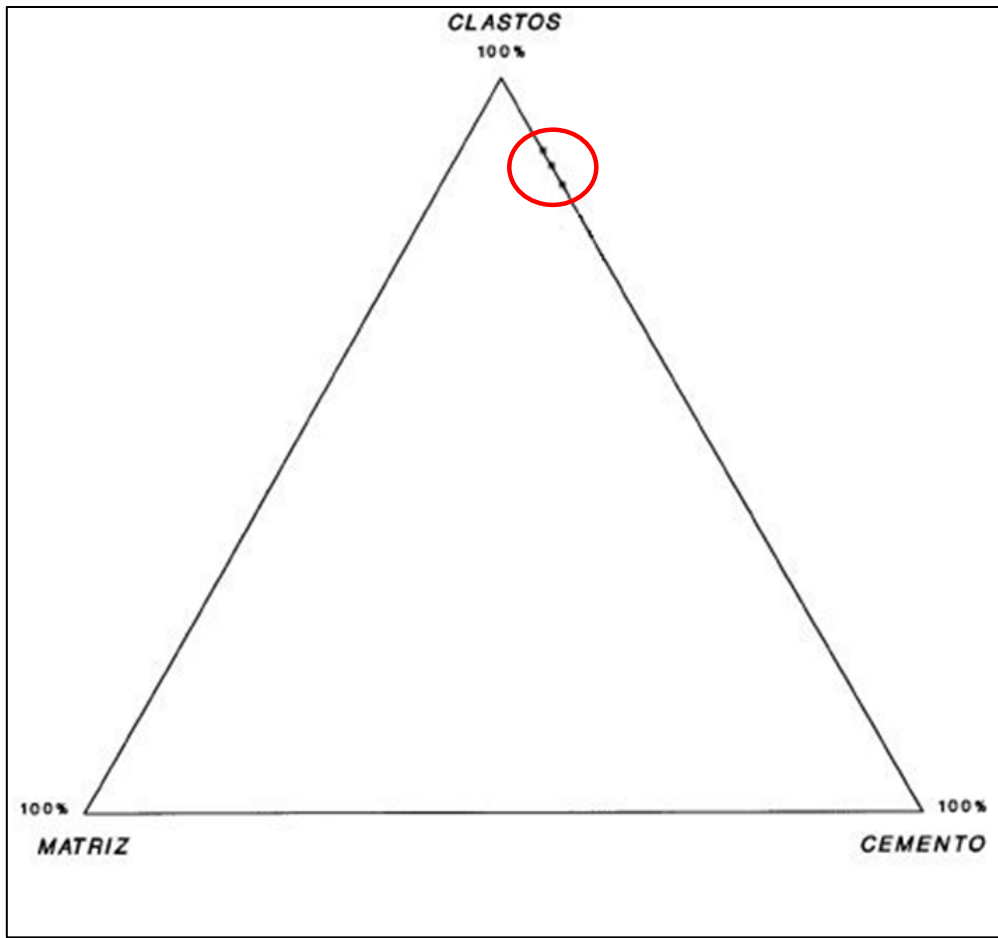
Por otro lado, siguiendo la clasificación deturbiditas clásicas de Mutti y Ricci Lucchi (1975) las facies 2 y 4 serían equivalentes a la facies C1 definida por estos autores como: niveles arenosos/pelíticos donde la arenisca es media a gruesa bien seleccionada con niveles masivos espesos y laminación ondulítica de poco espesor.

Según la clasificación de Walker (1978), comparando con el pozo Pp.Nq.PTu.a-1001, serían parte del lóbulo interno en una posición proximal.

#### 4.1.5- Diagénesis

- **Compactación inicial:** se encuentra en los primeros estadios de la diagénesis. Disminuye la porosidad.
- **Alteración de granos:** se pueden observar clastos líticos volcánicos y feldspatos alterados a arcillas. Fue observado en las facies 1 y 2. Disminución de la porosidad.
- **Cementación por caolinita y calcita:** es muy importante porque rellenan los macro y microporos de la roca, reduciendo su porosidad y permeabilidad. Fue observado en las facies 1 y 2. Disminución de la porosidad.





**Figura 19.** *Triángulo de los componentes de las psamitas.*

**Pozo: YPF.Nq.PTu.x-1**

Las Fig. 20, 22, 24 y 26 muestran la ubicación del sondeo y de las correspondientes carreras con corona.

País: Argentina

Cuenca: Neuquina

Provincia: Neuquén

Localidad: Cutral-Có /Plaza Huincul

Yacimiento: Puesto Touquet

Coordenadas: X= 5.682.783 Y=2.488.416

Cota: 584 m.r.n.m.

- Profundidad (1era carrera con corona): 544 a 553 mbbp

Cajón 1-7: 0,65 m

Cajón 5-7: 0,62 m

Cajón 2-7: 0,65 m

Cajón 6-7: 0,635 m

Cajón 3-7: 0,61 m

Cajón 7-7: 0,58 m

Cajón 4-7: 0,62 m

CORTE ESTRUCTURAL PTu.a-1002, PTu.x-1, PTu.a-1013, PTu.a-1001

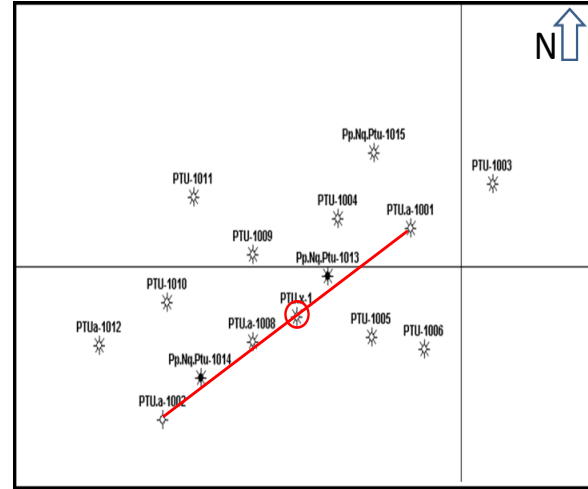
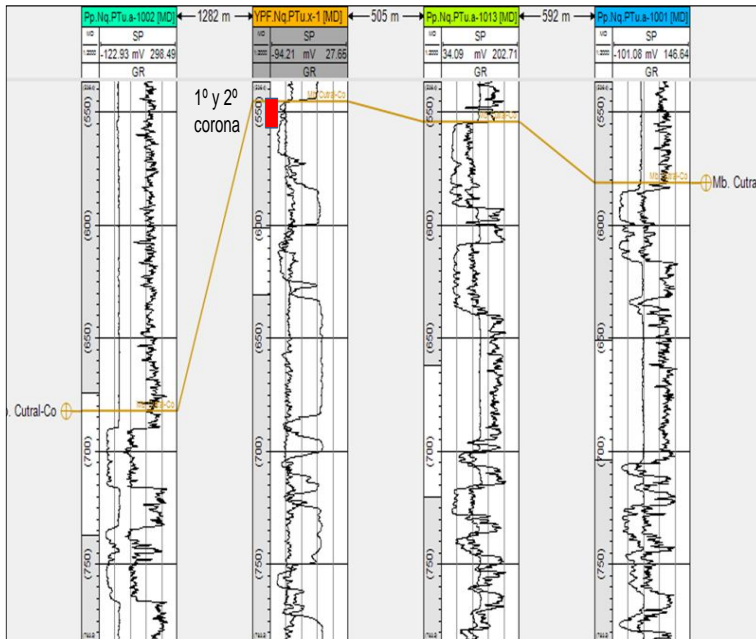


Figura 20. Corte Estructural. Primera carrera con corona (rojo) y ubicación del sondeo. Pozo YPF.Nq.PTu.x-1.

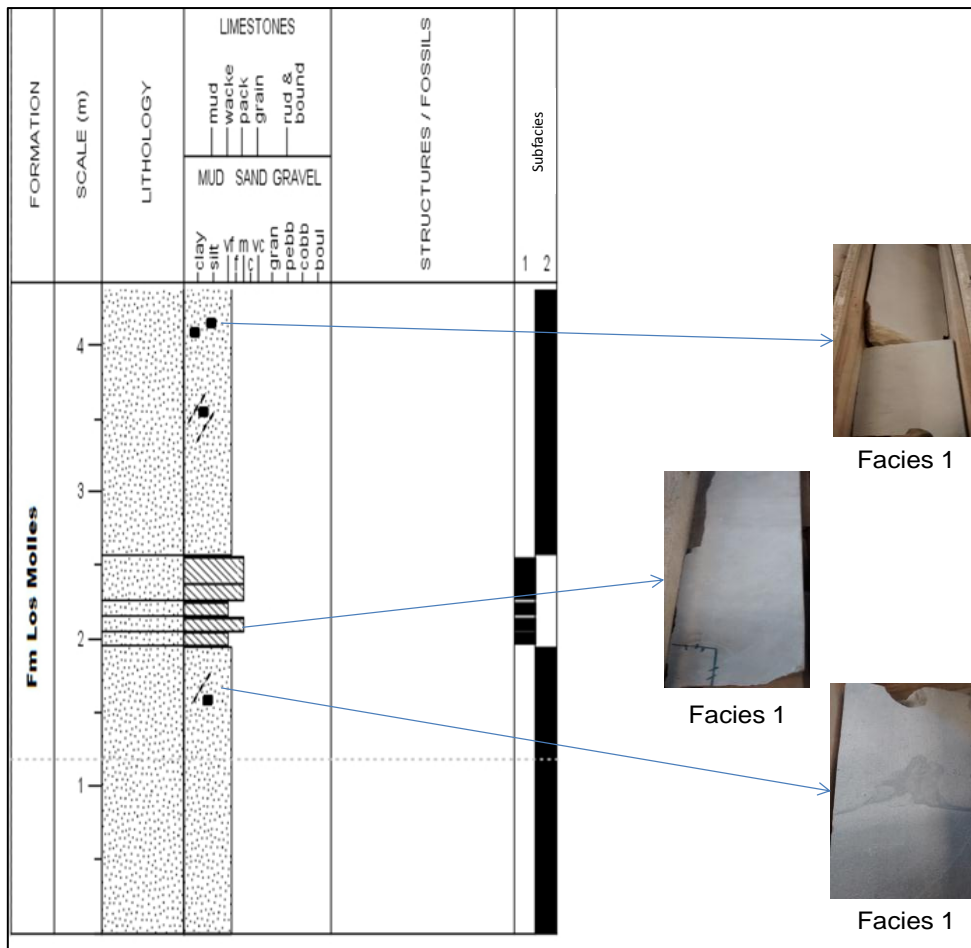


Figura 21: perfil Selley (izquierda), fotos corona (derecha) del Pozo YPF.Nq.PTu.x-1 (1er Carrera).

A lo largo de todo el perfil Selley (Figura 21) de la primera carrera con corona del pozo YPF.Nq.PTu.x-1, se pudo observar mayormente arenisca masiva de granulometría media muy subordinada por arenisca fina y gruesa. Presentan algunos clastos pelíticos aislados, donde se puede observar uno con deformación sinsedimentaria (escape de agua). Además se observan restos carbonosos de tamaño arena a lo largo de todo el perfil.

#### **4.1.4- Descripción de facies**

Facies 1: Arenisca masiva (Am)

Descripción: se incluyen dentro de esta facies areniscas tractivas de grano fino y subordinadamente medio y grueso, en ambos casos masivas y con clastos pelíticos de variados tamaños (de 0,8 a 3,5 cm) y restos carbonosos de (1 a 2 mm).

Interpretación: las areniscas masivas se interpretan como una rápida depositación de sedimentos transportados por flujos de alta densidad. Los intraclastos pelíticos son producto de flujos erosivos y los restos carbonosos transportados por ríos (flujos Hiperpícnicos?) desde el continente hasta el fondo marino.

Es una de la facies con mejor condición de reservorio.

Consideraciones paleoambientales generales:

La facies 1 puede ser interpretada como generada por corrientes de turbidez. La generación de este tipo de corrientes puede estar relacionada a una inestabilidad del talud. Podría ser análoga de las “areniscas sin estructura” definidas por Walker (1978).

Debido a sus características litofaciales semejantes, los pozos Pp.Nq.PTu.a-1001, Pp.Nq.PTu.a-1013 y YPF.Nq.PTu.x-1 (carrera 2) se podrían ubicar en lóbulo interno, sector proximal.

➤ Profundidad (2da carrera con corona): 553 a 562 mbbp

Cajón 1-12: 0,65 m

Cajón 7-12: 0,61 m

Cajón 2-12: 0,64 m

Cajón 8-12: 0,565 m

Cajón 3-12: 0,43 m

Cajón 9-12: 0,65 m

Cajón 4-12: 0,63 m

Cajón 10-12: 0,65 m

Cajón 5-12: 0,64 m

Cajón 11-12: 0,61 m

Cajón 6-12: 0,50 m

Cajón 12-12: 0,64 m

CORTE ESTRUCTURAL PTu.a-1002, PTu.x-1, PTu.a-1013, PTu.a-1001

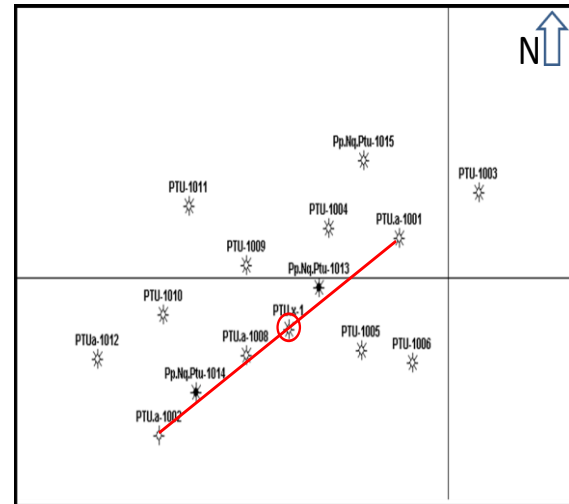
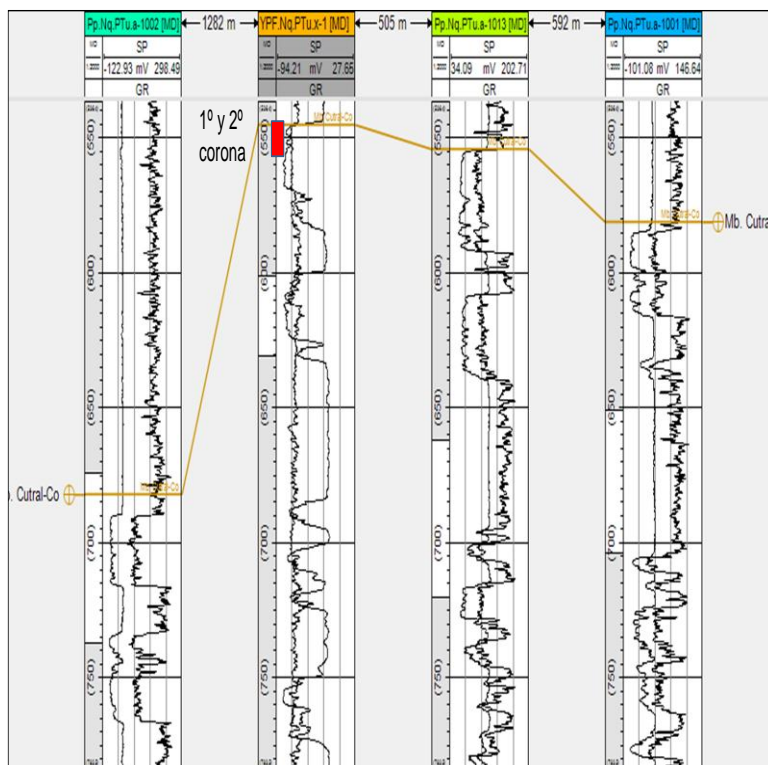
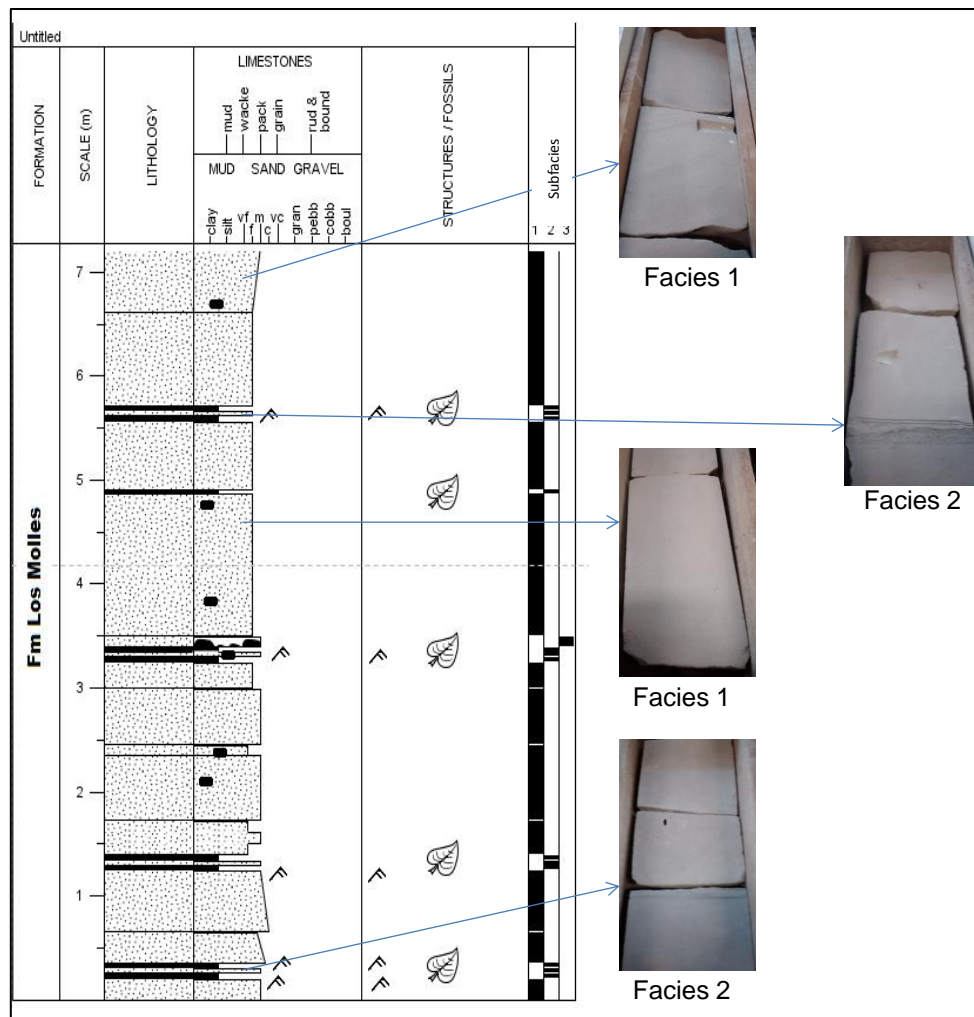


Figura 22. Corte Estructural. Segunda carrera con corona (rojo) y ubicación del sondeo. Pozo YPF.Nq.PTu.x-1.



**Figura 23:** perfil Selley (izquierda), fotos corona (derecha) del Pozo YPF.Nq.PTu.x-1 (2da Carrera).

A lo largo de todo el perfil Selley (Figura 23) de la segunda carrera con corona del pozo YPF.Nq.PTu.x-1, se pueden observar mayormente areniscas masivas de granulometría fina dominante, y arenisca media subordinada que en algunos casos grada a fina. Esta arenisca se encuentra interrumpida por intercalaciones de restos carbonosos y arenisca fina a media con estratificación ondulítica con un espesor entre 5 y 10 cm. También se observan clastos pelíticos aislados a lo largo de todo el perfil, algunos de hasta 3 cm.

#### 4.1.4- Descripción de facies

Facies 1: Arenisca masiva (Am)

Descripción: se incluyen dentro de esta facies areniscas tractivas de grano fino, medio y grueso, masivas y con clastos pelíticos de variados tamaños (0,4 a 4 cm) y algunos presentan imbricación.

Interpretación: las areniscas masivas se interpretan como una rápida depositación de sedimentos transportados por flujos de alta densidad. Los intraclastos pelíticos son producto de flujos erosivos

Es una de la facies con mejor condición de reservorio.

Facies 2: Arenisca/restos carbonosos (A/RC)

Descripción: areniscas intercaladas con restos carbonosos con estratificación ondulítica.

Interpretación: las areniscas que presentan intercalaciones con restos carbonosos se interpretan como sedimentos transportados desde el continente a través de ríos y que se depositan en el fondo marino.

Consideraciones paleoambientales generales:

Tanto las facies 1 como la facies 2 pueden ser interpretadas como generadas por corrientes de turbidez. La generación de este tipo de corrientes puede estar relacionada a una inestabilidad del talud.

La facies 1 podría ser análoga de las “areniscas sin estructura” definidas por Walker (1978).

Por otro lado, siguiendo la clasificación de turbiditas clásicas de Mutti y Ricci Lucchi (1975) las facies 1 y 2 serían equivalentes a la facies C1 definida por estos autores como: niveles arenosos/pelíticos donde la arenisca es media a gruesa bien seleccionada con niveles masivos espesos y laminación ondulítica de poco espesor.

Los restos carbonosos se puede interpretar como material continental que fue transportado por ríos (flujos hiperpícnicos) y depositados en el fondo marino.

Debido a sus características litofaciales semejantes, los pozos Pp.Nq.PTu.a-1001, Pp.Nq.PTu.a-1013 y YPF.Nq.PTu.x-1(carrera 1) se podrían ubicar en el lóbulo interno.

Podría ser ubicado dentro del lóbulo depositacional (sector proximal).

➤ Profundidad (3ra carrera con corona): 828 a 834 mbbp

Cajón 1-8: 0,62 m

Cajón 5-8: 0,57 m

Cajón 2-8: 0,65 m

Cajón 6-8: 0,60 m

Cajón 3-8: 0,61 m

Cajón 7-8: 0,73 m

Cajón 4-8: 0,62 m

Cajón 8-8: 0,61 m

CORTE ESTRUCTURAL PTu.a-1002, PTu.x-1, PTu.a-1013, PTu.a-1001

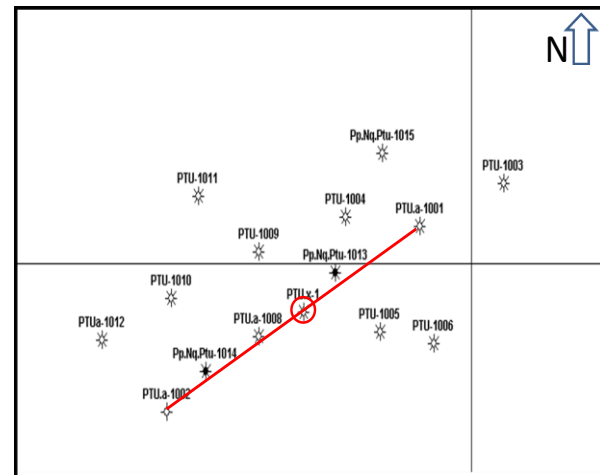
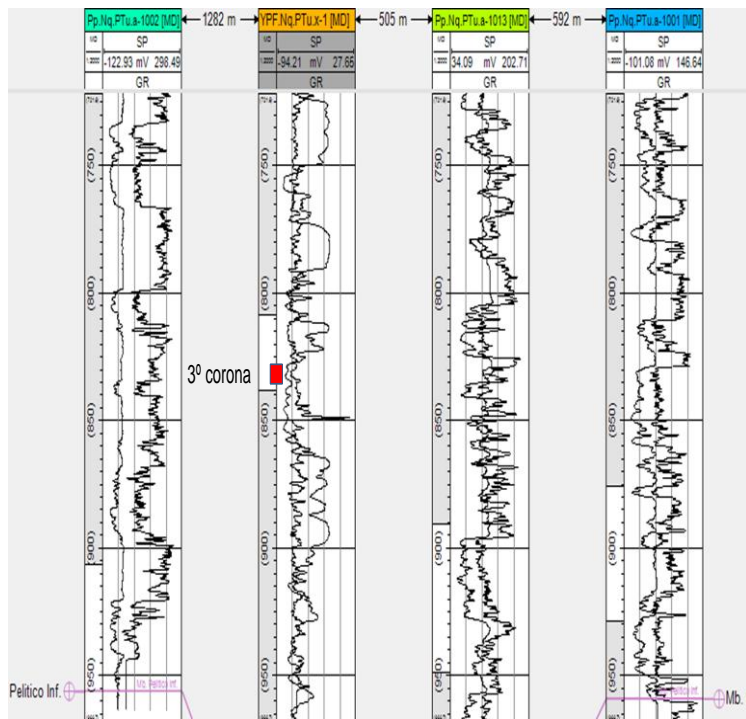
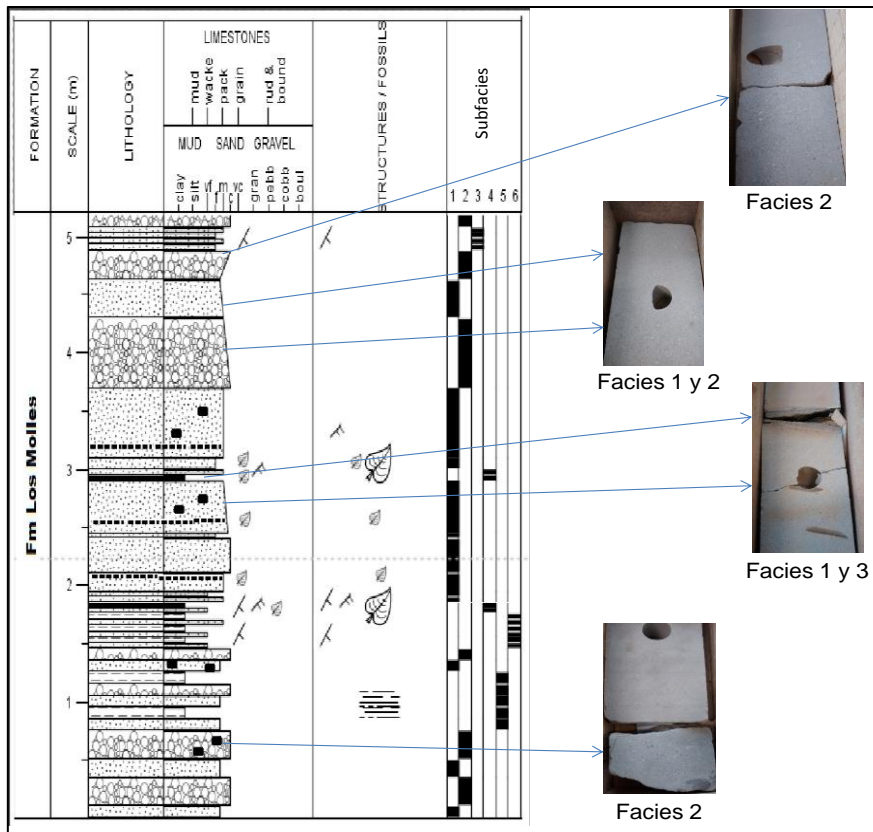


Figura 24. Corte Estructural. Tercera carrera con corona (rojo) y ubicación del sondeo. Pozo YPF.Nq.PTu.x-1.



**Figura 25.** Perfil Selley (izquierda), fotos corona (derecha) del Pozo YPF.Nq.PTu.x-1 (3er Carrera).

A lo largo de todo el perfil Selley (Figura 25) de la tercer carrera con corona del pozo YPF.Nq.PTu.x-1, se pudo observar mayormente arenisca masiva, pero a diferencia con los otros perfiles, las areniscas dominantes son medias y gruesas. Areniscas finas subordinadas. También se observaron, en la parte inferior y cerca del techo de la columna, areniscas con estratificación de bajo ángulo y estratificación planar. También, a lo largo de todo el perfil, areniscas conglomerádicas.

La arenisca se encuentra interrumpida por intercalaciones de restos carbonosos y pelitas con areniscas finas y medias con estratificación ondulítica y areniscas conglomerádicas

#### 4.1.4- Descripción de facies

Facies 1: Arenisca masiva (Am)

Descripción: se incluyen dentro de esta facies areniscas tractivas de grano fino, medio y grueso, masivas y con clastos pelíticos de variados tamaños (0,5 y mayores a 4 cm) y algunos presentan imbricación.

Interpretación: las areniscas masivas se interpretan como una rápida depositación de sedimentos transportados por flujos de alta densidad. Los intraclastos pelíticos son producto de flujos erosivos.

Es una de la facies con mejor condición de reservorio.

Facies 2: Arenisca conglomerádica masiva (ACm)

Descripción: se incluyen dentro de esta facies las areniscas conglomerádicas tractivas de grano grueso con estructura masiva.

Interpretación: La arenisca conglomerádica se interpreta como una rápida depositación de sedimentos transportados por flujos de alta energía (la mayor energía observada en las coronas).

Facies 3: Arenisca conglomerádica/arena/pelita (AC/A/P) (heterolítica)

Descripción: comprende una alternancia de litologías que dan como resultado depósitos heterolíticos. Debido a su escaso espesor se agruparon en una misma facies. Comprende la alternancia de areniscas conglomerádicas masivas con areniscas con laminación de bajo ángulo y ondúlítica y pelitas con restos carbonosos.

Interpretación: flujos tractivos de alta energía y corta duración que cuando finalizan dan lugar a la depositación de material fino. La presencia de restos carbonosos indicaría cercanía al continente o al menos aporte continental.

#### Consideraciones paleoambientales generales

La facies 1 podría ser análoga de las “areniscas sin estructura” definidas por Walker (1978).

La facies 2 se interpreta como el producto de un flujo tractivo de alta energía. Comparándola con el resto de las coronas, las areniscas conglomerádicas son las de mayor energía.

Esta facies puede ser interpretada como generada por corrientes de turbidez. La generación de este tipo de corrientes puede estar relacionada a una inestabilidad del talud.

Siguiendo la clasificación de turbiditas clásicas de Mutti y Ricci Lucchi (1975) la facies 3 sería equivalente a la facies C1 definida por estos autores como: niveles arenosos/pelíticos donde la arenisca es media a gruesa bien seleccionada con niveles masivos espesos y laminación ondulítica de poco espesor.

Al presentar espesores de areniscas masivas y areniscas conglomerádicas y en menor medida espesores de pelitas laminadas comparándolas con los testigos corona de los pozos Pp.Nq.PTu.a-1001 Pp.Nq.PTu.a-1013 e YPF.Nq.PTu.x-1 (carrera 1 y 2), me indica que estamos dentro del lóbulo depositacional.

Profundidad (4ta carrera con corona): 1027 a 1036 mbbp

Cajón 1-12: 0,63 m

Cajón 7-12: 0,58 m

Cajón 2-12: 0,52 m

Cajón 8-12: 0,49 m

Cajón 3-12: 0,57 m

Cajón 9-12: 0,49 m

Cajón 4-12: 0,64 m

Cajón 10-12: 0,61 m

Cajón 5-12: 0,55 m

Cajón 11-12: 0,58 m

Cajón 6-12: 0,65 m

Cajón 12-12: 0,53 m

CORTE ESTRUCTURAL PTu.a-1002, PTu.x-1, PTu.a-1013, PTu.a-1001

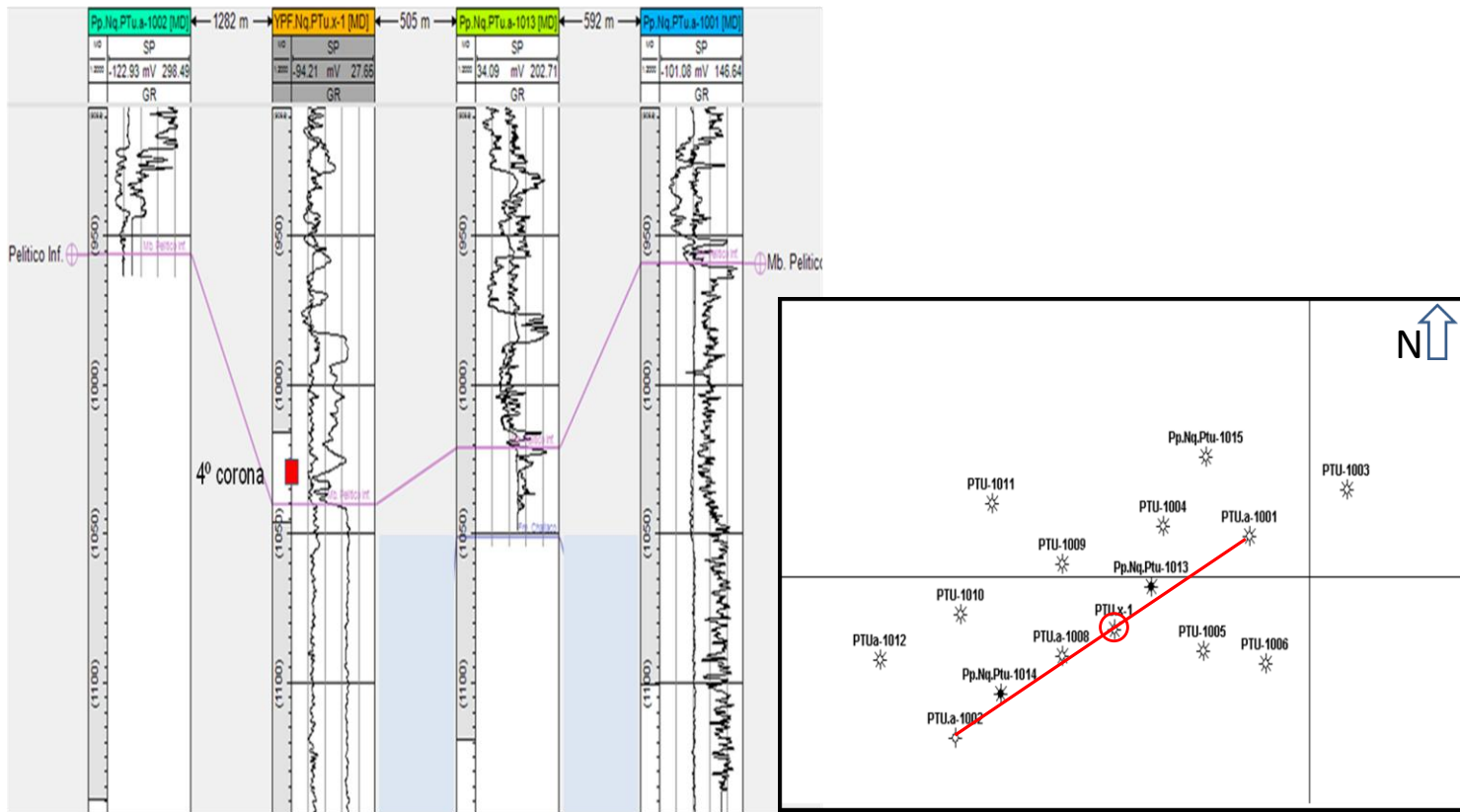


Figura 26. Corte Estructural. Cuarta carrera con corona (rojo) y ubicación del sondeo. Pozo YPF.Nq.PTu.x-1.

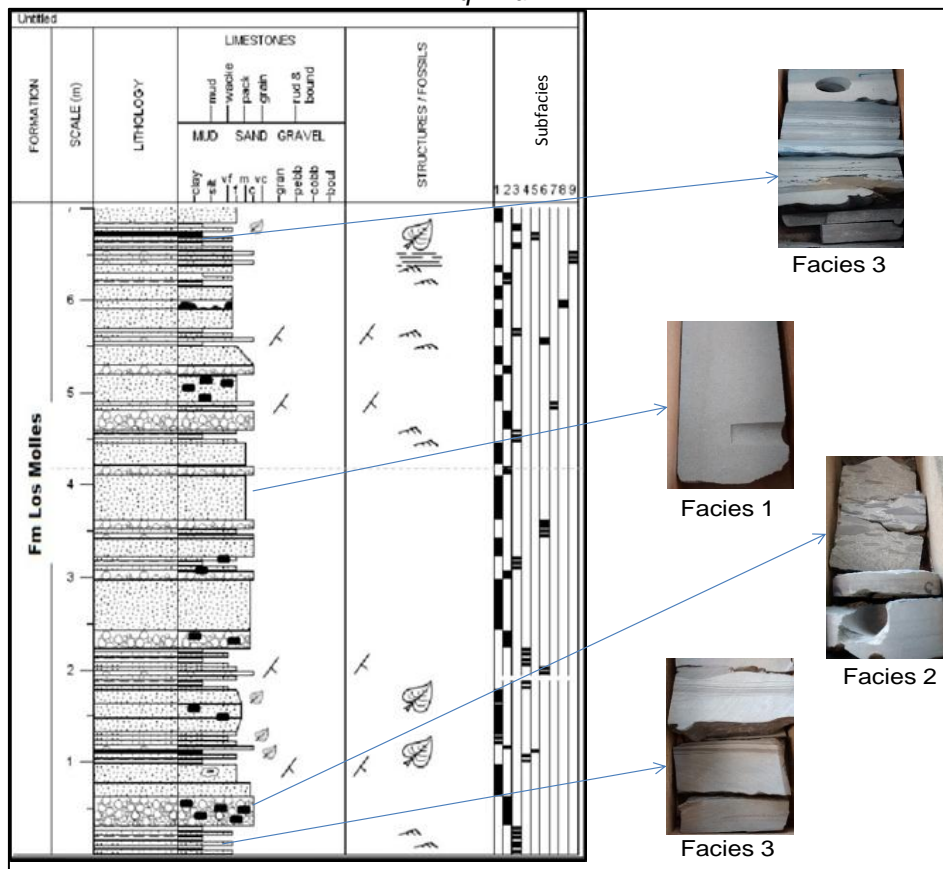


Figura 27. Perfil Selley (izquierda), fotos corona (derecha) del Pozo YPF.Nq.PTu.x-1 (4ta Carrera).

A lo largo de todo el perfil Selley (Figura 27) de la cuarta carrera con corona del pozo YPF.Nq.PTu.x-1, se pudo observar areniscas medias a gruesas masivas y subordinadas areniscas finas donde varias presentan estratificación de bajo ángulo. Cerca de la base del perfil se observan clastos pelíticos dentro de arenisca conglomerádica que presentan una orientación preferencial de gran tamaño (algunos mayores a los 5 cm) y por encima un clasto de arenisca conglomerádica dentro de la arenisca fina masiva. Llegando al techo, intercalación de areniscas finas con areniscas conglomerádicas, ambas con estratificación planar.

La arenisca se encuentra interrumpida a lo largo de toda la columna por intercalaciones de restos carbonosos y pelitas con areniscas finas y medias con estratificación ondulítica y areniscas conglomerádicas.

Facies 1: Arenisca masiva (Am)

Descripción: se incluyen dentro de esta facies areniscas tractivas de grano fino, medio y grueso, masivas y con clastos pelíticos de 4cm aproximadamente.

Interpretación: las areniscas masivas se interpretan como una rápida depositación de sedimentos transportados por flujos de alta densidad. Los intraclastos pelíticos son producto de flujos erosivos.

Es una de la facies con mejor condición de reservorio.

Facies 2: Arenisca conglomerádica masiva (ACm)

Descripción: se incluyen dentro de esta facies las areniscas conglomerádicas tractivas de grano grueso con estructura masiva.

Interpretación: La arenisca conglomerádica se interpreta como una rápida depositación de sedimentos transportados por flujos de alta energía (la mayor energía observada en las coronas).

Facies 3: Arenisca conglomerádica/arena/pelita (AC/A/P) (heterolítica)

Descripción: comprende una alternancia de litologías que dan como resultado depósitos heterolíticos. Debido a su escaso espesor se agruparon en una

misma facies. Comprende la alternancia de areniscas conglomerádicas masivas con areniscas con laminación de bajo ángulo y ondulítica y pelitas con restos carbonosos.

Interpretación: flujos tractivos de alta energía y corta duración que cuando finalizan dan lugar a la depositación de material fino. La presencia de restos carbonosos indicaría cercanía al continente o al menos aporte continental.

Consideraciones paleoambientales generales:

Al presentar areniscas con estratificación planar, menor espesor de areniscas masivas y espesores considerables de pelitas laminadas intercaladas con areniscas con estratificación ondulítica, comparándolas con los testigos corona de los pozos Pp.Nq.PTu.a-1001 Pp.Nq.PTu.a-1013 e YPF.Nq.PTu.x-1 (carrera 1 y 2), me indica que estamos en posiciones más distales.

Según Mutti y Ricci Lucchi (1975) estamos en presencia de una facies D1 (el más difundido en los depósitos turbidíticos). La proporción de arenisca es mayor que la de pelitas. Granulometría de fina a muy fina. Se trata de materiales transportados a partir de una corriente de turbidez diluida.

## Correlación perfiles de pozos

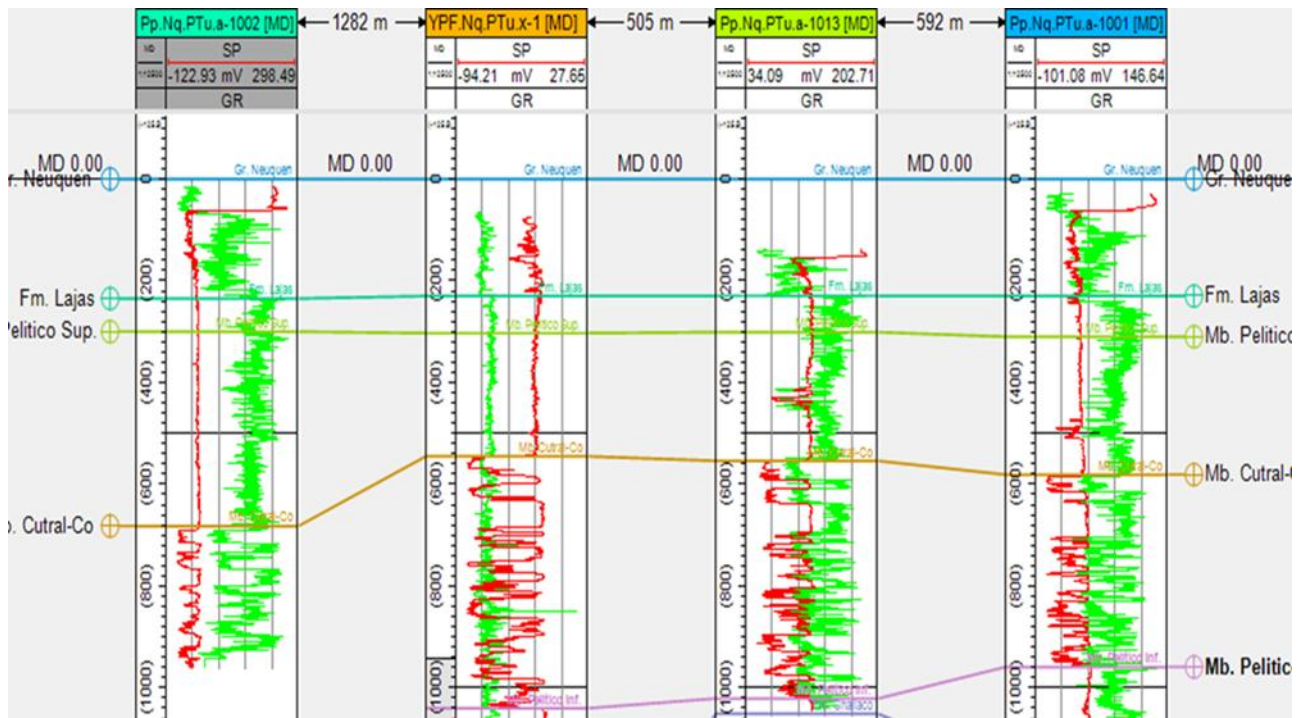


Figura 28. Correlación a partir de perfiles de pozos: potencial espontáneo (SP) línea roja y de rayos gamma (GR) línea verde.

## 4.2-Descripción Petrofísica del pozo Pp.Nq.PTu.a-1013

Los Estudios Petrofísicos, los cuales están divididos en Petrofísica Básica y Petrofísica Especial, fueron realizados con datos de la 1era carrera con corona del pozo Pp.Nq.PTu-1013. Las características más destacadas son su alta porosidad y baja permeabilidad.

Debido a estas características, se eligieron las muestras siguientes:

Plug 1-10-2: Ya analizamos el corte delgado al microscopio.

Plug 1-5-19: Alta porosidad (similar a la muestra 1-5-17 ya vista en corte delgado).

No se realizaron estudios de Mojabilidad debido a que la corona fue despreservada y las muestras ya estaban lavadas.

### **Estudios a realizar:**

**4.2.1-Petrofísica Básica:** La Petrofísica Básica comprende los estudios de Permeabilidad al gas, Porosidad, Densidad Aparente, Real y la Permeabilidad Absoluta al Gas y cálculo de la Permeabilidad Klinkenberg por correlación de cada plug. Estos estudios se realizan en condiciones estándar (STD: temperatura ambiente y presión atmosférica) y en condiciones de sobrecarga (temperatura ambiente y presión neta de sobrecarga, NOBP).

Primer paso: Se pesa la muestra en estado nativo. En equipo Soxhlet, se lavó la muestra con metanol (Imagen 13), alrededor de 4 horas, a fin de eliminar sales. Secado en estufa a 75°C aproximadamente 18 horas. Luego se mide la longitud (se toman 3 mediciones y se hace un promedio). Lo mismo ocurre con la medición del diámetro de la muestra. También vamos a considerar el peso seco con la balanza (Imagen 14).

Luego se toman diferentes parámetros como presión de empaquetamiento,  $\Delta P$ ,  $\Delta V$ ,  $\Delta T$ , temperatura, etc. que serán útiles para realizar los cálculos y así obtener la permeabilidad para cada muestra.

Lo mismo va a ocurrir cuando determinemos los valores del peso seco, los contrapesos que se usan para ocupar el volumen muerto y la lectura de la

presión en PSI. Todos estos, después de realizar los cálculos correspondientes, me van a dar los datos de porosidad.



**Imagen 13.** Equipo Soxhlet con la muestra colocada.



**Imagen 14.** Balanza digital analítica.

Petrofísica Básica							
Estudio de porosidad y permeabilidad							
Compañía:						Pozo: Pp.Nq.PTu.a-1013	
Yacimiento: Puesto Touquet						Carrera: 1	
Formación: Los Molles							
Condiciones STD							
Muestra	Profundidad de perforación [mbbp]	Densidad Efectiva [gr/cm3]	Densidad Aparente [gr/cm3]	Porosidad [%]	Permeabilidad al Gas [mD]	Permeabilidad por klinkenberg [mD]	Observaciones
1-10-1	613,2	2,63	2,03	22,83	0,5129	0,3351	
1-10-2	613,5	2,64	2,34	21,9	0,563	0,528	
1-10-3	613,8	2,62	1,98	24,37	0,5982	0,3945	
1-9-4	614,1	2,62	1,98	24,41	0,9004	0,6084	
1-9-5	614,4	2,62	1,98	24,47	1,0349	0,7051	
1-9-6	614,7	2,62	1,99	24,14	0,7818	0,5238	
1-8-7	615,02	2,63	2	24,04	0,8496	0,5721	
1-8-8	615,32	2,64	2,09	20,61	0,4299	0,2779	
1-8-9	615,62	2,62	1,98	24,37	0,7808	0,5231	
1-8-10	615,92	2,62	1,98	24,38	1,0119	0,6886	
1-7-11	616,22	2,64	2,26	14,28	0,0376	0,021	
1-7-12	616,52	2,63	2,01	23,52	1,0276	0,6999	
1-7-13	616,82	2,62	1,99	23,85	0,7572	0,5063	
1-6-14	617,12	2,61	2,01	23,19	0,2136	0,1324	
1-6-15	617,42	2,61	2,02	22,83	0,2479	0,155	
1-6-16	617,72	2,62	1,97	24,73	0,7993	0,5363	
1-5-17	618,03	2,63	1,96	25,18	1,9203	1,3579	
1-5-18	618,33	2,62	2,02	23,11	0,4106	0,2647	
1-5-19	618,63	2,66	2,06	22,7	1,38	0,963	
1-5-20	618,93	2,62	2,01	23,48	0,5717	0,3759	
1-4-21	619,23	2,63	2,02	23,49	1,3265	0,9175	
1-4-22	619,53	2,63	2,03	22,89	1,0729	0,7327	
1-4-23	619,83	2,63	2,01	23,79	1,2281	0,8454	
1-3-24	620,55	2,63	1,99	24,4	1,3397	0,9271	
1-2-25	621,2	2,6	2,09	19,57	0,1316	0,0792	
1-2-26	621,42	2,6	2,06	20,91	0,2473	0,1546	
1-1-27	622,16	2,63	2,01	23,6	2,0064	1,4226	

Figura 29. Cuadro de resultados Petrofísica Básica.

#### 4.2.2-Petrofísica Especial:

4.2.2a-CVP (Compresibilidad del Volumen Poral).

4.2.2b-Factor de Formación.

4.2.2c-Indice de resistividad

4.2.2d-Puntos extremos de saturación y permeabilidades efectivas en dichos puntos.

#### 4.2.2a-Compresibilidad del Volumen Poral

Para realizar el ensayo se utilizó la Celda Triaxial (Imagen 15 y 16) que llega a mediar hasta 10.000 PSI. Se comenzó el estudio utilizando un testigo de referencia que se utiliza para calibrar los valores. Se mide la diferencia de

presiones (Celda Triaxial) que serán convertidos en diferencias de volúmenes a partir de cálculos.

Cuando se preparó el testigo de referencia en la celda, se colocó aceite hidráulico antes de comprimirla. Se debe asegurar que no se encuentre en contacto con la muestra porque podría modificar sus propiedades.

Primero se midió con presión de empaquetamiento STD (300 PSI). Cada un determinado tiempo se controlaron los valores que van variando hasta que se estabilizan.

Luego se aumentó la presión de empaquetamiento a 500 PSI, luego 1000, 1300 (NOBP), 2000, 3000, y así sucesivamente hasta los 10000 PSI. De esta forma, se completó la primera vuelta. Luego se vuelve a presión STD para realizar la segunda y tercera vuelta. En estas, se vio que las diferencias de presiones disminuyen.

Una vez concluidos los estudios con los testigos, se utilizó la muestra. La metodología es la misma y se realizó hasta que las diferencias de presiones se estabilizaron.



**Imagen 15.** *Celda Triaxial.*



Imagen 16. Celda Triaxial para realizar ensayo de CVP.

### Compresibilidad del Volumen Poral

#### Muestra 1-5-19

Profundidad: Prof m Porosidad<sub>STD</sub>: 23 % Permeab. Gas<sub>STD</sub>: 001 mD

	Presión de Confinamiento [psi]	Volumen Poral [cm <sup>3</sup> ]	Coef. Compres. [(1/VP)*dVP/dP]
	500	14,225	6,1,E-05
	1000	13,937	3,1,E-05
<b>NOBP</b>	<b>1300</b>	<b>13,925</b>	<b>2,4,E-05</b>
	2000	13,649	1,5,E-05
	3000	13,481	1,0,E-05
	4000	13,361	7,7,E-06
	5000	13,268	6,1,E-06
	6000	13,193	5,1,E-06
	7000	13,129	4,4,E-06
	8000	13,073	3,8,E-06
	9000	13,024	3,4,E-06
	10000	12,980	3,1,E-06

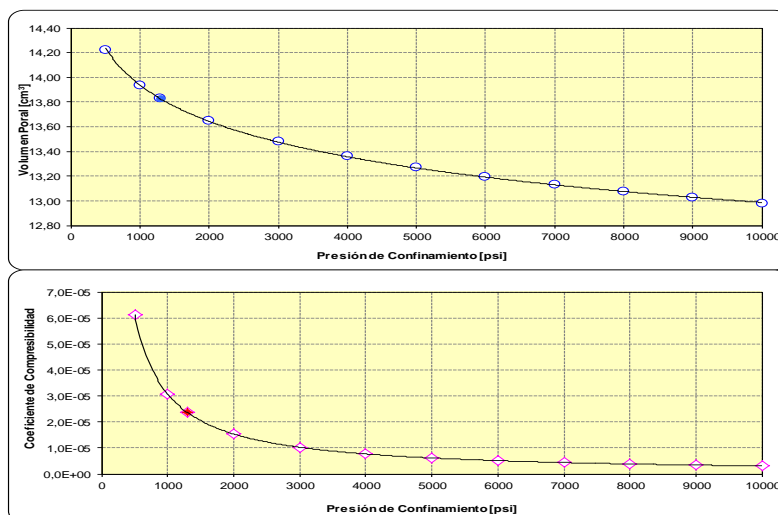


Figura 30. Resultados Compresibilidad del Volumen Poral. Muestra 1-5-19.

## Compresibilidad del Volumen Poral

### Muestra 1-10-2

Profundidad: Prof m Porosidad<sub>STD</sub>: 23 % Permeab. Gas<sub>STD</sub>: 001 mD

	Presión de Confinamiento [psi]	Volumen Poral [cm <sup>3</sup> ]	Coef. Compres. [(1/VP)*dVP/dP]
	500	13,698	6,45,E-05
	1000	13,407	3,22,E-05
NOBP	1300	13,297	2,48,E-05
	2000	13,116	1,61,E-05
	3000	12,946	1,07,E-05
	4000	12,826	8,06,E-06
	5000	12,732	6,45,E-06
	6000	12,656	5,37,E-06
	7000	12,591	4,60,E-06
	8000	12,535	4,03,E-06
	9000	12,485	3,58,E-06
	10000	12,441	3,22,E-06

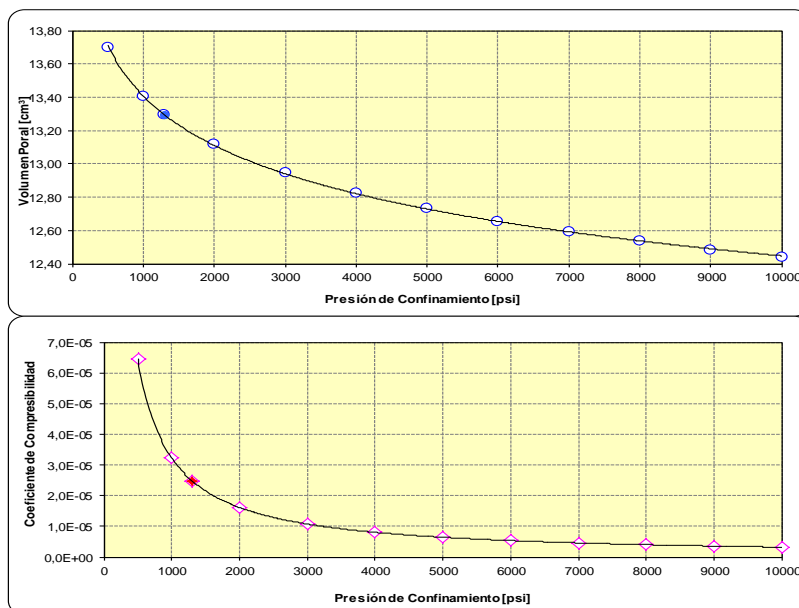


Figura 31. Resultados Compresibilidad del Volumen Poral. Muestra 1-10-2.

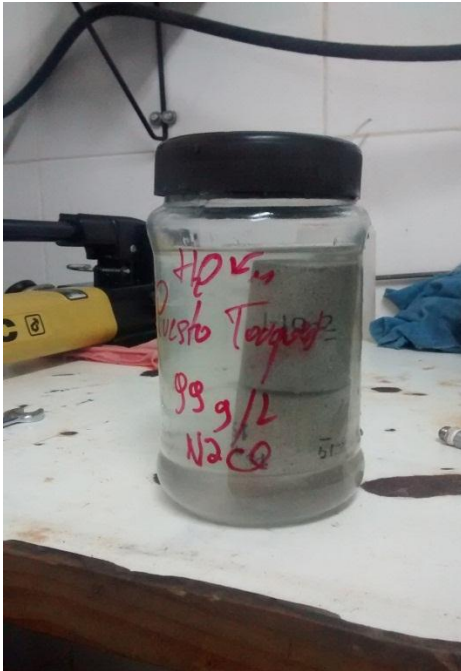
### 4.2.2b-Factor de Formación

La muestra se satura con agua de formación (por vacío y presión). Luego se deja en con esa misma agua hasta el momento de realizar el ensayo (Imagen 17). Esto evita perdidas por evaporación. Se pesa con la balanza electrónica y se anotan los valores en las respectivas planillas.

Volumen Poral muestra saturada: muestra 1-5-19 = 14,52% y muestra 1-10-2= 13,14%.

Ensayo Factor de Formación muestra 1-10-2: Se coloca agua de formación 99 gr/l NaCl en el botellón (Imagen 18). Se hace circular agua por la muestra y así poder determinar su permeabilidad absoluta al agua. Se lleva la muestra a presión estándar 300 PSI (Presión de confinamiento). Es fundamental que la muestra este sin aire, por eso se debe hacer ingresar el agua al sistema hasta

que pierde todo el aire y comienza a gotear en la zona del tapón de entrada. Luego este se ajusta (Imagen 19).



**Imagen 17.** Muestra saturada en agua de formación. **Imagen 18.** Botellón con agua de formación.



**Imagen 19.** Se observa el goteo en el tapón de entrada. El circuito se encuentra sin aire.

Se ingresa el agua con una presión de 150 PSI y no se observa goteo, esto indica que es una muestra de muy baja permeabilidad. Se lleva la presión a 200 PSI y se llena el caño de agua para acelerar el comienzo del goteo. Una vez que comienza a gotear se debe estabilizar.

Para determinar la permeabilidad se necesita: Tiempo (controlarlo cada 3 o 4 gotas aproximadamente), densidad de agua y el peso (recipiente + gotas) (Imagen 20). Para medir la resistividad necesito aislar la muestra con teflón en

la parte de entrada y salida (con esto evito medir la resistividad de la celda).  
Por la ley de Ohm tenemos la conductividad (Imagen 21).



**Imagen 20.** *Ensayo Factor de Formación.*



**Imagen 21.** *Ensayo Factor de Formación con medición de resistividad.*

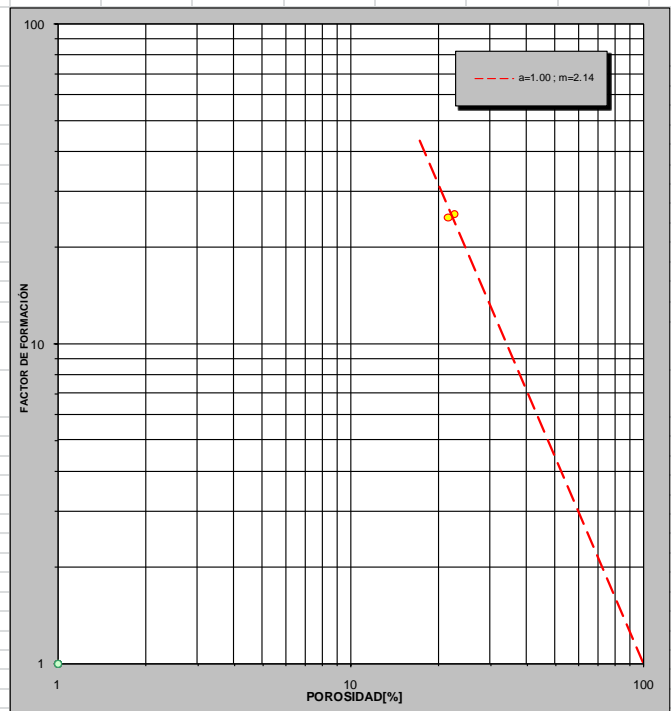
Luego se aumenta la presión de confinamiento a 1300 PSI (NOBP) y también se aumenta a 770 PSI la presión que le aplicamos al agua para que circule dentro de la roca. Se vuelve a pesar y se toma el tiempo de goteo.

### FACTOR DE FORMACIÓN @ Condiciones NOBP= psi

Muestra	Profundidad [mbbp]	Porosidad NOBP [%]	Factor de Formación	Resistividad (Ro) [ $\Omega \cdot m$ ]	"m"
1-5-19		22,6	25,6	2,08	2,18
1-10-2		21,7	24,9	2,02	2,11

Rw @ 20.0 °C : 0.811 [ $\Omega \cdot m$ ]

Factor de Formación (Archie) :  $FF = 1 \times \phi^{-2.14}$  ( $\phi$  = Porosidad como fracción del VP)



[\*] La resistividad del agua fue corregida utilizando el gráfico Gen-9 de Schlumberger

**Figura 32.** Resultados Factor de Formación. Muestras 1-5-19 y 1-10-2.

El valor del factor de cementación en las dos muestras es alto, siendo los valores normales entre 1,8 y 2. Esto podría deberse a un alto contenido de arcillas o espacio poral mas tortuoso.

### 4.2.2c-Puntos Extremos y 4.2.2d-Resistividad



**Imagen 22.** Ensayo Puntos Extremos. Desplazamiento del agua con un gas.

Se barre el agua con un gas (Imagen 22) y en cada punto de desplazamiento se toma la resistividad.

Primer paso: se barre el agua con gas por el orificio de purga (solo la entrada), para eliminar la que se encuentra en la cámara y así solo tener el agua de la muestra. Se aumenta la presión de gas y se busca un ángulo de inclinación apropiado, para tener mejor desplazamiento de agua. Al principio, se comienza a tomar mediciones cada 5 gotas más o menos. También se puede observar cómo se desplazan las burbujas de gas (Imagen 23) y se mide el tiempo.



**Imagen 23.** *Burbujas de gas en ensayo de Puntos Extremos.*

Luego se toman datos cada 20 min más o menos. Cuando termina de gotear, se ha concluido el ensayo.

Segundo paso: se barre el gas con agua de formación (Imagen 24) hasta que deje de burbujear. Al comenzar el ensayo, se tiene que verificar que el sistema esté estático (cuando deja de gotear).

Se coloca  $0,7\text{cm}^3/\text{min}$  de agua de formación en el sistema con una baja presión de 3 PSI, que se aumenta gradualmente. Luego comienza el burbujeo (Imagen 25) y cada 20 min aproximadamente se toman los valores. El ensayo finaliza cuando la totalidad del gas fue barrido (finaliza el burbujeo).



Imagen 24. Ensayo Puntos Extremos. Desplazamiento del gas con un agua de formación.



Imagen 25. Burbujeo.

**Saturación y Permeabilidad en Puntos Extremos @ NOBP = 1300 psi**

Muestra	Profundidad	Condiciones STD		Condiciones NOBP			Sistema Agua - Gas			
		Porosidad	Permeabilidad	Porosidad	Permeabilidad Abs. al Gas	Permeabilidad Abs. al Agua	Swirr	Kef Gas	Srg	Kef Agua
		[%]	[mD]	[%]	[mD]	[mD]	[%]	[mD]	[%]	[mD]
1-5-19	618,63	22,7	1,38			0,455	61,2	0,295	21,0	0,260
1-10-2	613,50	21,9	0,56			0,111	67,1	0,089	24,1	0,077

Figura 33. Resultados Puntos Extremos.

Muestra 1-5-19: Fluido móvil:  $(100 - Srg - Swirr) = 17\%$

Muestra 1-10-2: Fluido móvil: (100-Srg-Swirr=8,8%)

Al ser muestras pocos permeables, son propensas a tener un rango móvil bajo.

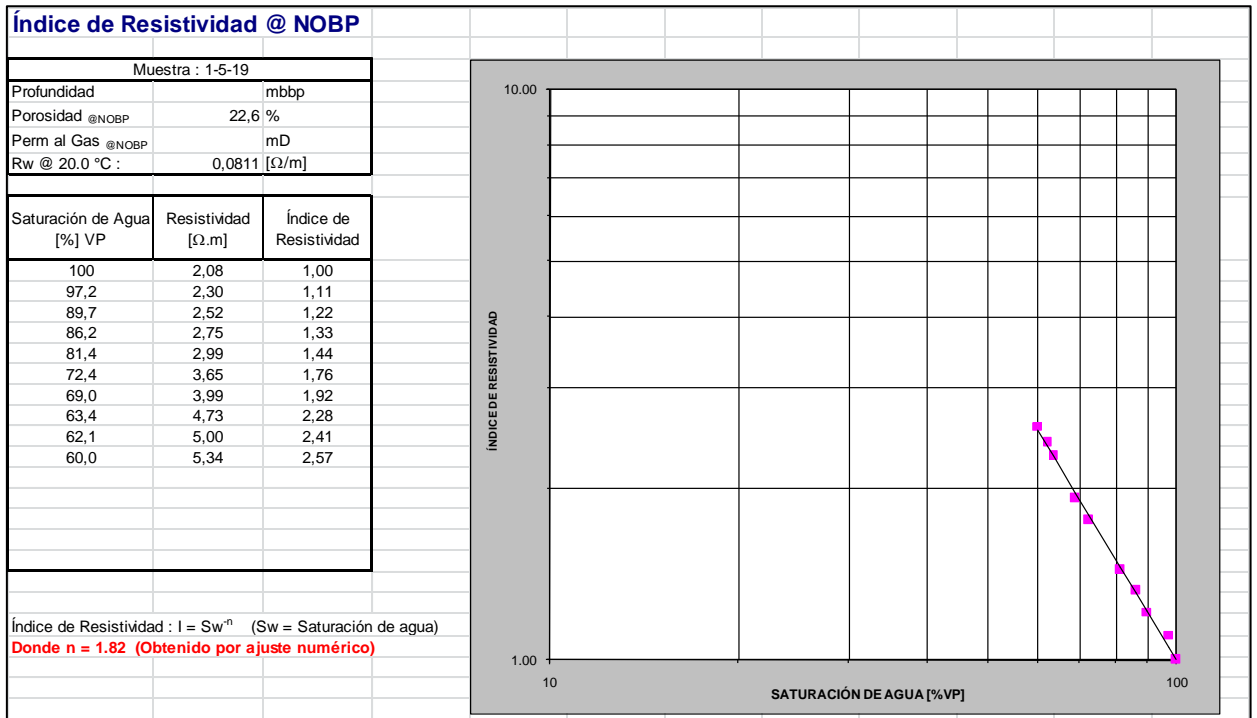


Figura 34. Resultados Índice de Resistividad. Muestra 1-5-19.

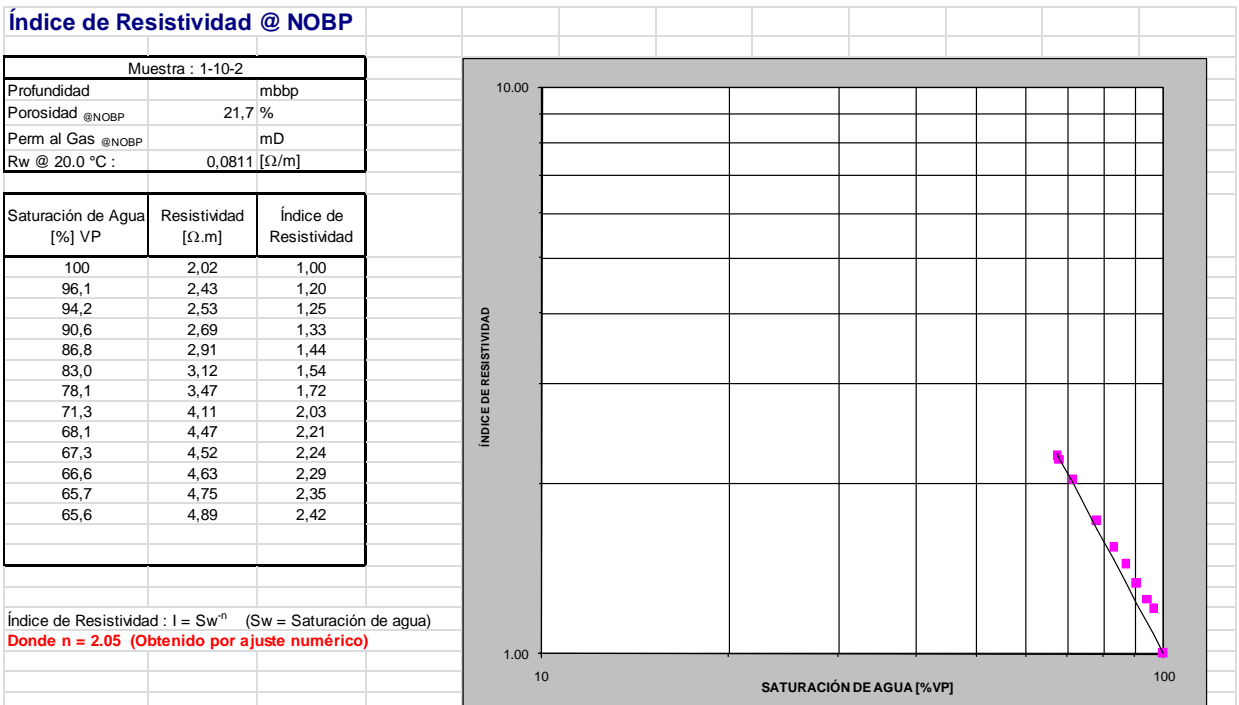


Figura 35. Resultados Índice de Resistividad. Muestra 1-10-2.

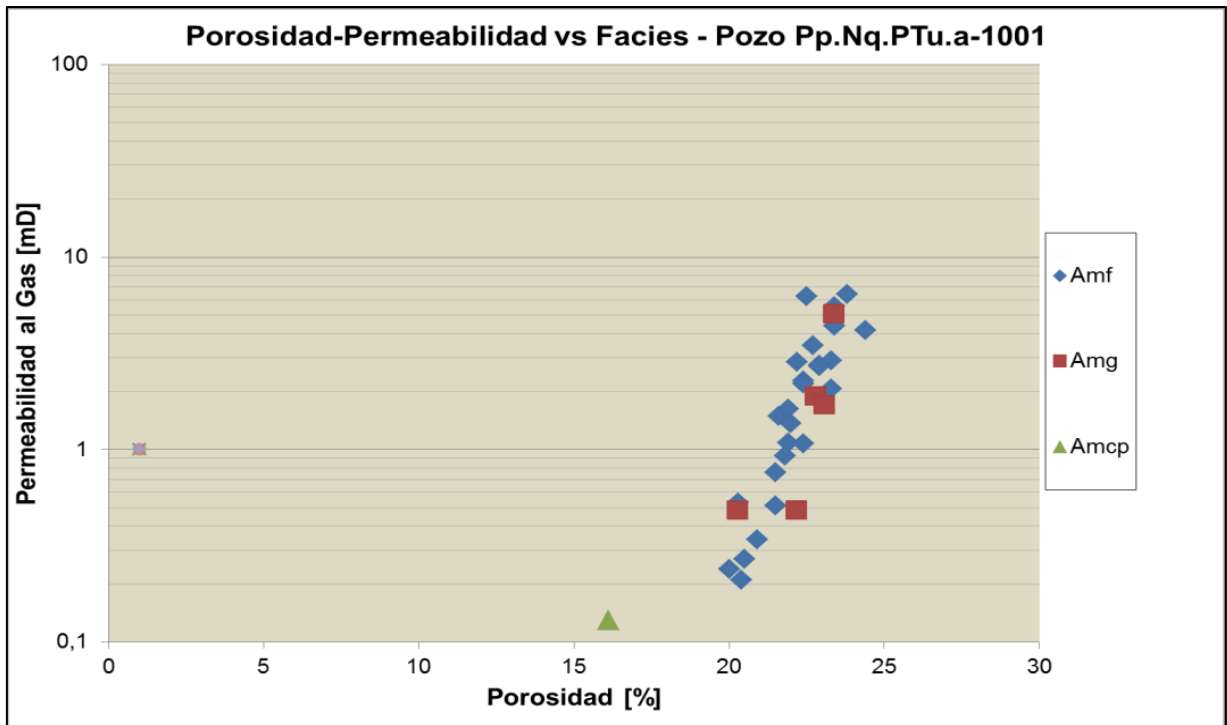
### 4.3- Cuadros de datos geológicos y petrofísicos.

Petrofísica por profundidad Pozo Pp.Nq.PTu.a-1001				
Muestra	Profundidad	Facies	Datos Petrofísicos	
			Porosidad	Permeabilidad al gas
			%	(mD)
1155	591,27	Amf	22,4	1,07
1156	591,52	Amf	21,9	1,08
1157	591,77	Amg	22,2	0,48
1158	592	Amg	20,3	0,48
1159	592,29	Amf	20,9	0,34
1160	592,54	Amf	21,8	0,93
1161	592,79	Amf	20,4	0,21
1162	593,05	Amf	20,5	0,27
1163	593,34	Amf	21,5	0,51
1164	593,59	Amf	22,9	2,76
1165	594,01	Amg	23,4	5,03
1166	594,26	Amg	22,8	1,89
1167	594,52	Amg	23,1	1,7
1168	594,75	Amf	23,3	2,07
1169	595	Amf	23,4	5,56
1170	595,25	Amf	23,3	2,9
1171	595,54	Amf	24,4	4,17
1172	595,95	Amf	22,4	2,28
1173	596,2	Amf	22,7	3,47
1174	596,48	Amf	22,9	1,82
1175	596,88	Amf	23,4	4,4
1176	597,14	Amf	22,4	2,2
1177	597,46	Amf	21,6	1,49
1178	597,77	Amf	22,5	6,25
1179	598,03	Amf	22,2	2,84
1180	598,3	Amf	20,3	0,53
1181	598,64	Amf	22	1,37
1182	598,89	Amf	23,8	6,44
1183	599,13	Amf	22,9	2,7
1184	599,5	Amf	21,9	1,63
1185	599,75	Amcp	16,1	0,13
1186	599,96	Amf	20	0,24
1187	600,33	Amf	21,5	0,76

Figura 36. Cuadro de datos petrofísicos ordenados por profundidad. Pozo Pp.Nq.PTu.a-1001.

Petrofísica por facies Pozo Pp.Nq.PTu.a-1001											
Muestra	Profundidad	Facies	Datos Petrofísicos		n	Prosidad (STD)			Permeabilidad (STD)		
			Porosidad	Permeabilidad al gas		Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
			%	(mD)							
1155	591,27	Amf	22,4	1,07	27	22,19	24,4	20	2,23	6,44	0,21
1156	591,52	Amf	21,9	1,08							
1159	592,29	Amf	20,9	0,34							
1160	592,54	Amf	21,8	0,93							
1161	592,79	Amf	20,4	0,21							
1162	593,05	Amf	20,5	0,27							
1163	593,34	Amf	21,5	0,51							
1164	593,59	Amf	22,9	2,76							
1168	594,75	Amf	23,3	2,07							
1169	595	Amf	23,4	5,56							
1170	595,25	Amf	23,3	2,9							
1171	595,54	Amf	24,4	4,17							
1172	595,95	Amf	22,4	2,28							
1173	596,2	Amf	22,7	3,47							
1174	596,48	Amf	22,9	1,82							
1175	596,88	Amf	23,4	4,4							
1176	597,14	Amf	22,4	2,2							
1177	597,46	Amf	21,6	1,49							
1178	597,77	Amf	22,5	6,25							
1179	598,03	Amf	22,2	2,84							
1180	598,3	Amf	20,3	0,53							
1181	598,64	Amf	22	1,37							
1182	598,89	Amf	23,8	6,44							
1183	599,13	Amf	22,9	2,7							
1184	599,5	Amf	21,9	1,63							
1186	599,96	Amf	20	0,24							
1187	600,33	Amf	21,5	0,76							
1157	591,77	Amg	22,2	0,48	5	22,36	23,4	20,3	1,91	5,03	0,48
1158	592	Amg	20,3	0,48							
1165	594,01	Amg	23,4	5,03							
1166	594,26	Amg	22,8	1,89							
1167	594,52	Amg	23,1	1,7							
1185	599,75	Amcp	16,1	0,13	1	16,1	16,1	16,1	0,13	0,13	0,13

Figura 37. Cuadro de datos petrofísicos ordenados por Facies. Pozo Pp.Nq.PTu.a-1001.



**Figura 38.** Diagrama Porosidad-permeabilidad vs Facies. Pozo Pp.Nq.PTu.a-1001.

De acuerdo a lo observado en el gráfico, se puede decir que presentan un buen agrupamiento con tendencia lineal.

En las facies Amf y Amg no se observan diferencias petrofísicas, sin embargo en la facies Amcp los valores son muy bajos. Esto puede ser debido a clastos pelíticos en el plug.

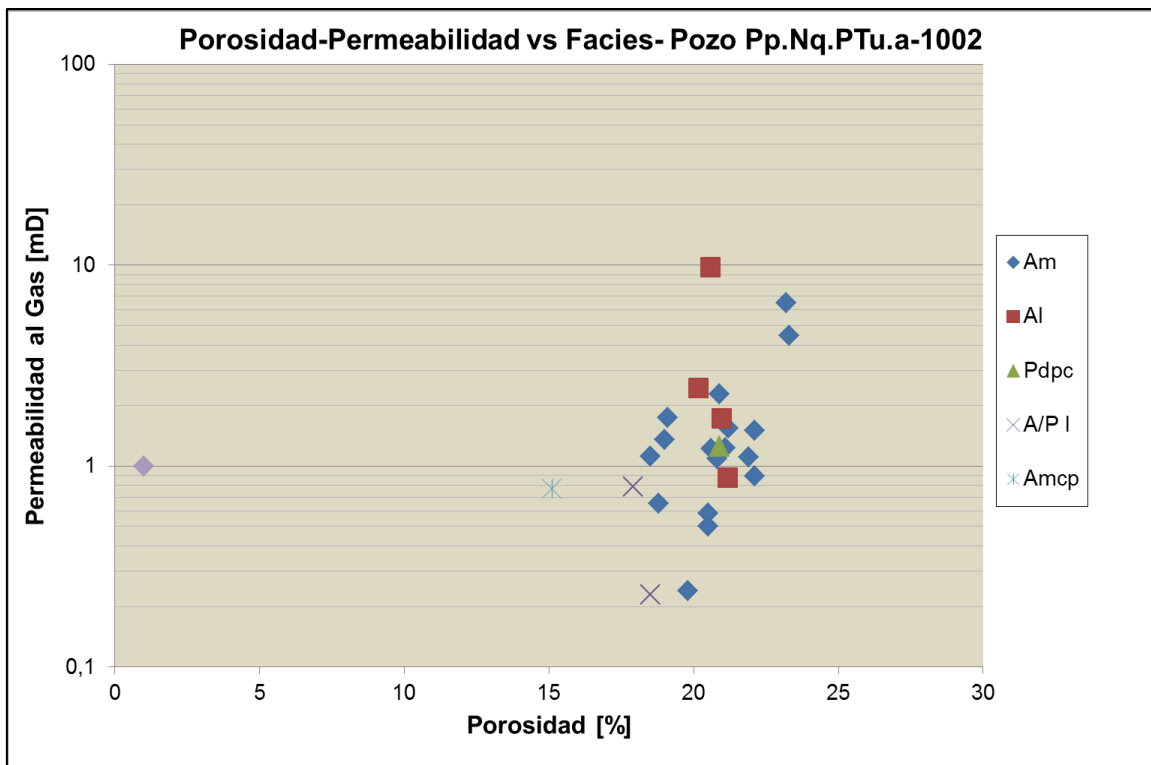
La permeabilidad y la porosidad alcanzan valores próximos de 8mDy 25 % respectivamente.

Petrofísica por profundidad Pozo Pp.Nq.PTu.a-1002					
Muestra	Profundidad	Facies	Datos Geológicos	Datos Petrofísicos	
			Porosidad	Porosidad	Permeabilidad al gas
			%	%	(mD)
1188	737,86	Al		21	1,71
1189	738,09	Al		20,6	9,72
1190	738,41	Al		21,2	0,87
1191	738,65	Al	15 a 18%	20,2	2,43
1192	738,9	Am		19,1	1,75
1193	739,13	Amcp		15,1	0,77
1194	739,97	Pdpc		20,9	1,25
1195	740,27	Am		20,6	1,22
1196	740,51	Am		20,5	0,58
1197	740,72	Am		18,8	0,65
1198	741,67	A/P I		18,5	0,23
1199	742,86	A/P I		17,9	0,79
1200	743,1	A/P I		9,1	0,01
1201	743,34	Am		22,1	0,89
1202	743,57	Am		21,9	1,11
1203	743,85	Am	15 a 20%	20,9	2,29
1204	744,1	Am		21,1	1,23
1205	744,35	Am		19	1,36
1206	744,6	Am		18,5	1,12
1207	744,83	Am		20,5	0,5
1208	745,1	Am		22,1	1,5
1209	745,37	Am		23,3	4,46
1210	745,61	Am		19,8	0,24
1211	745,92	Am		20,8	1,09
1212	746,17	Am		23,2	6,52
1213	746,44	Am	15 a 18%	21,2	1,55

**Figura 39.** Cuadro de datos petrofísicos y geológicos ordenados por profundidad. Pozo Pp.Nq.PTu.a-1002.

Petrofísica por facies Pozo Pp.Nq.PTu.a-1002												
Muestra	Profundidad	Facies	Datos Geológicos	Datos Petrofísicos								
			Porosidad %	Porosidad %	Permeabilidad al gas (mD)							
						n						
						Porosidad (STD)			Permeabilidad (STD)			
						Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	
1192	738,9	Am		19,1	1,75	17	20,78	23,3	18,5	1,65	6,52	0,24
1195	740,27	Am		20,6	1,22							
1196	740,51	Am		20,5	0,58							
1197	740,72	Am		18,8	0,65							
1201	743,34	Am		22,1	0,89							
1202	743,57	Am		21,9	1,11							
1203	743,85	Am	15 a 20%	20,9	2,29							
1204	744,1	Am		21,1	1,23							
1205	744,35	Am		19	1,36							
1206	744,6	Am		18,5	1,12							
1207	744,83	Am		20,5	0,5							
1208	745,1	Am		22,1	1,5							
1209	745,37	Am		23,3	4,46							
1210	745,61	Am		19,8	0,24							
1211	745,92	Am		20,8	1,09							
1212	746,17	Am		23,2	6,52							
1213	746,44	Am	15 a 18%	21,2	1,55							
1188	737,86	Al		21	1,71	4	20,75	21,2	20,2	3,68	9,72	0,87
1189	738,09	Al		20,6	9,72							
1190	738,41	Al		21,2	0,87							
1191	738,65	Al	15 a 18%	20,2	2,43							
1194	739,97	Pdpc		20,9	1,25	1	20,9	20,9	20,9	1,25	1,25	1,25
1198	741,67	A/P I		18,5	0,23	3	15,16	18,5	9,1	0,34	0,79	0,01
1199	742,86	A/P I		17,9	0,79							
1200	743,1	A/P I		9,1	0,01							
1193	739,13	Amcp		15,1	0,77	1	15,1	15,1	15,1	0,77	0,77	0,77

Figura 40. Cuadro de datos petrofísicos y geológicos ordenados por Facies. Pozo Pp.Nq.PTu.a-1002.



**Figura 41.** Diagrama Porosidad-permeabilidad vs Facies. Pozo Pp.Nq.PTu.a-1002.

A diferencia del diagrama del pozo Pp.Nq.PTu.a-1001, en el pozo Pp.Nq.PTu.a-1002 no se observa una tendencia lineal, sino que los datos se distribuyen de manera heterogénea.

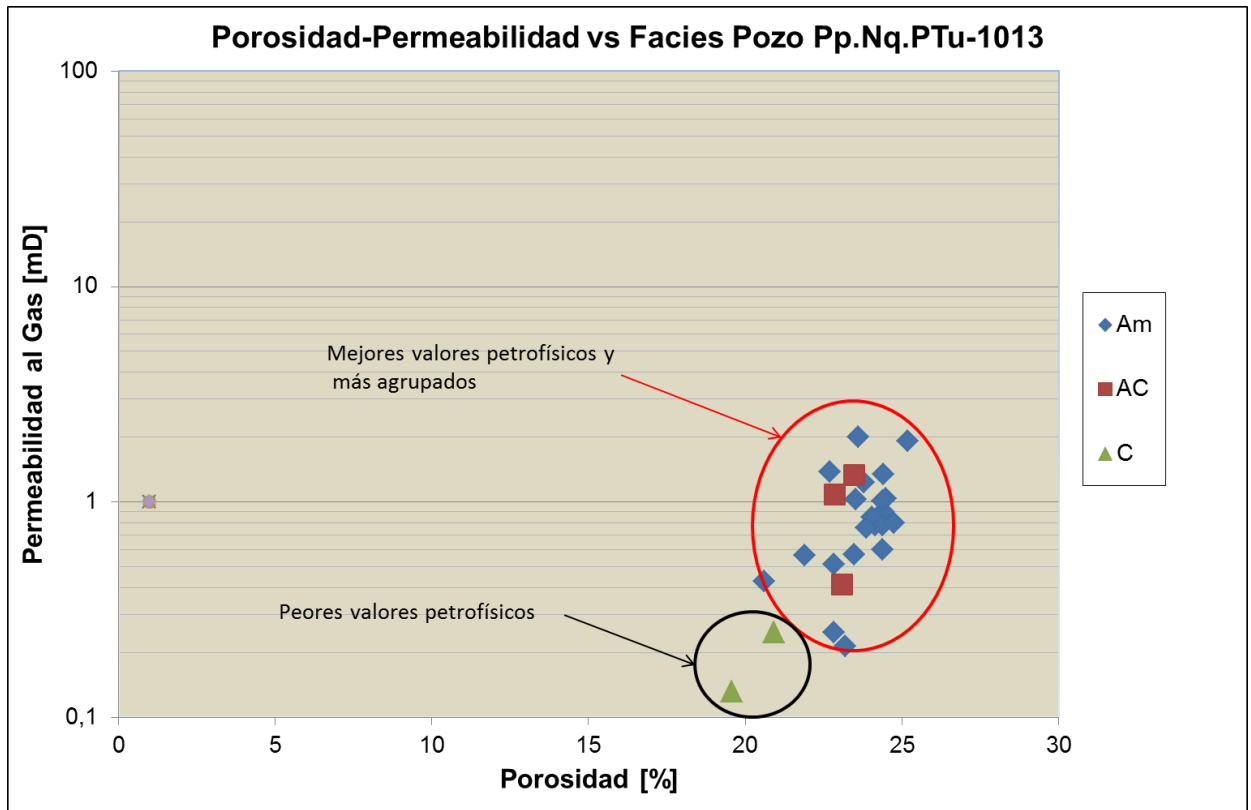
En la facies Al no varía la porosidad (19 a 22%) pero si la permeabilidad (0,9 a 10mD).

Petrofísica por profundidad Pozo Pp.Nq.PTu-1013						
Muestra	Profundidad	Facies	Datos Geológicos		Datos Petrofísicos	
			Porosidad	Porosidad	Permeabilidad	Permeabilidad
			%	%	al gas (mD)	por Klinkenberg (mD)
1-10-1	613,2	Am		22,83	0,5129	0,3351
1-10-2	613,5	Am	18 a 20	21,9	0,563	0,528
1-10-3	613,8	Am		24,37	0,5982	0,3945
1-9-4	614,1	Am		24,41	0,9004	0,6084
1-9-5	614,4	Am		24,47	1,0349	0,7051
1-9-6	614,7	Am		24,14	0,7818	0,5238
1-8-7	615,02	Am		24,04	0,8496	0,5721
1-8-8	615,32	Am		20,61	0,4299	0,2779
1-8-9	615,62	Am		24,37	0,7808	0,5231
1-8-10	615,92	Am		24,38	1,0119	0,6886
1-7-11	616,22	Am		14,28	0,0376	0,021
1-7-12	616,52	Am		23,52	1,0276	0,6999
1-7-13	616,82	Am		23,85	0,7572	0,5063
1-6-14	617,12	Am		23,19	0,2136	0,1324
1-6-15	617,42	AmCP		22,83	0,2479	0,155
1-6-16	617,72	Am		24,73	0,7993	0,5363
1-5-17	618,03	Am	20 a 25	25,18	1,9203	1,3579
1-5-18	618,33	AC		23,11	0,4106	0,2647
1-5-19	618,63	Am		22,7	1,38	0,963
1-5-20	618,93	Am		23,48	0,5717	0,3759
1-4-21	619,23	AC		23,49	1,3265	0,9175
1-4-22	619,53	AC		22,89	1,0729	0,7327
1-4-23	619,83	Am		23,79	1,2281	0,8454
1-3-24	620,55	Am		24,4	1,3397	0,9271
1-2-25	621,2	C		19,57	0,1316	0,0792
1-2-26	621,42	C	18	20,91	0,2473	0,1546
1-1-27	622,16	Am		23,6	2,0064	1,4226

**Figura 42.** Cuadro de datos petrofísicos y geológicos ordenados por profundidad. Pozo Pp.Nq.PTu-1013.

Petrofísica por facies Pozo Pp.Nq.PTu-1013													
Muestra	Profundidad	Facies	Datos Geológicos		Datos Petrofísicos		n	Porosidad (STD)			Permeabilidad (STD)		
			Porosidad	Porosidad	Permeabilidad	Permeabilidad		Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
%	%	al gas	por Klinkenberg	(mD)	(mD)								
1-10-1	613,2	Am		22,83	0,5129	0,3351	22	23	25,18	14,28	0,863	2,006	0,037
1-10-2	613,5	Am	18 a 20	21,9	0,563	0,528							
1-10-3	613,8	Am		24,37	0,5982	0,3945							
1-9-4	614,1	Am		24,41	0,9004	0,6084							
1-9-5	614,4	Am		24,47	1,0349	0,7051							
1-9-6	614,7	Am		24,14	0,7818	0,5238							
1-8-7	615,02	Am		24,04	0,8496	0,5721							
1-8-8	615,32	Am		20,61	0,4299	0,2779							
1-8-9	615,62	Am		24,37	0,7808	0,5231							
1-8-10	615,92	Am		24,38	1,0119	0,6886							
1-7-11	616,22	Am		14,28	0,0376	0,021							
1-7-12	616,52	Am		23,52	1,0276	0,6999							
1-7-13	616,82	Am		23,85	0,7572	0,5063							
1-6-14	617,12	Am		23,19	0,2136	0,1324							
1-6-15	617,42	AmCP		22,83	0,2479	0,155							
1-6-16	617,72	Am		24,73	0,7993	0,5363							
1-5-17	618,03	Am	20 a 25	25,18	1,9203	1,3579							
1-5-19	618,63	Am		22,7	1,38	0,963							
1-5-20	618,93	Am		23,48	0,5717	0,3759							
1-4-23	619,83	Am		23,79	1,2281	0,8454							
1-3-24	620,55	Am		24,4	1,3397	0,9271							
1-1-27	622,16	Am		23,6	2,0064	1,4226							
1-5-18	618,33	AC		23,11	0,4106	0,2647	3	23,16	23,49	22,89	0,936	1,326	0,41
1-4-21	619,23	AC		23,49	1,3265	0,9175							
1-4-22	619,53	AC		22,89	1,0729	0,7327							
1-2-25	621,2	C		19,57	0,1316	0,0792	2	20,24	20,91	19,57	0,189	0,247	0,131
1-2-26	621,42	C	18	20,91	0,2473	0,1546							

Figura 43. Cuadro de datos petrofísicos y geológicos ordenados por Facies. Pozo Pp.Nq.PTu-1013.



**Figura 44.** Diagrama Porosidad-permeabilidad vs Facies. Pozo Pp.Nq.PTu-1013.

A diferencia del diagrama del pozo Pp.Nq.PTu.a-1001 y el pozo Pp.Nq.PTu.a-1002 se observa una leve tendencia lineal, que no se observa con claridad.

Los valores de las facies Am se encuentran más agrupados (círculo rojo fig.45) y presentan una mejor petrofísica comparándolo con los de la facies C (círculo negro fig.45) que presentan peores valores petrofísicos.

## RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL ESQUEMÁTICA:

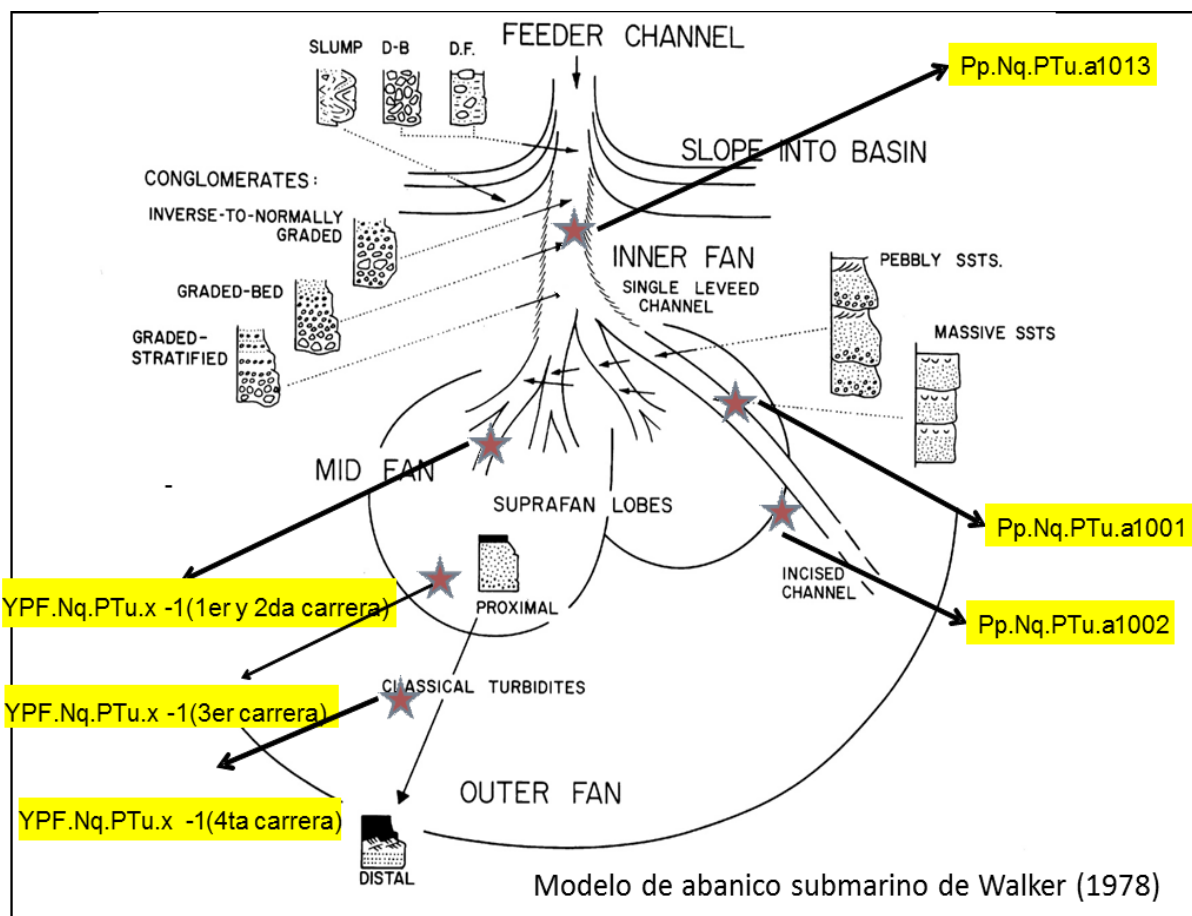


Figura 45. Pozos ubicados en el modelo de abanico submarino de Walker (1978).

En concordancia con la figura precedente, se propone un ambiente de deposición turbidítico dentro del abanico submarino. El pozo (Pp.Nq.PTu.a-1013) se encuentra en el lóbulo interno en una posición proximal presentando conglomerados con matriz de arena transportado por flujo de detritos cohesivos. Los otros pozos (Pp.Nq.PTu.a-1001 y carrera 1 y 2 del pozo YPF.Nq.PTu.x-1) se podrían ubicar dentro del lóbulo interno presentando arenas masivas continuas transportadas por flujos de alta densidad. La presencia de material más fino es el producto de flujos turbidíticos de baja densidad donde predomina el proceso de decantación sobre la tracción, esto nos da una idea de posiciones más distales (Pp.Nq.PTu.a-1002 y carrera 4 del pozo YPF.Nq.PTu.x-1).

## 5-CONCLUSIONES

A partir de estos resultados obtenidos en el laboratorio y realizando observaciones al microscopio, se podría enmarcar al miembro Cutral-Có de la Fm Los Molles en el área de estudio, como un reservorio tight gas debido a su baja permeabilidad.

Las facies con mejor condición de reservorio son arenisca masiva (Am) y arenisca laminada (Al)

De acuerdo a la interpretación paleoambiental se propone un ambiente de depositación turbidítico dentro del abanico submarino.

Desde el punto de vista petrofísico, en los estudios realizados en el laboratorio, se observaron altas porosidades totales (promedio 15%) y bajas permeabilidades (promedio 0,45 mD). Esto se debe a los siguientes procesos importantes:

- 1) Cementación de material caolinítico en los poros intragranulares (Pp.Nq.PTu.a-1001, Pp.Nq.PTu.a-1002 y Pp.Nq.PTu-1013).
- 2) Relleno de bandas de deformación por areniscas finas a muy finas (Pp.Nq.PTu.a-1001 y Pp.Nq.PTu.a-1002).

El proceso de crecimiento secundario de cuarzo que disminuye la permeabilidad, no es relevante en las coronas analizadas (Pp.Nq.PTu.a-1001 y Pp.Nq.PTu.a-1002) ya que su contenido fue menor al 5% y no fue observado en todos los cortes.

La disolución de feldespatos genera porosidad, siendo de una frecuencia intermedia entre la cementación caolinítica y el crecimiento secundario de cuarzo.

## 6-BIBLIOGRAFÍA

### BÁSICA GEOLOGÍA:

Allen and Allen, 2005. Basin Analysis, Principles and Applications. Blackwell. 2nd ed.

Einsele, G., 1992. Sedimentary basins. Springer-Verlag.

Friedman G.M. and Sanders, J., 1978. Principles of sedimentology. Wiley.

Galloway W.E. and Hobday D.K., 1996. Terrigenous clastic depositional systems. Springer –Verlag.

Harms, J.C. et al., 1975. Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. SEPM Short Course #2.

Horbury, A.D. and Robinson A.G., 1993. Diagenesis and basin development. AAPG Studies in Geology #36.

Houseknecht, D.W. and Pittman, E.D., 1992. Origin, diagenesis and petrophysics of clay minerals in sandstones. SEPM. Special Publication #47.

IAPG. 2002. Rocas Reservorio de las Ccas. Prod. Argentinas. Eds. Mario Schiuma, Gerardo Hinterwimmer y Gustavo Vergani.

Leeder, Mike, 1999. Sedimentology and sedimentary basins. Ed. Blackwell Science.

Mc Donald, D.A. and Surdam, R., 1985. Clastic diagenesis. AAPG Memoir 37.

McIlreath I.A. and Morrow D.V., 1990. Diagenesis. Geoscience Canada. Reprint Series 4.

Reading, H.G., 1979. Sedimentary environments and facies. Elsevier. New York.

Reineck and Singh, 1980. Depositional sedimentary environments. 2<sup>nd</sup>. Edition. Springer-Verlag.

Swanson, R.G., 1981. Sample examination manual. AAPG. Methods in Exploration Series.

Walker, R.G., 1992. Facies models. Geological Association of Canada.

Carbone. (1988).

Gulisano, C. (1984).

Macdonald. (2003). *Mesozoic break-up of SW Gondwana: Implications for South Atlantic regional hydrocarbon potential. Marine and Petroleum Geology.*

Muravchik. (2011). Syn-eruptive/inter-eruptive relations in the syn-rift deposits of de Precuyano Cycle, Sierra de Chacaico, Neuquen Basin, Argentina. *Sedimentary Geology.*

Spalleti. (2000). Sequence stratigraphy of a tidally-dominated carbonate-siliciclastic ramp; the Thitonian of the southern Neuquen Basin, Argentina. *Journal of the Geological Society.* .

Weaver. (1931).

YPF, F. (2015). *Geología de la Cuenca Neuquina y sus Sistemas Petroleros.*

### **BÁSICA PETROFÍSICA:**

Amaefule, J. O. and Altunbay, M.: "Enhanced Reservoir Description: Using Core and Log Data to Identify Hydraulic (Flow) Units and Predict Permeability in Uncored Intervals/Wells." SPE 26436, (1993).

Kozeny, J.: "Über Kapillare Leitung des Wassers im Boden." *Sitzungsberichte der Royal Academy of Science, Vienna, Prod. Class I (1927) v. 136, 271-306.*

Carmen, P. C.: "Fluid Flow through Granular Beds." *Trans. AIChE (1937) v. 15, 150-166.*

Amyx, Bass & Whiting, 1960, *Petroleum Reservoir Engineering*, McGraw-Hill Book Company, New York, New York. Jennings, J.B.,

Hall, H.N. Compressibility of Reservoir Rocks, *Trans. AIME 198, 1953 p.309*

Newman, GH. Pore Volume Compressibility of Reservoir Rocks Under Hydrostatic Loading, JPT, 1973 p. 129-134

Robert Monicard "Properties of Reservoir Rocks Core Analysis (Pág. 96-97)-  
Institute Français du Pétrole

"Petrophysics Theory and Practice of Measuring Reservoir Rock and Fluid Transport Properties"- DjebbarTiab and Erle C. Donaldson.



Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Ciencias Naturales y Museo

## **“Anexo”**

# **Caracterización del Reservorio desde los puntos de vista Geológico y Petrofísico**

Lic. Facundo Ignomiriello

Tesina Presentada para la “Especialización en Geociencias de Exploración y  
Desarrollo de Hidrocarburos”.

**Directora:** Lic. Ángela Melli

**Codirectora:** Lic. María Luisa Rodríguez Schelotto

**Codirector:** Ing. Ernesto Daniel Cabello

La Plata, 2017

## DESCRIPCION DE CORONAS

### **Pozo: Pp.Nq.PTu.a-1001**

País: Argentina

Cuenca: Neuquina

Provincia: Neuquén

Localidad: Cutral-Có /Plaza Huincul

Yacimiento: Puesto Touquet

Coordenadas: X= 5.683.251,65 Y= 2.489.400,32

Cota: 586,03 m

Profundidad (1er carrera con corona): 591,20 a 600,20 mbbp

Cajón 1-10: 0,72 m

Cajón 6-10: 0,78 m

Cajón 2-10: 0,86 m

Cajón 7-10: 0,84 m

Cajón 3-10: 0,74 m

Cajón 8-10: 0,82 m

Cajón 4-10: 0,78 m

Cajón 9-10: 0,62 m

Cajón 5-10: 0,74 m

Cajón 10-10: 0,85 m

### Descripción de base a techo

Cajón 1: comienza con una arenisca masiva fina color gris muy claro (N8) y a los 10 cm se observan areniscas finas intercaladas con pelitas con estratificación ondulítica (capas de muy finas a finas) de color oscuro (N5) y naranja amarillo pálido (10 YR 8/6). Fracturas (bandas de deformación) que se encuentran en la cara interna del trozo de corona, el rumbo es de 21° y la apertura de 3,3 mm. Como relleno presenta pequeños clastos de cuarzo y la terminación es abrupta. También vimos fracturas de sobrepresión (internas). Con lupa se pudieron ver algunas micas. Se observaron clastos pelíticos. Luego continúa una arenisca media/fina masiva. Esta última tiene una

moderada selección, clasto sostén. Al microscopio se observó cemento que no reaccionó con ácido clorhídrico.



**Cajón 1.** Arenisca fina intercalada con pelitas con estratificación ondulítica. (Ancho de la foto 10 cm).

Cajón 2: arenisca media/fina a fina. Selección moderada a buena, clasto sostén. Se pueden observar clastos más oscuros que podrían llegar a ser líticos pero tendríamos que comprobarlo al microscopio. Presenta tres fracturas subverticales (bandas de deformación): la inferior de 26,5 cm, sin inclinación, con una apertura de 1,75 mm. Terminación: se diluye hacia el techo. Forma irregular plana escalonada (nos indica que se está comenzando a formar la fractura). Los escalones y la baja inclinación nos indican que estamos en presencia de una falla directa. La media es de 17 cm, sin inclinación, con una apertura de 0,75 mm. La terminación de base a techo se diluye. La forma es plana irregular y la superior de 28 cm. Arranca sin inclinación y en la parte superior inclina  $-50^\circ$ , la apertura es de 0,95 mm. Terminación: base se diluye y techo se pierde. Forma irregular escalonada. Presenta clasto pelítico (su eje mayor es de 1 cm).

Cajón 3: arenisca fina buena selección, clasto sostén. Presenta clasto pelítico de 0,4 cm. Se observan dos fracturas subhorizontales (bandas de deformación) separadas entre ellas a una distancia de 5 cm y tienen una longitud de 9 cm.



**Cajón 3.** Arenisca masiva fina. (Ancho de la foto 10 cm).

Cajón 4: arenisca fina buena selección, clasto sostén. Presenta una fractura subvertical (bandas de deformación), con una longitud aproximada a los 32 cm. La inclinación es de  $-25^{\circ}$  en la parte superior. Apertura 1,40 mm la forma es irregular plana curva. Falla directa. El rumbo es de  $45^{\circ}$ . En la parte superior se observa un sistema de fracturas (ojal).



**Cajón 4.** *Arenisca fina masiva. Banda de deformación subvertical (Ancho de la foto 10 cm).*

Cajón 5: arenisca fina buena selección, clasto sostén. Presenta una fractura subvertical (banda de deformación), 35 cm de longitud, la inclinación es de  $5^{\circ}$ , la apertura 3,3 mm. La terminación en la base y en el techo se pierde al borde de la corona. Tiene forma escalonada.

Cajón 6: arenisca fina buena selección, clasto sostén. Presenta clastos pelíticos uno de 1 cm y el superior 0,5 cm. Presenta una fractura (banda de deformación) de 14 cm con un ángulo de inclinación de  $12^{\circ}$ . La apertura es de 1,75 mm. La terminación en la base se pierde y en el techo termina contra el borde de la corona.

Cajón 7: comienza con una arenisca fina que presenta una fractura rellena subvertical (banda de deformación) de 31,8 cm, con un ángulo de inclinación de  $15^{\circ}$ , con una apertura de 1,15 mm.  $30^{\circ}$  de azimut con pequeños ojales. Terminación: el techo contra la pared y la base sin definir. Continúa con un clasto pelítico de casi 4 cm y pasamos a una arena gruesa con clastos oscuros, redondeados a subredondeados de selección moderada, clasto sostén. En la parte superior encontramos clastos pelíticos entre 0,5 y 1,5 cm.



**Cajón 7.** *En la parte inferior arenisca fina masiva. En la parte superior arenisca media a gruesa con clastos pelíticos. (Ancho de la foto 10 cm).*

Cajón 8: continúa la arenisca gruesa (entre cajón 7 y 8 son 55 cm). Luego pasamos a areniscas finas bien seleccionadas, clasto sostén con clastos pelíticos (sus ejes mayores subhorizontales) desde 1 cm a más de 4 cm. En la parte superior se observan granulometrías finas (pelitas) junto a granulometrías más gruesas (areniscas) y continúan areniscas finas.

Cajón 9: Comienza similar al tramo pelitas/areniscas del cajón anterior. Le siguen areniscas finas y en la parte superior encontramos clastos pelíticos de 1 cm y menores.

Cajón 10: Arenisca fina bien seleccionada, clasto sostén. Aparece un contacto neto (con clastos pelíticos de aprox. 1 cm) y continúa la arenisca fina. Luego arenisca gruesa con clastos oscuros redondeados a subredondeados (litoclastos) y culmina con arenisca fina.



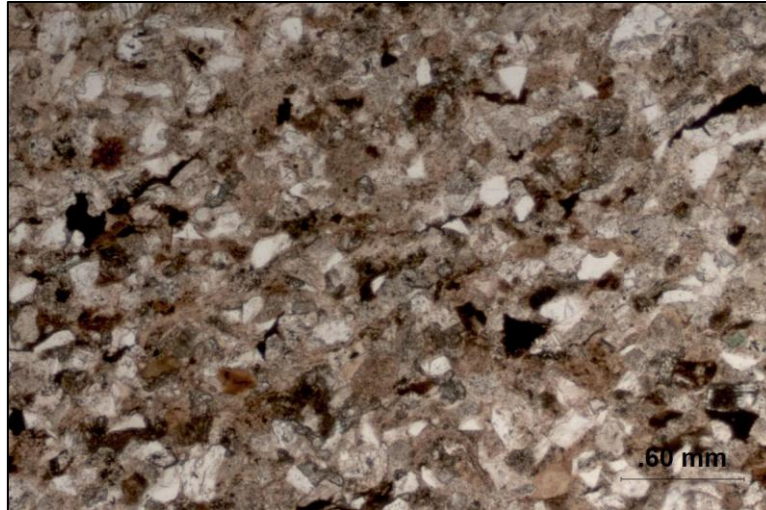
**Cajón 10.** *Contacto neto con clastos pelíticos. (Ancho de la foto 10 cm).*

#### **4.1.1-Análisis Petrográfico:**

Muestra 1 (599,65 m): La mayoría de los clastos observados en esta muestra son líticos volcánicos 65% de variados tamaños y en menor proporción cuarzo 20% (algunos con extinción ondulosa) y feldspatos 15%. Arenisca fina 0,15 a 0,20mm. Buena selección. La distribución es heterogénea. La coloración de la muestra en general es oscura. Presentan una orientación preferencial y elongados que podría ser motivo de compactación.

No se observa porosidad. Se observan algunos contactos netos pero la mayoría son puntuales. Los clastos son angulosos a subredondeados.

La matriz es arcillosa (se encuentra en menor proporción que los clastos) y el cemento de caolinita. Se observa pirita y materia orgánica.



**Muestra 1.** Arenisca lítica sin porosidad

Muestra 2 (598,25 m): la mayoría de los clastos observados en esta muestra son líticos volcánicos 60% de variados tamaños y composición; en menor proporción se observan cuarzos 22% y feldespatos 18%. Arenisca fina (0,2 mm aproximadamente). La distribución es bastante homogénea. Se observan clastos redondeados y también subangulosos. Los contactos son puntuales. Algunos clastos son de mayor tamaño (0,75 mm arenisca gruesa). Se observa buena porosidad (entre 10 y 15%).

La matriz es arcillosa y el cemento caolinítico.

La porosidad es intergranular, en menor proporción intragranular por disolución de feldespatos (secundaria). Los tamaños porales son mesoporos (entre 0,10 y 0,20 mm). También se observan microporos en arcillas (caolinita). Mineral accesorio: Zircón.

Muestra 3 (597,43 m): la mayoría de los clastos observados son líticos volcánicos 65% aunque presenta también clastos de cuarzo 20% y en menor proporción feldespatos 15%. Arenisca fina (0,20 a 0,25 mm). La distribución es homogénea donde los clastos presentan tamaños similares y son angulosos a subredondeados. La selección es buena y los contactos netos.

En algunos sectores del corte se puede llegar a ver crecimiento secundario de cuarzo.

Como matriz presenta minerales arcillosos y como cemento caolinita (en menor proporción cemento en parches carbonáticos)

La porosidad observada es buena. Mesoporos: Intergranular, intragranular por disolución parcial de feldespatos (secundaria) y microporos en arcillas que se encuentran en la caolinita.

Se observa poca materia orgánica y pirita.

Muestra 4 (596,92 m): el mayor porcentaje de los clastos son líticos volcánicos 55% aunque se observa un aumento de clastos de cuarzo 25% con respecto a la muestra 3. También observamos feldespatos 15%. Arenisca fina (0,20 a 0,25mm). La selección es moderada y la distribución es heterogénea. Los contactos son puntuales y casi no se observan netos. La porosidad es buena (15%). Como matriz presenta minerales arcillosos, cemento caolinitico y carbonatos en parches en menor proporción.

Se observa porosidad intragranular por disolución parcial (secundaria), intergranular y microporos en arcillas.

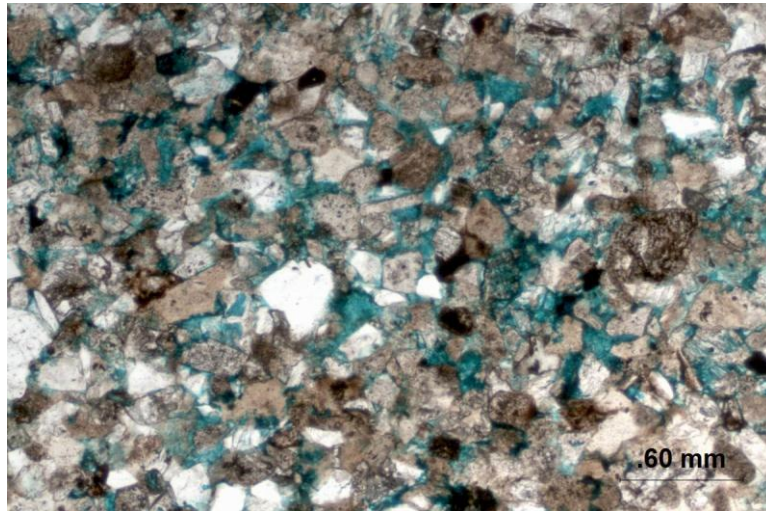
También se observaron micas detríticas. No se observó crecimiento secundario de cuarzo. Presenta materia orgánica y pirita.

Muestra 5 (596,10 m): la mayoría de los clastos que presenta son líticos volcánicos 65% y en menor proporción cuarzos 20% y feldespatos 15%. Arenisca fina a media (0,20 a 0,275 mm). La distribución es heterogénea, presenta clastos subredondeados a subangulosos. Predominan los contactos netos y en menor proporción los puntuales. No se observa crecimiento secundario de cuarzo pero si algunos clastos fracturados parcial y totalmente.

La matriz es arcillosa y se alcanza a ver cemento carbonático.

Dentro de los tipos de porosidad encontramos intergranular, intragranular (clastos fracturados y por disolución) y microporosidad en arcillas (caolinita).

La porosidad es excelente (+20%). Presenta materia orgánica y pirita.



**Muestra 5.** Arenisca lítica con excelente porosidad.

Muestra 6 (593,85 m): la mayoría de los clastos observados son líticos volcánicos 60% y en menor proporción cuarzos 20% y feldespatos 20%. Arenisca media (0,37 a 0,5 mm). La distribución es moderadamente homogénea, clastos subredondeados a angulosos y moderada a mala selección. Presenta clastos líticos de gran tamaño (0,75 mm arenisca gruesa).

Se observan algunos contactos netos. Algunos clastos de cuarzo presentan crecimiento secundario.

La porosidad es de buena a muy buena (alrededor de 15%). Mesoporos: intergranular e intragranular; y microporos en arcillas. Moderadamente homogénea.

Materia orgánica y pirita presentes.

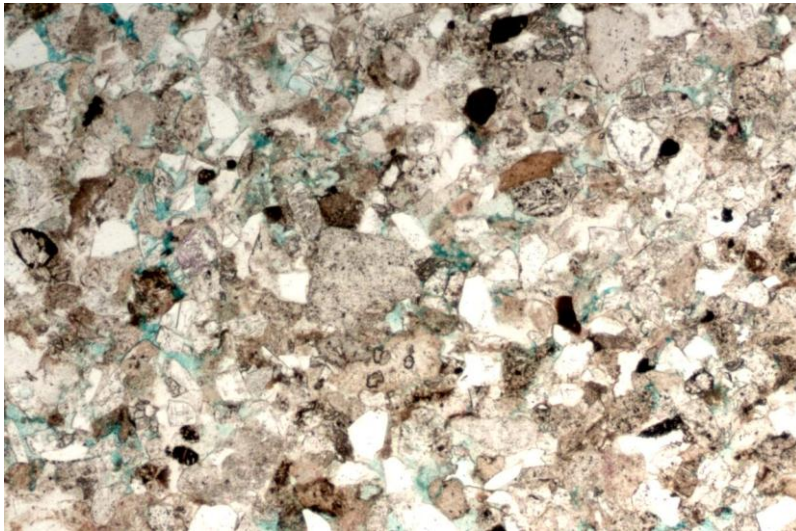
Muestra 7 (591,80 m): la mayoría de los clastos observados son líticos volcánicos 65% y en menor proporción cuarzo 20% y feldespatos 15%. Arenisca fina a media (0,25 a 0,3 mm) con clastos de gran tamaño (0,65 mm arenisca gruesa). Presenta un color oscuro. La distribución es bastante homogénea. Los clastos son angulosos a subredondeados. Los contactos son

puntuales y en menor proporción netos. Presenta clastos de mayor tamaño (arenisca media-gruesa).

Presenta matriz arcillosa y cemento caolinítico (en parches calcíticos).

La porosidad es moderadamente homogénea (no se mantiene uniforme en todo el corte).

Hay mesoporos intergranular e intragranular (en clastos fracturados). Presencia de micas relícticas. Se observa muy poca materia orgánica.

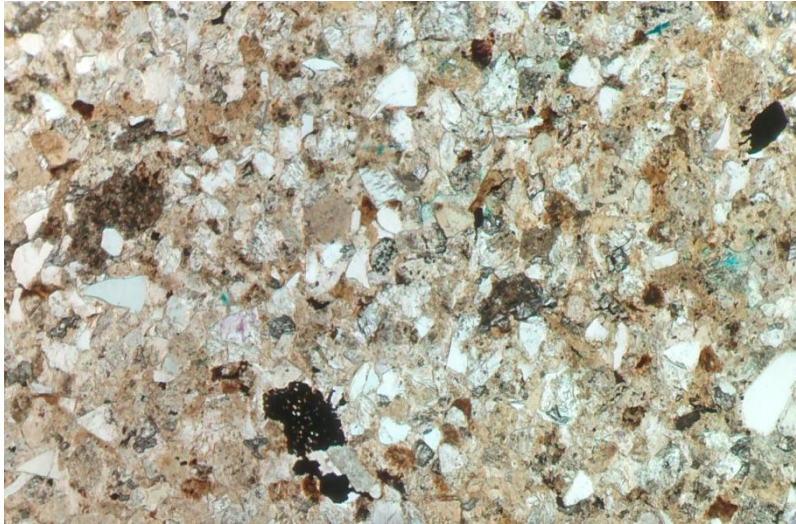


**Muestra 7.** *Arenisca lítica con buena porosidad.*

Muestra 8 (591,30 m): mayormente fragmentos líticos volcánicos 65% y en menor proporción cuarzo 20% y feldespato 15%. Buena selección. Presenta, en general, un color oscuro. La distribución es heterogénea. Los clastos son redondeados a subangulosos. Los contactos son puntuales y en menor proporción netos. Presenta clastos tamaño arenisca fina.

La matriz es arcillosa y el cemento de caolinita.

No se observa porosidad. Se observa pirita y materia orgánica.



**Muestra 8.** *Arenisca lítica con materia orgánica.*

#### **4.1.2-Análisis de Cutting**

506 m: ARENISCA CALCAREA: arenisca gruesa con clastos líticos subredondeados (menor medida). Mucha reacción con HCl, por lo tanto el cemento es carbonático. La selección es moderadamente buena. Color dominante: gris amarillento.

509 m: ARENISCA: ídem anterior con arenisca más gruesa.

512 m: FANGOLITA: abundante fangolita, con escasos clastos de cuarzo, moderadamente bien seleccionada. Clastos subredondeados a angulosos. Se observa material carbonoso. Color: gris medio (N5).



*Cambio litológico 509 m a 512 m*

Desde 512 m a 578 m continúa fangolita, ídem a la descripción que realizamos anteriormente.

#### **MIEMBRO CUTRAL-CO (581-959 m)**

581 m: FANGOLITA: ídem descripción anterior, con un mayor tamaño de clastos.

584 m: ARENISCA: posee más clastos claros que oscuros (FANGOLITA subordinada). Los clastos de arenisca son finos a medios y se encuentran recubiertos por un cemento de color blanco que reacciona con HCl, subredondeados a subangulosos, moderadamente bien seleccionados. Color gris claro (N7).



*Cambio litológico 581 m a 584 m*

587 m: ARENISCA: ídem anterior pero con mayor contenido de arenisca que de FANGOLITA.

589 m a 598 m: **1er CARRERA CON CORONA.**

598 m a 614 m: ARENISCA: ídem anteriores.

617 m: FANGOLITA: ídem anteriores.



*Cambio litológico 614 m a 617 m*

620 m a 632 m: continúa FANGOLITA ídem anterior.

635 m a 638 m: ARENISCA: aumenta el contenido de arenisca (60%), la selección es moderadamente homogénea, clastos subredondeados a angulosos. Color gris claro (N7).

641 m a 704 m: FANGOLITA: ídem anterior con restos carbonosos.

707 m: ARENISCA: ídem anterior pero con arenisca fina a muy fina.

Continúa la misma ARENISCA hasta 716 m.

719 m a 722 m: FANGOLITA: ídem anterior.

725 m a 743 m: ARENISCA: ídem anterior.

746 m a 749 m: ARENISCA: ídem anterior pero se observa la arenisca más gruesa y restos carbonosos. Fangolita subordinada.

752 m a 761 m: ARENISCA: ídem anterior.

764 m: FANGOLITA ídem anterior.

767 m a 773 m: FANGOLITA ídem anterior, pero con mayor proporción de arenisca.

776 m a 779 m: ARENISCA: ídem anterior.

782 m a 809 m: FANGOLITA: ídem anterior.

812 m a 821 m: ARENISCA: arenisca fina a media, selección moderada, con presencia de cemento, clastos subredondeados a angulosos. Fangolita subordinada.

824 m a 827 m: FANGOLITA: ídem anterior.

830 m a 860 m: ARENISCA: ídem anterior.

863 m: FANGOLITA: ídem anterior. Arenita subordinada.

866 m a 875 m: ARENISCA: ídem anterior.

878 m: FANGOLITA: ídem anterior.

881 m a 887 m: FANGOLITA: ídem anterior. Con abundante contenido de arenisca.

890 m a 908 m: ARENISCA: con menor contenido de fangolita.

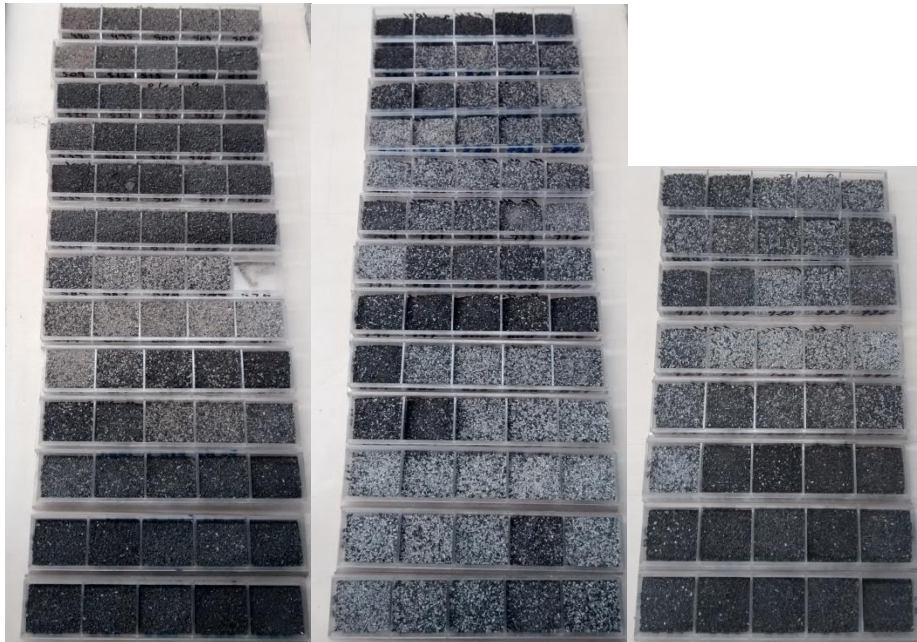
911 m a 917 m: FANGOLITA: ídem anterior.

920 m a 944 m: ARENISCA: ídem anterior.

947 m a 956 m: FANGOLITA: ídem anterior.

959 m: ARENISCA: se observa un cambio litológico bien marcado.

**MIEMBRO PELITICO INFERIOR 959 a 1153 m**



*Cutting Pozo PTu.a-1001 de 490 m a 1001 m*

## **Pozo: Pp.Nq.PTu.a-1002**

País: Argentina

Cuenca: Neuquina

Provincia: Neuquén

Localidad: Cutral-Có /Plaza Huincul

Yacimiento: Puesto Touquet

Coordenadas: X= 5.682.250,03 Y= 2.487.250,11

Cota: 591,29 m

Profundidad (1er carrera con corona): 737,80 a 747 mbbp

Cajón 1-10: 0,65 m

Cajón 6-10: 1,00 m

Cajón 2-10: 0,78 m

Cajón 7-10: 0,80 m

Cajón 3-10: 0,95 m

Cajón 8-10: 0,75 m

Cajón 4-10: 0,75 m

Cajón 9-10: 0,95 m

Cajón 5-10: 1,00 m

Cajón 10-10: 0,95 m

### Descripción de base a techo

Cajón 1: comienza con una arenisca fina a media, con buena selección, clasto sostén que posee fracturas subhorizontales (bandas de deformación) de 4 cm aproximadamente. En su gran mayoría claros, subordinados oscuros. Luego pasamos a una pelita laminada de color oscuro y coloración amarillenta intercalada con arenisca. Se observan también clastos pelíticos. Luego continúa la arenisca fina a media que presenta otra fractura subhorizontal (banda de deformación) de 3 cm. No se observa relleno.

Cajón 2: continúa con la misma arenisca del cajón anterior hasta que es interrumpida por un nivel pelítico que intercala con areniscas. En la parte inferior de esta intercalación se observa una laminación paralela, mientras que

en la superior se observa estratificación ondulosa. Luego pasamos a una arenisca fina a media con color amarillento que luego vuelve a su color gris característico. Se observa algún clasto pelítico. Culmina con esta arenisca fina.



**Cajón 2.** Niveles pelíticos que intercalan con areniscas. Estratificación ondulosa. (Ancho de la foto 10 cm).

Cajón 3: comienza con la misma arenisca fina que pasa de fina a media que posee algunos clastos pelíticos. Presenta una fractura (banda de deformación) con una gran apertura de aproximadamente 2,65 mm que se continúan en todos los trozos hasta el techo del cajón. La longitud es de 56 cm, inclina 25°. En la parte superior la fractura termina en el borde de la corona y en la parte inferior no se determina. La forma de la fractura es planar escalonada. Se observan dos bancos de pequeño espesor de pelitas intercalando areniscas y culmina con areniscas finas. No reaccionaron con ácido clorhídrico.



**Cajón 3.** *Arenisca fina masiva. (Ancho de la foto 10 cm).*

Cajón 4: comienza con areniscas finas, clasto sostén con buena selección. Luego una arenisca un poco más fina de color verdoso amarillento con clastos pelíticos imbricados redondeados de variados tamaños. Luego continúa la arenisca fina a media. En la parte media del cajón presenta fracturas subhorizontales (bandas de deformación). Llegando al techo cambia su color (se vuelve amarillento) y presenta algunos clastos pelíticos.



**Cajón 4.** Arenisca fina con clastos pelíticos imbricados. (Ancho de la foto 10 cm).

Cajón 5: comienza con una granulometría fina a media y pasa a una media. Presenta una buena selección, clasto sostén y posee cemento calcítico (reaccionó con ácido clorhídrico). Se observan en su base clastos pelíticos aislados de tamaño aproximado a 1 cm. A simple vista se puede observar que presentan más clastos oscuros que las areniscas descritas anteriormente. Pasando la mitad del cajón hacia el techo comienzan a observarse las pelitas con laminación paralela de color oscuro que no reaccionaron con ácido clorhídrico.



**Cajón 5.** *Pelitas con laminación paralela. (Ancho de la foto 10 cm).*

Cajón 6: continuamos con la pelita donde se observa estratificación lenticular donde luego observamos estratificación de tipo flaser (vemos cómo va variando el porcentaje de arenisca/pelita: comenzamos con un gran porcentaje de pelita y concluimos con gran cantidad de arenisca. Estas areniscas de color amarillentas, tienen estratificación de bajo ángulo y clastos pelíticos. Luego concluye el cajón con pelitas lenticulares.



**Cajón 6.** *Estratificación lenticular y estratificación flaser. (Ancho de la foto 10 cm).*

Cajón 7: comienza con unas pelitas con estratificación lenticular. Se observó un resto de organismo fósil (Amonite) y restos carbonosos (observados con lupa binocular). Por encima encontramos laminación paralela y cerca de la base, donde el porcentaje de arenisca es mucho mayor, estructura de tipo flaser. Se observan clastos carbonosos de 1 cm aproximadamente.



**Cajón 7.** *Arenisca fina masiva con resto de organismo fósil (amonite)*



**Cajón 7.** *Arenisca fina masiva con clastos pelíticos y carbonosos. (Ancho de la foto 10 cm).*

Cajón 8: comienza con una arenisca fina a media, buena selección. Presenta pequeños clastos líticos. El paquete de areniscas se interrumpe en la mitad del cajón con unas pelitas laminadas. Luego encontramos una fractura (banda de deformación) inclinada de aprox. 9 cm.



**Cajón 8.** *Arenisca fina masiva interrumpida por pelitas laminadas. Clastos pelíticos. (Ancho de la foto 10 cm).*

Cajón 9: comienza con clastos pelíticos deformados por carga. Su color es amarillento 5Y 7/2. Los clastos presentan forma elongada por la deformación sufrida. Continúa con una arenisca gruesa con cemento carbonático (reaccionó con ácido clorhídrico) y con clastos pelíticos sin orientación preferencial que pasa a arenisca fina con estratificación gradada normal.



**Cajón 9.** *Clastos pelíticos deformados por carga. (Ancho de la foto 10 cm).*

Cajón 10: continúa la arenisca fina a media, clasto sostén con buena selección. Se observa una laminación paralela y laminación convoluta. Luego pasamos a una intercalación de pequeñas capas de pelita laminada con arenisca y concluye con areniscas finas en el techo.



**Cajón 10.** Arenisca fina con laminación paralela y arenisca fina con laminación convoluta.

#### **4.1.1-Análisis petrográfico**

Muestra 1 (746,5 mbbp): en la muestra se observan clastos volcánicos con mayor contenido de líticos 50% y en menor proporción de feldespatos 30% y cuarzos 20%. Arenisca fina (0,175 a 0,20 mm). La selección es moderada. Los clastos se observan angulosos y elongados (también se observan algunos subredondeados). Los contactos son mayormente puntuales.

La matriz no llega a observarse y el cemento es de caolinita. Se observa una zona de fractura (rellena con clastos de tamaños variados).

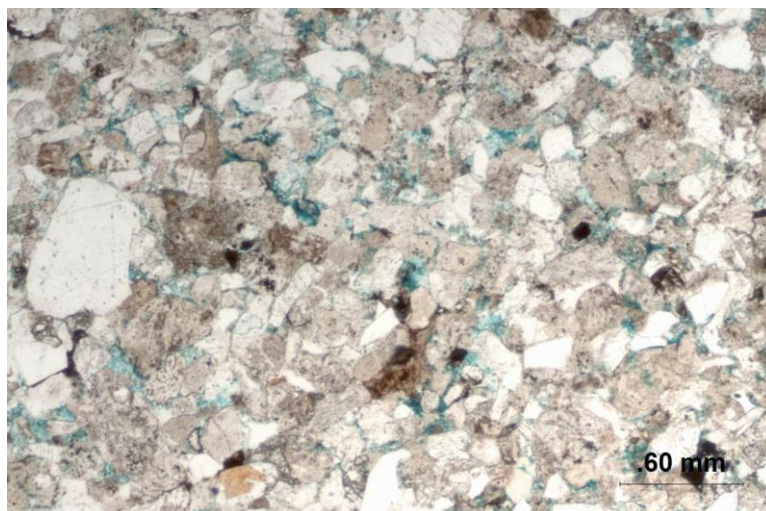
La porosidad es muy buena (entre 15 a 18%) y tiene una distribución moderadamente homogénea. En la zona de fractura no se observa porosidad.

El tipo de porosidad es intergranular, intragranular en clastos parcialmente disueltos y en menor proporción en fracturas, porosidad intracristalina y en menor proporción se observó algún poro móldico. También se observó bastante materia orgánica con pirita y en menor proporción micas.

Muestra 2 (744,9 mbbp): en la muestra se observan clastos líticos 45% y menor proporción de feldespatos 30% y cuarzo 25%. Arenisca media. La selección es mala. Los clastos son subredondeados a angulosos. Los contactos netos y puntuales.

La matriz no se observa y el cemento es calcítico (teñido de color rojo). Se observa zona de fractura (rellena por clastos de pequeño y gran tamaño- mala selección).

La porosidad es muy buena (15%) y tiene una distribución moderadamente homogénea. En la zona de fractura no se observa porosidad. La porosidad es de tipo intergranular, también se observa intragranular por disolución, intracristalina y se observó algún poro móldico. Podría llegar a observarse materia orgánica (menor proporción que la muestra 1) y algunas micas.



**Muestra 2.** Arenisca lito-feldespática con muy buena porosidad y cemento de calcita.

Muestra 3 (743,9 mbbp): se observan mayormente clastos líticos volcánicos 50% y en menor medida feldespatos 30% y cuarzos 20%. Arenisca fina (0,20 mm aproximadamente) La selección es moderadamente buena. Los clastos van de subredondeados a angulosos. Algunos clastos de cuarzo se observan fracturados. Contactos netos mayormente.

No se observa matriz y el cemento es caolinita (se llega a observar en pequeñas proporciones cemento de calcita).

La porosidad es muy buena (15%) y homogénea. Es intragranular, intracristalina y también se observa intergranular. Se llega a observar materia orgánica.

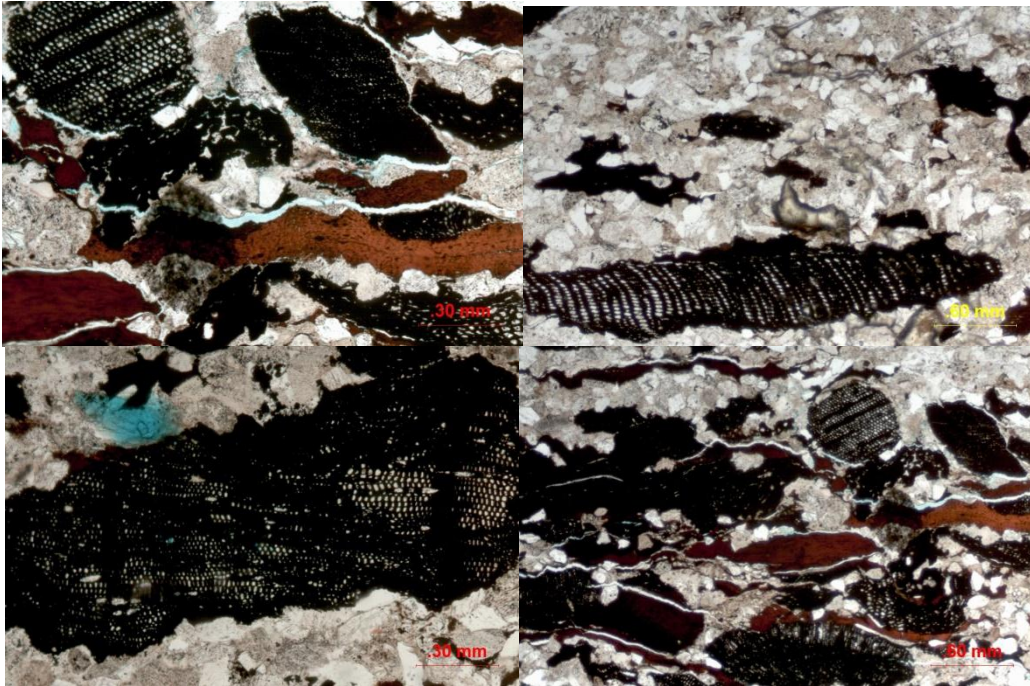
Muestra 4 (743,2 mbbp): se observan mayormente clastos líticos volcánicos 55%, menor proporción de cuarzos 30% y feldespatos 15%. Arenisca fina (0,25 mm aproximadamente). La selección es moderadamente buena. Los clastos son de angulosos a subredondeados.

No se observa matriz y el cemento es calcítico (muestra teñida de color rojo en un porcentaje muy alto). Contactos puntuales mayormente y netos.

No se observa porosidad. Pirita y poca materia orgánica.

Muestra 5 (741,8 mbbp): se observan clastos mayormente líticos volcánicos 50% y en menor proporción cuarzo 25% y feldespato 25%. La selección es moderada. Se observa mucha materia orgánica y pirita (vista al microscopio con luz especial) con orientación preferencial y en forma lenticular. Contactos netos.

No se observa matriz ni cemento. Tampoco observamos porosidad.



**Muestra 5.** Arenisca lítica con materia orgánica. Sin porosidad.

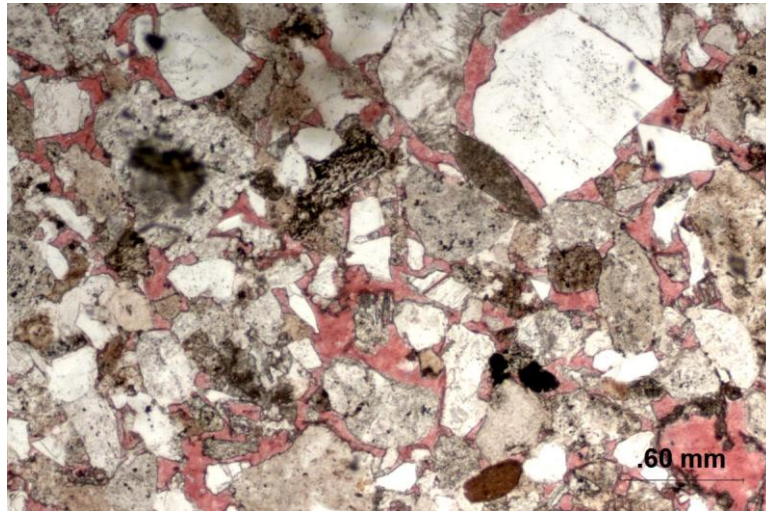
Muestra 6 (740, 55 mbbp): presenta clastos líticos volcánicos 60% y en menor proporción cuarzo 25% y feldespato 15%. Arenisca fina. La selección es muy buena. Los clastos van de subredondeados a subangulosos. No se observa matriz y el cemento es de calcita (muestra teñida de rojo), también se observa cemento de caolinita. Los contactos son puntuales.

La porosidad es buena 12 a 15% y homogénea. Encontramos intragranular producto de la disolución parcial de feldespatos, intergranular e intracristalina asociada a la caolinita.

Se observa materia orgánica abundante y pirita.

Muestra 7 (739,15 mbbp): presenta clastos líticos volcánicos 60% y en menor proporción cuarzo 25% y feldespatos 15%. Arenisca media a gruesa. Moderada selección. Presenta clastos grandes, la mayoría de 0,75 mm aproximadamente hasta 1 mm. Algunos clastos se encuentran fracturados. Se pueden observar cuarzo con crecimiento secundario. Contactos netos mayormente. En menor cantidad puntuales. No se observa matriz y el cemento es mayormente calcítico (teñido de rojo).

No se observa porosidad. Materia orgánica abundante y pirita.



**Muestra 7.** Arenisca lítica con cemento calcítico.

Muestra 8 (738,6 mbbp): presenta clastos líticos volcánicos 60% y en menor proporción cuarzo 25% y feldespatos 15%. Arenisca fina a media. Moderada selección. Se llegan a observar clastos pelíticos (arcillosos-limosos) que recorren a lo largo de todo el corte en forma continua. La mayoría de los contactos son netos.

No se observa matriz y el cemento es caolinita. También se observa cemento de calcita (teñido de rojo) con una distribución heterogénea.

La porosidad es muy buena 15 a 18% y homogénea. Intergranular, intragranular, intracristalina (caolinita) y algunos poros móldicos.

Se observa abundante materia orgánica.



**Muestra 8.** Arenisca lítica con buena porosidad y cemento calcítico. Clasto pelítico (parte inferior en diagonal).

#### 4.1.2-Análisis de Cutting

650 m a 683 m: FANGOLITA a ARCILLITA: clastos redondeados, selección moderada a mala. Color gris oscuro medio (N4). Escasos líticos. Se observaron venillas de cuarzo. Arenisca calcárea muy subordinada.

#### MIEMBRO CUTRAL-CO (682-926 m)

686 m a 713 m: FANGOLITA a ARCILLITA: similar anterior, con más contenido de arenisca media a gruesa, subredondeada y selección moderada. Presenta cemento de coloración blanco. Presencia de líticos.

716 m a 731 m: FANGOLITA a ARCILLITA: dominio de fangolitas.

734 m: ARENISCA CALCAREA: arenisca fina, moderada reacción con HCl. Cemento blanco. Moderadamente bien seleccionada. El color es gris claro (N7).



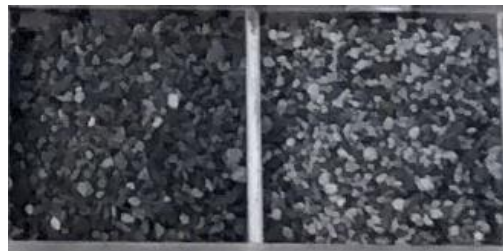
*Cambio litológico 731 m a 734 m*

737 m a 746 m: **1er CARRERA CON CORONA.**

749 m a 761 m: ARENISCA CALCAREA: ídem anterior.

764 m a 794 m: FANGOLITA a ARCILLITA: ídem anterior. Arenisca muy subordinada.

797 m a 806 m: ARENISCA CALCAREA: ídem anterior, presencia de micas y lútics.



*Cambio litológico 794 m a 797 m*

809 m a 824 m: FANGOLITA a ARCILLITA: leve reacción al HCl. Se observa material carbonoso. Arenisca muy subordinada.

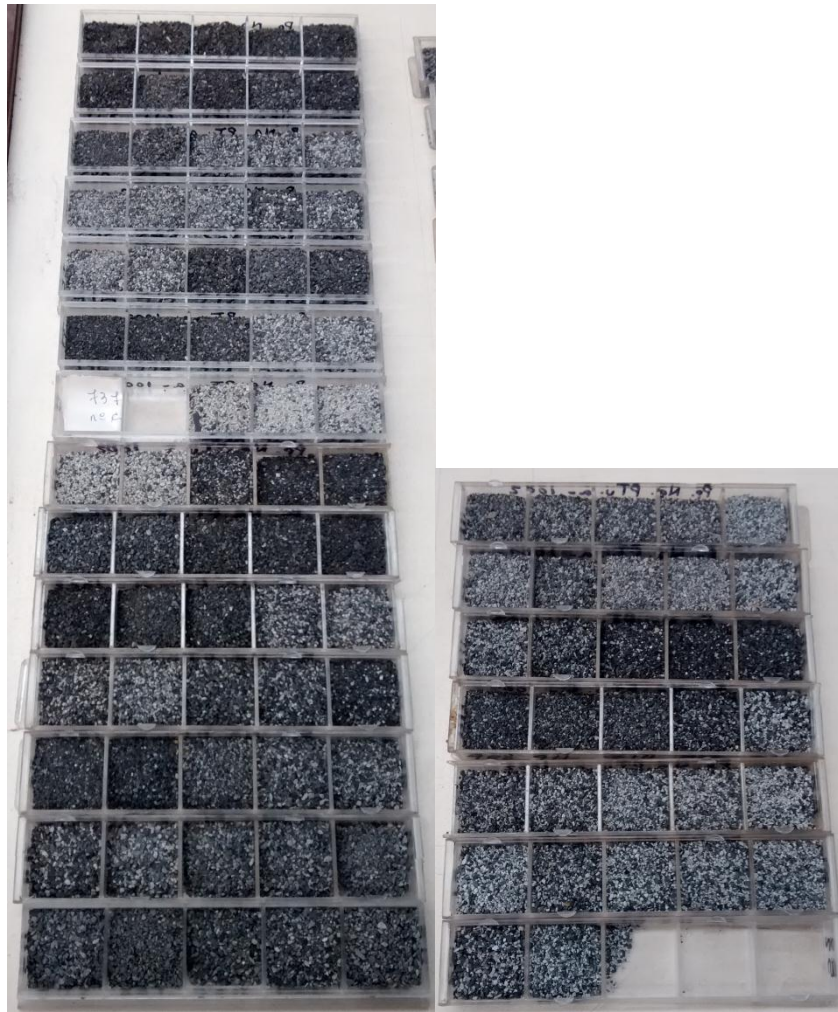
827 m a 842 m: ARENISCA CALCAREA: ídem anterior pero con abundante fangolita (similar proporción con la arenisca).

845 m a 854 m: FANGOLITA a ARCILLITA: ídem anterior. Se observaron restos carbonosos.

857 m a 893 m: ARENISCA CALCAREA: ídem anterior.

896 m a 914 m: ARCILLITA: color gris oscuro (N3). Arenisca subordinada.

917 m a 956 m: ARENISCA CALCAREA: muy fina a fina, moderadamente bien seleccionada. Gris claro (N7). Arcillita subordinada.



*Cutting Pozo 1002 de 650 m a 956 m*

## **Pozo: Pp.Nq.PTu.a-1013**

País: Argentina

Cuenca: Neuquina

Provincia: Neuquén

Localidad: Cutral-Có /Plaza Huincul

Yacimiento: Puesto Touquet

Coordenadas: X= 5.683.051 Y= 2.488.844

Cota: 582 m

Profundidad (1er carrera con corona): 613 a 622,22 mbbp

Cajón 1-10: 0,60 m

Cajón 6-10: 1,00 m

Cajón 2-10: 0,81 m

Cajón 7-10: 1,00 m

Cajón 3-10: 0,95 m

Cajón 8-10: 0,98 m

Cajón 4-10: 1,00 m

Cajón 9-10: 0,98 m

Cajón 5-10: 1,00 m

Cajón 10-10: 0,97 m

### Descripción de base a techo

Cajón 1: por su mala preservación, la longitud tomada de la corona del cajón 1 es aproximada. Arenisca media a gruesa, clasto sostén con selección moderada. Clastos redondeados a subredondeados de colores claros y en menor proporción oscuros. Llegando al techo del cajón se observa el contacto neto con roca de mayor granulometría que es un conglomerado areno sostén, con mala selección, clastos líticos de aproximadamente 0,5 cm (uno mayor a 3 cm). También se observa un clasto que podría llegar a ser Materia Orgánica.

Cajón 2: comienza similar al techo del cajón 1 pero luego la granulometría aumenta de tamaño llegando a tener tamaños mayores a 3 cm. La mayoría de los clastos observados son líticos y pelíticos. La roca es arena-sostén con muy

mala selección. Clastos bien redondeados y en menor proporción subredondeados.



**Cajón 2.** Clastos líticos y pelíticos de gran tamaño. (Ancho de la foto 10 cm).

Cajón 3: el límite cuesta determinarlo debido a la destrucción de las muestras, pero se llega a observar una arenisca media a gruesa de selección moderada, clasto sostén que va disminuyendo su tamaño a medida que vamos hacia el techo del cajón (arenisca fina de buena selección).

Cajón 4: comienza con una arenisca fina y a los pocos cm tenemos arenisca conglomerádica estratificada con clastos líticos, que comienzan con 0,5 cm aproximadamente y que van disminuyendo su tamaño: Estratificación de tipo gradada. Luego comienza a disminuir la granulometría pasando gradualmente de una arenisca gruesa a una fina.



**Cajón 4.** Arenisca conglomerádica. (Ancho de la foto 10 cm).

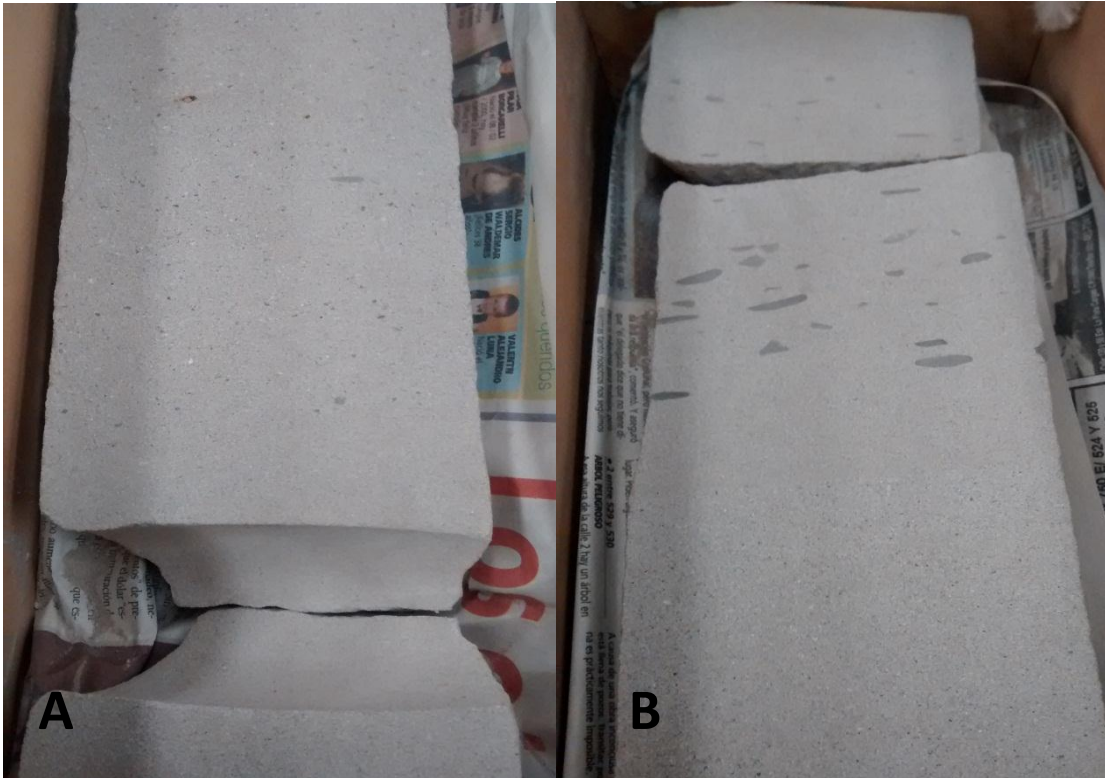
Cajón 5: comienza con una arenisca fina con buena selección, clasto sostén. Por encima se encuentra un clasto pelítico de 1,5 cm. Arenisca conglomerádica con clastos más pequeños y en menor cantidad que en la descrita en el cajón 4. Por encima encontramos una arenisca fina con las mismas características que la que se encuentra en la base de este mismo cajón.

Cajón 6: comienza con una arenisca fina, clasto sostén, buena selección. Presenta un clasto pelítico de 1 cm aproximadamente. Por encima encontramos más clastos pelíticos y una granulometría más fina (pelítico). Se observa estratificación ondulática. Su color es oscuro y amarillento. Por encima continua una arenisca fina que vuelve a ser interrumpida por otro nivel pelítico más fino. Continúa una arenisca de granulometría media a gruesa interrumpida por un nivel pelítico con estratificación ondulática y culmina con una arenisca fina.



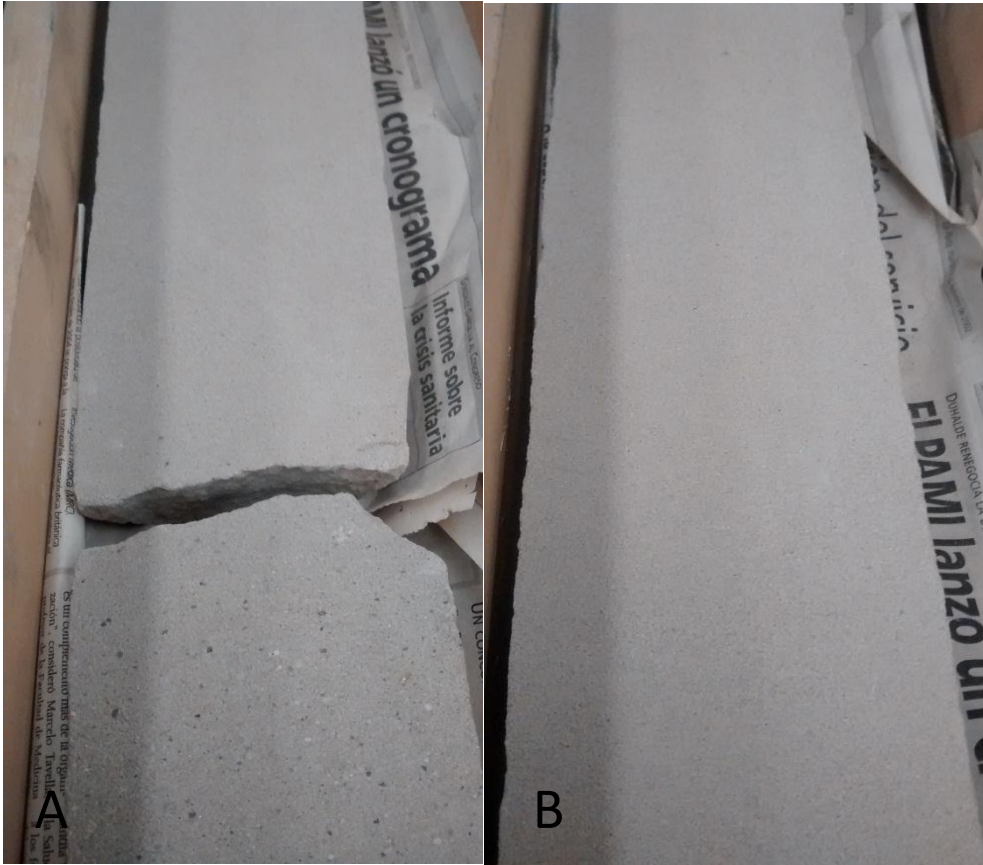
**Cajón 6.** *Intercalación de areniscas y pelitas. Estratificación ondulítica. Clastos pelíticos.*  
(Ancho de la foto 10 cm).

Cajón 7: arenisca fina que pasa a gruesa con un clasto pelítico de 0,5 cm aproximadamente. Luego pasa a una más fina con otro clasto pelítico de mayor tamaño 2cm aprox. En el techo se observan varios clastos pelíticos imbricados horizontalmente y mayor a 1 cm.



**Cajón 7.** **A.** *arenisca media con clastos pelíticos.* **B.** *arenisca media a fina con clastos líticos imbricados.* (Ancho de la foto 10 cm).

Cajón 8: continúa la arenisca fina que pasa a gruesa y se vuelve a hacer fina. La capa gruesa es de 40 cm aproximadamente.



**Cajón 8.A.** Arenisca gruesa masiva en contacto neto con arenisca fina masiva. **B.** Arenisca fina masiva.

Cajón 9: se observa muy uniforme. Arenisca fina masiva que cerca de la base presenta clastos pelíticos entre 1 y 2 cm y en su techo, un clasto de 2 cm.



**Cajón 9.** *Arenisca fina masiva con clastos pelíticos en contacto neto con arenisca media masiva. (Ancho de la foto 10 cm).*

Cajón 10: comienza con una capa de arenisca fina interrumpida por una capa de finos pelíticos con estratificación ondulítica color oscuro y amarillento. Continúa con areniscas gruesas que se van haciendo finas hacia el techo del cajón. Presenta un clasto pelítico de 1 cm.

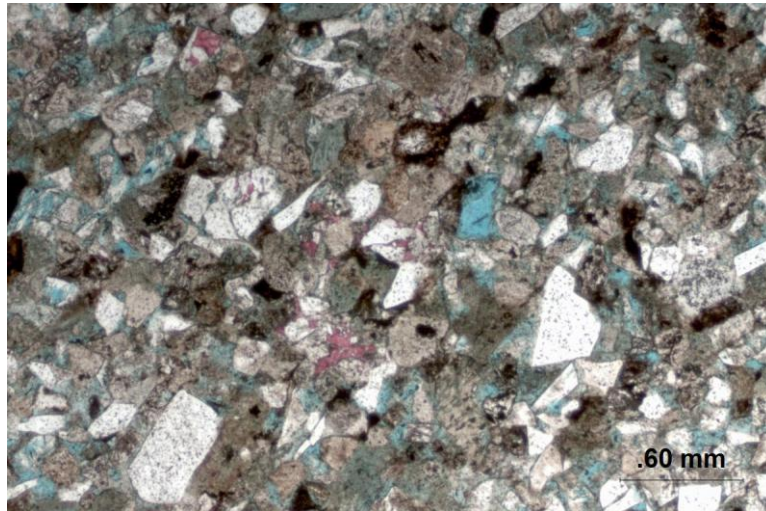
#### **4.1.1-Análisis petrográfico:**

Muestra 1-5-17 (618,03 mbbp): presenta mayormente clastos líticos volcánicos 55% y en menor proporción feldspatos 25% y cuarzo 20%. Arenisca fina a media (0,25 a 0,3 mm). Se observa clastos de gran tamaño (1 mm). La selección es moderada. Clastos subredondeados a angulosos.

La matriz no se observa y el cemento es de calcita (teñido de color rojo) y arcilloso. Los contactos son netos y puede haber puntuales.

La porosidad es excelente (por encima de 20%) y tiene una distribución homogénea. Es mayormente intergranular, intragranular y poros móldicos.

Se observa pirita.



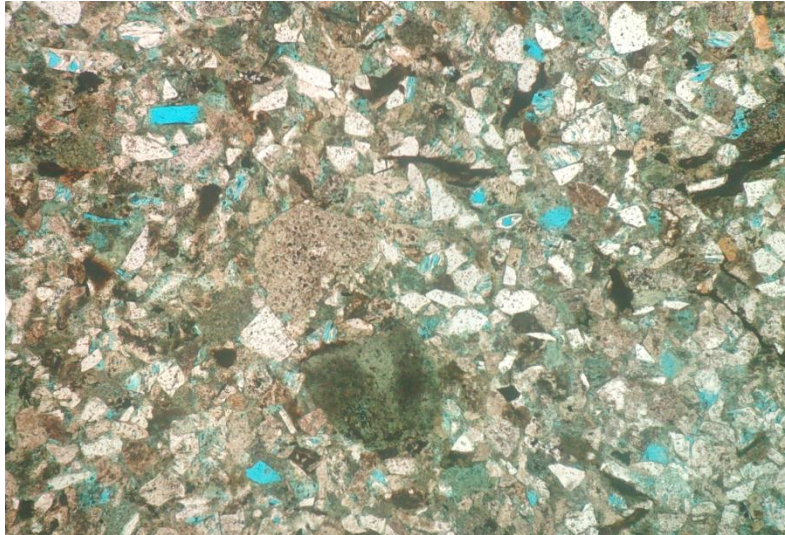
**Muestra 1-5-17.** Arenisca líto-feldespática. Excelente porosidad.

Muestra 1-10-2 (613,50 mbbp): presenta mayormente clastos líticos volcánicos 50% y en menor proporción feldespatos 30% y cuarzo 20%. Arenisca fina a media (0,20 a 0,27 mm). La selección es buena a moderada y los clastos subredondeados a angulosos.

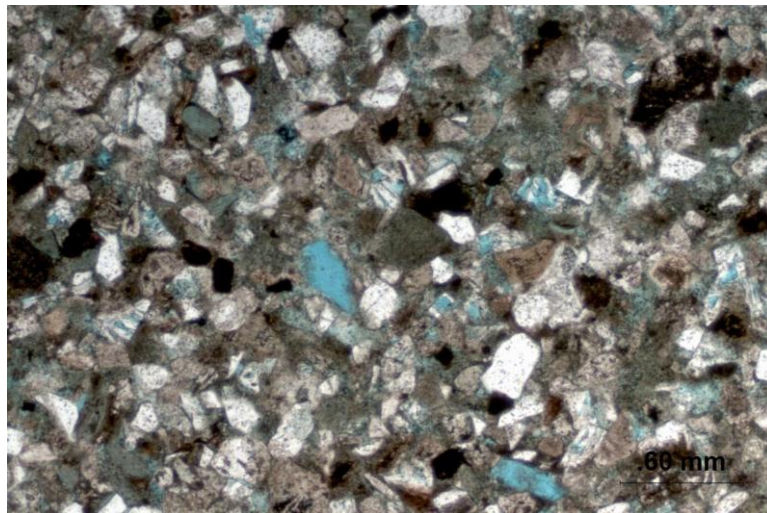
No se observa matriz y el cemento es arcilloso y calcítico. Los contactos son netos y puntuales.

La porosidad es muy buena 18 a 20% y tiene una distribución moderadamente homogénea. Mayormente se observa porosidad intergranular, intragranular y poros móldicos

Se observa materia orgánica.



**Muestra 1-10-2.a.** Arenisca lito-feldespática. Muy buena porosidad. Poros móldicos.

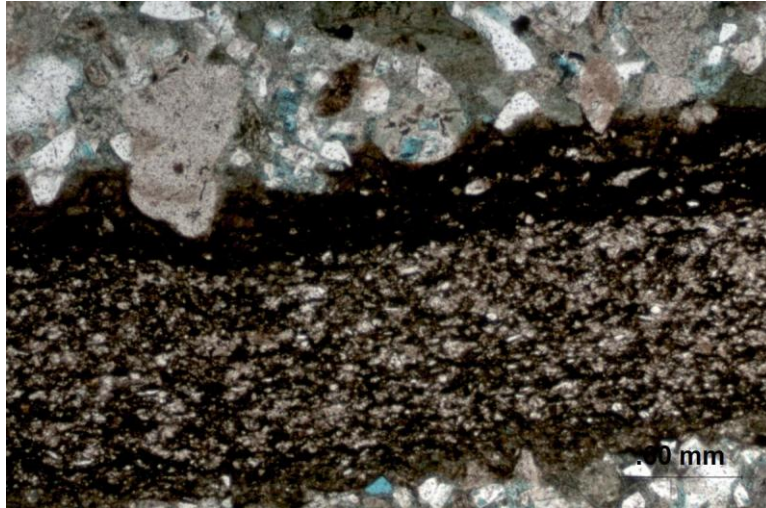


**Muestra 1-10-2.b.** Arenisca lito-feldespática. Muy buena porosidad. Poros móldicos.

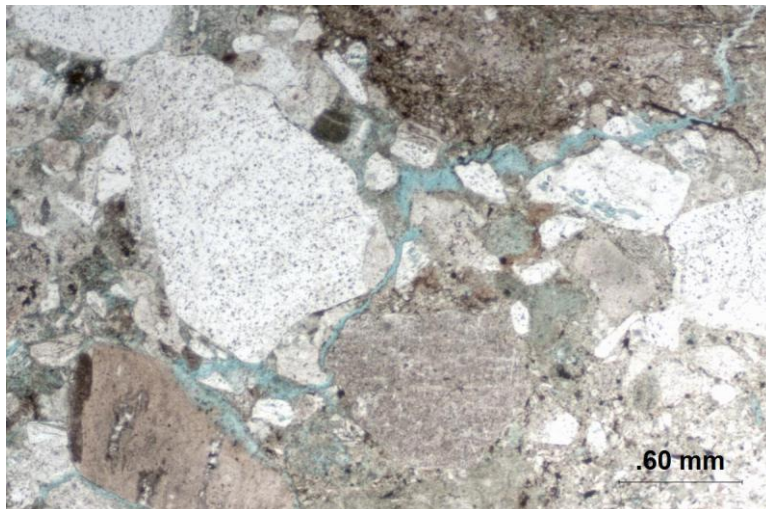
Muestra 1-2-26 (621,42 mbbp): presenta mayormente clastos líticos volcánicos 45% y en menor proporción feldespatos 35% y cuarzo 20%. Arenisca media a gruesa (0,27 a 1 mm). La selección es mala. Los clastos son subredondeados a subangulosos. Los contactos son mayormente puntuales.

No se observa matriz y el cemento es arcilloso (caolinita) y calcita (teñido de color rojo).

La porosidad es muy buena 18% y tiene una distribución moderadamente homogénea. Es mayormente intergranular y móldica. Presenta clastos pelíticos de composición arcillosa. Poseen materia orgánica asociada a los clastos pelíticos. También pirita.



**Muestra 1-2-26.a.** *Clasto pelítico de composición arcillosa.*



**Muestra 1-2-26.b.** *Arenisca lito-feldespática. Muy buena porosidad intergranular.*

**Pozo: YPF.Nq.PTu.x-1**

País: Argentina

Cuenca: Neuquina

Provincia: Neuquén

Localidad: Cutral-Có /Plaza Huincul

Yacimiento: Puesto Touquet

Coordenadas: X= 5.682.783 Y=2.488.416

Cota: 584 m

Profundidad (1er carrera con corona): 544 a 553 mbbp

Cajón 1-7: 0,65 m

Cajón 5-7: 0,62 m

Cajón 2-7: 0,65 m

Cajón 6-7: 0,635 m

Cajón 3-7: 0,61 m

Cajón 7-7: 0,58 m

Cajón 4-7: 0,62 m

Descripción de base a techo

Cajón 1: el cajón se encuentra en malas condiciones. Arenisca masiva fina a muy fina que continua a lo largo de todo el cajón uniformemente. Clasto sostén, bien redondeado. Muy buena selección. No reacciona con ácido clorhídrico. El color es gris claro (N7) que se repite a lo largo de toda la carrera.

Cajón 2: continúa la misma arenisca masiva fina a muy fina, clasto sostén con selección muy buena, donde se observan algunos restos carbonosos que se encuentran a lo largo de todo el cajón.

Cajón 3: continúa la arenisca masiva con las mismas características con restos carbonosos de mayor tamaño (2 mm). Por encima encontramos algunos restos carbonosos (1 mm) y clastos pelíticos con deformación sinsedimentaria (escape de agua) que deformó la orientación de los restos carbonosos.



**Cajón 3.** *Clasto pelítico con deformación sinsedimentaria (escape de agua).*

Cajón 4: se observan arenisca fina a muy fina intercaladas con arenisca media a gruesa inclinadas. Restos carbonosos.

Cajón 5: arenisca masiva fina a muy fina con algunos restos carbonosos.

Cajón 6: continúa la misma arenisca masiva donde en la mitad del cajón se observan clastos pelíticos aislados (3,5cm y 0,8cm). También se observan restos carbonosos que se observan con alguna orientación preferencial.

Cajón 7: continúa la misma arenisca. En la base se observan restos carbonosos y clastos pelíticos orientados que se pierden en la mitad del cajón hacia arriba. Se observa mucho más uniforme.

Profundidad (2da carrera con corona): 553 a 562 mbbp

Cajón 1-12: 0,65 m

Cajón 7-12: 0,61 m

Cajón 2-12: 0,64 m

Cajón 8-12: 0,65 m

Cajón 3-12: 0,43 m

Cajón 9-12: 0,65 m

Cajón 4-12: 0,63 m

Cajón 10-12: 0,65 m

Cajón 5-12: 0,64 m

Cajón 11-12: 0,61 m

Cajón 6-12: 0,50 m

Cajón 12-12: 0,64 m

### Descripción de base a techo

Cajón 1: arenisca masiva media, clasto sostén, bien seleccionada. En la parte media superior del cajón se observan restos carbonosos con estatificación ondulítica. Por encima de esta estratificación se observa un aumento en la granulometría (media a gruesa) con restos carbonosos que vuelven a disminuir su tamaño (media a fina).

Cajón 2: arenisca masiva gruesa con restos carbonosos. En la parte superior disminuye el tamaño de grano en forma gradual.

Cajón 3: comienza con una arenisca media interrumpida por una estratificación ondulítica de restos carbonosos que presenta una inclinación de 30° aproximadamente. Por encima se observan restos carbonosos con la misma inclinación. Luego arenisca fina en contacto neto con otra arenisca media que vuelve a ser fina al finalizar el cajón.



**Cajón 3.** *Estratificación ondulítica de restos carbonosos.*

Cajón 4: arenisca masiva media. En la mitad del cajón se observan restos carbonosos y clastos pelíticos de 3 cm.

Cajón 5: arenisca masiva fina a muy fina con algunos clastos pelíticos orientados. Luego continua una arenisca media (contacto neto).

Cajón 6: arenisca masiva fina. Se observan 8 cm con un cambio de color rojizo 2.5YR 7/4 que podría ser arenisca ferruginosa o un tinte producto del fluido que lo depositó. Luego, al final del cajón, se observa estratificación ondulítica de restos carbonosos y clastos pelíticos orientados. Continua la arenisca media a fina con clastos pelíticos asociados y orientados.

Cajón 7: arenisca masiva fina, clasto sostén con buena selección. En la mitad del cajón se observan algunos clastos pelíticos de pequeño tamaño (menor a 0,5 cm).

Cajón 8: se mantiene la arenisca masiva fina a lo largo de todo el cajón.

Cajón 9: continúa la arenisca fina. Se observa una pequeña interrupción donde aparecen clastos pelíticos y material fino generando una muy delgada capa de restos carbonosos. Concluye con una arenisca fina.

Cajón 10: continúa arenisca fina. En la mitad del cajón se observa una interrupción de restos carbonosos (3,5 cm) con laminación ondulítica. Finaliza con arenisca masiva fina.

Cajón 11: arenisca masiva fina que se repite a lo largo de todo el cajón.

Cajón 12: Comienza con una arenisca masiva fina con pequeños clastos pelíticos aislados y en la mitad del cajón se observa un aumento gradual en la granulometría.

Profundidad (3ra carrera con corona): 828 a 834 mbbp

Cajón 1-8: 0,62 m

Cajón 5-8: 0,57 m

Cajón 2-8: 0,65 m

Cajón 6-8: 0,60 m

Cajón 3-8: 0,61 m

Cajón 7-8: 0,73 m

Cajón 4-8: 0,62 m

Cajón 8-8: 0,61 m

### Descripción de base a techo

Cajón 1: comienza con una arenisca masiva media que pasa gradualmente a arenisca conglomerádica. Luego, por la mitad del cajón, vuelve a ser arenisca masiva media y al finalizar concluye con la arenisca conglomerádica con clastos pelíticos (1 cm).

Cajón 2: continua la arenisca conglomerádica con un clasto pelítico mayor a 2 cm. Por encima se observa arenisca media con estratificación planar que intercala con pelitas laminadas y arenisca conglomerádica (las primeras capas son de material más fino y en la parte superior del cajón se vuelven más gruesas. Al finalizar el tramo del cajón vuelven a aparecer las areniscas medias con clastos pelíticos (1 cm aprox. y 0,5 cm). Reaccionó levemente con HCl.

Cajón 3: arenisca conglomerádica gruesa que por encima se deposita una pequeña capa (mayor de 1 cm) de arenisca muy fina intercalada con pelitas. Una de esas láminas se encuentra deformada. Presentan estratificación de bajo ángulo. Por encima, en la mitad del cajón, tenemos areniscas medias y en la parte media superior volvemos a tener areniscas finas intercaladas con restos carbonosos que presentan estratificación ondulítica. Se observa también una estratificación de bajo ángulo por encima, y en contacto neto, volvemos a tener areniscas medias donde aparece otra capa de arenisca fina (0,5 cm).

Cajón 4: arenisca media interrumpida por una muy delgada lamina de restos carbonosos y en contacto neto, con una arenisca media gruesa que continua hasta la parte superior del cajón, donde se observa un contacto difuso con una

arenisca fina. En contacto neto con esta, tenemos una arenisca media a gruesa que presenta otra pequeña lámina de restos carbonosos deformada.

Cajón 5: arenisca media con clastos pelíticos grandes y orientados (mayores a 4 cm) y en la mitad del cajón encontramos intercalaciones de restos carbonosos y arenisca con estratificación ondulítica. Luego continua la arenisca fina y en la parte superior se interrumpe con una lámina muy fina de restos carbonosos. Por encima una arenisca media donde vemos láminas de resto carbonosos.



**Cajón 5.** *Clastos pelíticos grandes y orientados. Intercalaciones de restos carbonosos y arenisca con estratificación ondulítica.*

Cajón 6: continúa una arenisca media masiva con clastos pelíticos aislados de pequeño tamaño (menor de 1 cm). En la parte superior, vuelve a aparecer la arenisca conglomerádica.

Cajón 7: continúa la arenisca conglomerádica hasta la parte superior del cajón donde gradualmente pasan a arenisca media con estratificación difusa.

Cajón 8: arenisca media que pasa a conglomerádica gradualmente. En la mitad hacia arriba del cajón, se observa una disminución de grano y en contacto neto, una arenisca fina intercalada con arenisca media y que tienen una estratificación de bajo ángulo. Concluye con arenisca conglomerádica.

Profundidad (4ta carrera con corona): 1027 a 1036 mbbp

Cajón 1-12: 0,63 m

Cajón 7-12: 0,58 m

Cajón 2-12: 0,52 m

Cajón 8-12: 0,49 m

Cajón 3-12: 0,57 m

Cajón 9-12: 0,49 m

Cajón 4-12: 0,64 m

Cajón 10-12: 0,61 m

Cajón 5-12: 0,55 m

Cajón 11-12: 0,58 m

Cajón 6-12: 0,65 m

Cajón 12-12: 0,53 m

### Descripción de base a techo

Cajón 1: comienza con una arenisca muy fina intercalada con pelitas con estratificación ondulítica de color N5 hasta la mitad superior del cajón. Por encima encontramos arenisca conglomerádica gruesa con muchos clastos pelíticos de gran tamaño.



**Cajón 1.** Arenisca conglomerádica con clastos pelíticos de varios tamaños.

Cajón 2: arenisca media a gruesa. Donde en la parte superior del trozo encontramos un clasto de arenisca conglomerádica. Por encima, en la mitad del cajón, tenemos una alternancia de material pelítico y arenisca fina con estratificación de bajo ángulo. Luego tenemos otra alternancia de restos

carbonosos con arenisca fina que presentan la misma estratificación. Luego continua la arenisca conglomerádica, donde se ven pequeñas alternancias de arenisca fina con estratificación difusa.

Cajón 3: continúa en la base con una estratificación difusa donde se observan pequeños clastos pelíticos de arenisca fina a muy fina. También se observa una delgada lámina de material carbonoso. Luego se hace masiva, aumentando el tamaño en la parte media (arenisca fina a media con pequeños clastos pelíticos) y volviéndose fina en la parte superior.

Cajón 4: comienza con una alternancia de arenisca muy fina con pelitas. Luego continúa una alternancia entre arenisca fina y conglomerádica con estratificación de bajo ángulo. De la mitad del cajón hacia arriba sigue la alternancia arenisca fina y pelitas con estratificación de bajo ángulo y termina en un contacto neto entre la arenisca fina y la arenisca conglomerádica. Se observan clastos pelíticos.

Cajón 5: comienza con una arenisca conglomerádica que presenta clastos pelíticos. Fuerte reacción cuando se colocó HCl. Continúa con arenisca gruesa hasta el final del cajón.

Cajón 6: comienza con arenisca conglomerádica intercalada con pelitas y arenisca fina. Se observa con clastos pelíticos de 2 cm aprox., en contacto neto con arenisca gruesa a muy gruesa que se vuelve conglomerádica en el techo y que intercala con arenisca fina con estratificación de bajo ángulo.

Cajón 7: comenzamos con arenisca masiva media y en su techo, en contacto neto inclinado, arenisca conglomerádica.

Cajón 8: comienza con arenisca masiva media. En la mitad del cajón se observa alternancia de arenisca fina y pelitas con estratificación ondulítica. La arenisca continua con una coloración amarillenta 2.5Y 8/2 En contacto neto, arenisca conglomerádica.

Cajón 9: continúa la arenisca conglomerádica que luego va a alternar con arenisca fina y tienen estratificación de bajo ángulo. Continúa la arenisca fina y

cerca del techo, se observan varios clastos pelíticos de diversos tamaños. Reacciona con HCl.

Cajón 10: arenisca conglomerádica que gradada a arenisca media y a medida que avanzamos se vuelve más fina. Luego, alterna con arenisca más gruesa y con pelitas. Presentan estratificación ondulítica y de bajo ángulo. Continúan areniscas finas y culmina con la alternancia de arenisca fina con pelitas.

Cajón 11: comienza con una arenisca fina interrumpida por clastos pelíticos orientados y continúa arenisca intercalada con pelitas que presentan estratificación ondulítica y por encima siguen las areniscas finas.

Cajón 12: alternancia de areniscas finas con arenisca conglomerádica con estratificación planar. Luego continúa una alternancia de areniscas finas con pelitas con laminación ondulítica y en el medio, una capa de restos carbonosos. Finaliza con una arenisca media masiva.